



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 40724—2021

---

## 碳纤维及其复合材料术语

Terminology for carbon fiber and carbon fiber composites

2021-10-11 发布

2022-05-01 实施

---

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	Ⅲ
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 碳纤维术语 .....	1
4 基体和助剂术语.....	10
5 碳纤维复合材料术语.....	12
6 性能与表征术语.....	24
7 统计、评定与过程控制术语 .....	37
参考文献 .....	44
索引 .....	45

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容有可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国碳纤维标准化技术委员会(SAC/TC 572)提出并归口。

本文件起草单位：南京玻璃纤维研究设计院有限公司、北京航空航天大学、北京化工大学、中国飞机强度研究所、中国化学纤维工业协会、航天材料及工艺研究所、上海飞机制造有限公司、中国石化上海石油化工股份有限公司、中复神鹰碳纤维股份有限公司、上海晋飞碳纤科技股份有限公司、常州市宏发纵横新材料科技股份有限公司、威海光威复合材料股份有限公司、中国汽车技术研究中心有限公司、东莞市纳米诺复合材料有限公司、常州市新创智能科技有限公司、吉林国兴复合材料有限公司、江苏集萃碳纤维及复合材料应用技术研究院有限公司、安徽弘昌新材料有限公司、常州启赋安泰复合材料科技有限公司、安徽佳力奇先进复合材料科技股份有限公司。

本文件主要起草人：王玉梅、徐樛华、顾轶卓、李磊、李德利、沈真、李常清、陈利、程小全、潘月秀、张国良、黄翔宇、袁宇慧、孟宪明、朱家强、王继军、王文义、谈昆伦、唐善学、路强、李少华、洪亮、郭红军、谈源。

# 碳纤维及其复合材料术语

## 1 范围

本文件界定了碳纤维、基体和助剂以及碳纤维复合材料所涉及的术语和定义。  
本文件适用于碳纤维及其复合材料。

## 2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

## 3 碳纤维术语

### 3.1

**碳纤维 carbon fiber**

由有机纤维热解重组所制得的**碳含量(6.5)**超过90%(质量分数)的**纤维(3.27)**。

### 3.2

**石墨纤维 graphite fiber**

经石墨化(3.23)处理,**碳含量(6.5)**不低于99%(质量分数)的**碳纤维(3.1)**。

### 3.3

**碳纤维前驱体 carbon fiber precursor**

**碳纤维原丝 carbon fiber precursor**

经热解重组能转化为**碳纤维(3.1)**的有机纤维。

### 3.4

**聚丙烯腈基碳纤维 PAN-based carbon fiber**

由丙烯腈聚合物(PAN)前驱体所制得的**碳纤维(3.1)**。

### 3.5

**粘胶基碳纤维 rayon-based carbon fiber; viscose-based carbon fiber**

由粘胶前驱体所制得的**碳纤维(3.1)**。

### 3.6

**沥青基碳纤维 pitch-based carbon fiber**

由各向异性或各向同性的沥青等富含稠环芳烃前驱体所制得的**碳纤维(3.1)**。

### 3.7

**木质素基碳纤维 lignin-based carbon fiber**

由木质素前驱体所制得的**碳纤维(3.1)**。

### 3.8

**气相生长碳纤维 vapor grown carbon fiber**

通过催化烃类在气相中分解生长而成的**碳纤维(3.1)**。

### 3.9

**高强型碳纤维 high strength carbon fiber**

具有较高拉伸强度的**碳纤维(3.1)**。

3.10

**高模型碳纤维 high modulus carbon fiber**

具有较高弹性模量的碳纤维(3.1)。

3.11

**高强中模碳纤维 high strength and medium modulus carbon fiber**

具有比高强度型碳纤维更高模量的碳纤维(3.1)。

3.12

**高强高模碳纤维 high strength and high modulus carbon fiber**

兼具较高强度和较高弹性模量的碳纤维(3.1)。

3.13

**宇航级碳纤维 aerospace grade carbon fiber**

性能及质量稳定性要求严格,可用于航空航天领域的碳纤维(3.1)。

3.14

**工业级碳纤维 industrial grade carbon fiber**

具有相对较低的生产成本,质量稳定性可以接受,适用于一般工业用途的碳纤维(3.1)。

3.15

**回收碳纤维 recycled carbon fiber**

经过对碳纤维复合材料(5.9)、预浸料(5.22)以及碳纤维(3.1)应用加工过程中产生的边角废料进行物理或(和)化学方法处理而得到的碳纤维(3.1)。

3.16

**湿法纺丝 wet spinning**

将纺丝液从喷丝孔挤出之后直接进入凝固浴中凝固形成纤维(3.27)状物质(初生纤维)制备碳纤维前驱体(3.3)的纺丝工艺。

3.17

**干喷湿纺 dry spray wet spinning; air gap spinning**

将纺丝液从喷丝孔挤出之后通过一定距离的空气层,以垂直方式进入凝固浴中凝固形成纤维(3.27)状物质(初生纤维)制备碳纤维前驱体(3.3)的纺丝工艺。

注:干喷湿纺工艺的优点是可以实现高速纺丝。

3.18

**熔融纺丝 melt spinning**

熔体纺丝 melt spinning

将熔融态聚合物从喷丝孔挤出之后通过一定距离的气体层直接凝固成纤维(3.27)状物质制备碳纤维前驱体(3.3)的纺丝工艺。

注:熔融纺丝工艺的优点是可以实现高速纺丝。

3.19

**预氧化 preoxidation**

碳化以前,对聚丙烯腈、沥青和粘胶等碳纤维前驱体(3.3)在空气中所做的热稳定化处理。

注:碳纤维前驱体在此过程中会发生一系列复杂的化学反应。以聚丙烯腈原丝为例,通常发生环化、脱氢、氧化、交联等,使其转化成热稳定耐热结构。

3.20

**预氧丝 pre-oxidized fiber**

对碳纤维前驱体(3.3)进行预氧化(3.19)处理后得到的纤维(3.27)。

## 3.21

**氧化纤维 oxidized fiber**

丙烯腈聚合物前驱体在含氧气氛的预氧化(3.19)炉中加热转化而成的带有共轭环梯形分子结构,密度约为  $1.33 \text{ g/cm}^3 \sim 1.45 \text{ g/cm}^3$  的黑色不燃纤维(3.27)。

## 3.22

**碳化 carbonization**

在惰性气氛中将预氧丝(3.20)转化为碳纤维(3.1)的热处理过程。

注:通常包括低温碳化和高温碳化,在惰性气氛中  $400 \text{ }^\circ\text{C} \sim 1\,000 \text{ }^\circ\text{C}$  的热处理过程为低温碳化,在惰性气氛中  $1\,000 \text{ }^\circ\text{C} \sim 1\,800 \text{ }^\circ\text{C}$  的热处理过程为高温碳化。

## 3.23

**石墨化 graphitization**

通常于碳化(3.22)后在惰性气氛中以更高的温度所做的热处理。

注:通常石墨化处理温度在  $1\,900 \text{ }^\circ\text{C}$  以上。

## 3.24

**上浆 sizing**

在碳纤维(3.1)表面施加上浆剂(4.2)的工艺过程。

## 3.25

**未上浆纤维 unsized fiber**

表面未施加上浆剂(4.2)的纤维(3.27)。

## 3.26

**脱浆纤维 desized fiber**

用适当方式去除了上浆剂(4.2)的纤维(3.27)。

## 3.27

**纤维 fiber**

长径比很大的细丝状物质单元。

注:纤维是构成纱线(3.46)、织物等纺织品(3.36)的基本要素。

## 3.28

**晶须 whisker**

直径一般为  $1 \mu\text{m} \sim 25 \mu\text{m}$ ,长径比一般为  $100 \sim 15\,000$  的短单晶纤维(3.27)。

## 3.29

**丝 filament**

纤维(3.27)材料的最小单元。

## 3.30

**长丝 filament**

连续长度很长的单根或多根丝条。

注:长丝长度一般以千米计。

## 3.31

**单丝 monofilament; single-filament**

一根纤维(3.27)的连续长丝(3.30)。

[来源:GB/T 4146.2—2017,3.4]

## 3.32

**复丝 multifilament**

两根及以上的单丝(3.31)并合在一起的丝束(3.42)。

3.33

**丝数 filament count**

丝束(3.42)横截面内的单丝(3.31)根数。

注：丝数通常以k计，1 k=1 000根。

3.34

**小丝束 small tow; regular tow**

丝数(3.33)不大于24 000根(24k)的丝束(3.42)。

3.35

**大丝束 large tow; heavy tow**

丝数(3.33)大于24 000根(24k)的丝束(3.42)。

3.36

**纺织品 textile**

具有足够的完整性以保持其组织构成的纤维(3.27)和纤维有序集合体的通称。

注：本术语适用于纤维、纱线(3.46)半成品、纱线、机织物(3.54)、编织物(3.69)、针织物(3.79)、非织造织物(3.84)和预制体(3.93)等。

3.37

**碳纤维制品 carbon fiber products**

商业销售的或交付使用的碳纤维(3.1)制成品的通称。

注：碳纤维制品包括丝束(3.42)、短切丝束(3.44)、磨碎纤维(3.41)、无捻粗纱(3.43)、机织物(3.54)、编织物(3.69)、针织物(3.79)、非织造织物(3.84)和预制体(3.93)等。

3.38

**连续纤维 continuous fiber**

**连续长丝 continuous filament**

长度与由其组成的纱或丝束(3.42)的长度相同的纤维(3.27)。

3.39

**非连续纤维 discontinuous fiber; staple fiber**

**不连续纤维 discontinuous fiber**

可纺长度的短纤维。

注：非连续纤维可以通过纺丝工艺或其他工艺方法直接制备，或是由连续纤维(3.38)切段而成。

3.40

**绒 flock**

短的细软絮状纤维(3.27)。

3.41

**磨碎纤维 milled fibers**

经碾磨制成的极短的纤维(3.27)。

[来源：GB/T 18374—2008, 3.35, 有修改]

3.42

**丝束 tow; strand**

连续的，基本平行的长丝(3.30)组合。

注：丝束一般不加捻(无捻或自然捻)。



3.43

**无捻粗纱 roving**

粗纱 roving

平行丝束(3.42)或平行长丝(3.30)不加捻而并合的集束体。

[来源:GB/T 18374—2008,3.43,有修改]

## 3.44

**短切丝束 chopped strands**

未经任何形式结合的短切纤维束。

## 3.45

**展开丝束 spread tow**

将丝束(3.42)或无捻粗纱(3.43)中的单丝(3.31)尽可能扁平排列形成的厚度很薄的长丝(3.30)组合。

## 3.46

**纱线 yarn**

纤维(3.27)沿长度方向聚集形成的连续细长条状的纤维集合体。

注1:纱线是所有类型和结构的纱和线的统称。

注2:纱包括单纱和并绕纱。单纱是最基本的连续纱线,包括:a)经加捻抱合在一起的许多短纤维的短纤纱(3.48);b)无捻或有捻的一根或多根连续的长丝纱;c)仅一根长丝(3.30)的单丝(3.31);d)两根或更多根长丝的复丝(3.32)。并绕纱是两根或多根不加捻地并合卷绕在一起的纱线。

注3:线包括股线和缆线。股线是由两根或多根单纱经一次合股形成的纱线。缆线是由两根或多根股线(或者为股线和单纱)经一次或多次合股加捻形成的纱线。

## 3.47

**连续纤维纱 continuous-filament yarn**

由连续纤维(3.38)经加捻或不加捻制成的纱线(3.46)。

## 3.48

**非连续纤维纱 staple fiber yarn**

**短纤纱 spun yarn**

由非连续纤维(3.39)沿轴向排列并经加捻纺制而成的纱线(3.46)。

## 3.49

**牵切纤维 stretch-broken fiber**

采用丝束直接成条的工艺把丝束(3.42)拉断或切断,使纤维(3.27)长度不超过规定上限所得到的短纤维。

[来源:GB/T 4146.2—2017,3.13]

## 3.50

**牵切纱 stretch-broken fiber yarn**

由牵切纤维(3.49)经并条、牵伸、加捻制成的细纱线(3.46)。



## 3.51

**准直 collimated**

丝束(3.42)或复合材料(5.1)中纤维(3.27)相互平行的状态。

## 3.52

**纤维方向 fiber direction**

纤维(3.27)相对于指定参考轴的取向或排列。

## 3.53

**单胞 unit cell**

织物组织结构可重复的最小单元。

3.54

**机织物 woven fabric**

通常由相互垂直的一组经纱(3.55)和一组纬纱(3.56),在织机上按一定规律交织而成的织物。

[来源:GB/T 8683—2009,2.1]

3.55

**经纱 warp**

沿织物长度方向(即 $0^\circ$ 方向)排列的纱线(3.46)。

[来源:GB/T 18374—2008,5.24]

3.56

**纬纱 weft;filling**

与织物长度方向垂直,贯穿于织物宽度的纱线(3.46)。

3.57

**经纱面 warp surface**

经纱(3.55)覆盖面积大于纬纱(3.56)覆盖面积的织物表面。

注:当织物的两个表面其经纱和纬纱都具有相同的面积时不存在经纱面。

3.58

**平面机织物 plane woven fabric**

二维机织物 two-dimensional woven fabric

纱线(3.46)在二维平面中通过机织的方法交织形成的具有各种组织结构和规格的织物。

3.59

**平纹织物 plain weave fabric**

经纱(3.55)和纬纱(3.56)以一上一下的规律交织而成的机织物(3.54)。

3.60

**斜纹织物 twill weave fabric**

经组织点或纬组织点成连续斜向纹路的机织物(3.54)。

3.61

**缎纹织物 satin weave fabric**

相邻两根经纱(3.55)或纬纱(3.56)上的单独组织点相距较远,所有单独组织点分布有规律且不连续的机织物(3.54)。

3.62

**单向机织物 unidirectional woven fabric**

无纬布 unidirectional woven fabric

经向具有大量的纱线(3.46),而纬向只有少量(通常是较细的)纱线,织物的强度全部都在经向上的平面机织物(3.58)。

3.63

**碳纤维开纤织物 carbon fiber spread-tow fabric**

经纱(3.55)和纬纱(3.56)均采用碳纤维(3.1)展开丝束(3.45)织造的平面机织物(3.58)。

3.64

**三向机织物 triaxial woven fabric**

由互交角度为 $60^\circ$ 的三个系统纱线(3.46)交织而成的平面机织物(3.58)。

注:三向机织物通常以两根经纱(3.55)和一根纬纱(3.56)为一组,两根经纱分别从左、右方向与横向织入的纬纱成 $60^\circ$ 交织而成。

## 3.65

**三维机织物 three-dimensional woven fabric**

3D 机织物 3D woven fabric

多层经纱(3.55)和纬纱(3.56)在空间相互交织而成的,具有一定厚度结构稳定的整体织物。

## 3.66

**正交三向织物 three-directional orthogonal fabric**

三维正交织物 three-dimensional orthogonal fabric

垂直贯穿织物厚度的法向纱线(3.46)将面内相互垂直分布的多层经纱(3.55)和纬纱(3.56)接结在一起形成的三维机织物(3.65)。

## 3.67

**三维角联锁织物 three-dimensional angle-interlock woven fabric**

多层经纱(3.55)弯曲穿过若干层纬纱(3.56),并将多层纬纱接结在一起形成的三维机织物(3.65)。

注:根据经纱贯穿纬纱层的方式,三维角联锁织物可分为层间角联锁结构和贯穿角联锁结构。

## 3.68

**多层多向机织物 multi-ply multidirectional woven fabric**

多个由不同方向(例如 $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $\pm 45^\circ$ )纱线(3.46)组成的纱线层通过贯穿厚度方向的法向纱线接结在一起形成的三维机织物(3.65)。

## 3.69

**编织物 braided fabric; braid**

由三根或多根纱线(3.46)相互倾斜交织形成的织物。

注:织物中纱线方向和织物长度方向通常不呈 $0^\circ$ 或 $90^\circ$ 。

[来源:GB/T 18374—2008,5.3,有修改]

## 3.70

**二维编织物 two-dimensional braided fabric**

厚度不大于编织纱线(3.46)直径3倍的编织物(3.69)。

## 3.71

**三维编织物 three-dimensional braided fabric**

厚度大于编织纱线(3.46)直径3倍的整体编织物(3.69)。

## 3.72

**菱形编织物 diamond braided fabric**

织物图案为一上一下(1×1)的编织物(3.69)。

## 3.73

**常规编织物 regular braided fabric**

织物图案为二上二下(2×2)的编织物(3.69)。

## 3.74

**赫格利斯编织物 Hercules braided fabric**

织物图案为三上三下(3×3)的编织物(3.69)。

## 3.75

**三向编织物 triaxial braided fabric**

具有三个纱线(3.46)系统,其中一个沿编织轴的 $+\theta$ 方向,一个沿编织轴的 $-\theta$ 方向,一个在编织轴方向作为衬垫纱的编织物(3.69)。

3.76

**三维四向编织物 three-dimensional four-directional braided fabric**

采用四步法三维编织技术制备的,内部由四个空间取向纱线(3.46)形成的三维编织物(3.71)。

3.77

**三维多向编织物 three-dimensional multidirectional braided fabric**

在三维四向编织物(3.76)基础上分别增加沿织物长度、宽度或厚度等方向的纱线(3.46)系统形成的三维编织物(3.71)。

注:通常有三维五向编织物、三维六向编织物和三维七向编织物。

3.78

**三维层联编织物 three-dimensional multilayer interlock braided fabric**

斜向交织的编织纱线(3.46)贯穿若干编织层,通过层间联锁方式将多层编织纱接结在一起形成的三维编织物(3.71)。

3.79

**针织物 knitted fabric**

由一根或多根纱线(3.46)的线圈相互连锁而形成的织物。

注1:线圈是针织物的最小基本单元,是识别针织物的一个重要标志。

注2:根据纱线喂入的方向,针织物分为经编和纬编两大类。

3.80

**经编织物 warp-knitted fabric**

纱线(3.46)从经向喂入,弯曲成圈并互相串套而成的针织物(3.79)。

注:经编织物的特点是每根纱线在一个横列中只形成一个线圈,一个线圈横列由很多根纱线形成。

3.81

**纬编织物 weft-knitted fabric**

纱线(3.46)沿纬向喂入,弯曲成圈并互相串套而成的针织物(3.79)。

注1:纬编织物的特点是一根纱线就可以形成一个线圈横列。

注2:纬编可分为两种:纱线沿单向喂入编织成圈形织物的是圆机编织;纱线沿正、反两个方向变换编织形成织物的是横机编织。

3.82

**多轴向经编织物 multiaxial warp-knitted fabric**

无屈曲织物 non-crimp fabric

由经编线圈将经向、纬向和(或)斜向的多方向全幅衬垫纱线(3.46)束缚在一起形成的多层织物。

注:多轴向经编织物中每个方向的纱线都是平行准直(3.51)的。

3.83

**多轴向纬编织物 multiaxial weft-knitted fabric**

由纬编线圈将经向、纬向和斜向的多方向全幅衬垫纱线(3.46)束缚在一起形成的多层织物。

3.84

**非织造织物 nonwoven fabric**

无纺织物 nonwoven fabric

定向或随机排列的纤维(3.27)通过机械、化学、加热或熔融的方法以及这些方法的组合,实现纤维间的粘结或(和)抱合而形成的织物。

3.85

**碳纤维纸 carbon fiber paper**

以碳纤维(3.1)为主要原材料制备的纸。

3.86

**纤维网毡 fiber net felt**

网胎 fiber net felt

纤维(3.27)经短切、蓬化开松、梳理成网状、铺叠后通过化学或(和)机械方法使纤维接结在一起而形成的非织造织物(3.84)。

3.87

**碳纤维毡 carbon felt**

由聚丙烯腈纤维、粘胶纤维、沥青纤维或其预氧丝(3.20)经无纺工艺成型,再经预氧化(3.19)或碳化(3.22)处理制得的蓬松软质碳纤维制品(3.37)。

注:碳纤维毡分预氧毡和碳毡两种,通常成卷供应。

3.88

**针刺整体毡 needled integral felt**

用针刺对梳理后的纤维(3.27)铺叠层进行针刺,使上、下层纤维相互缠结形成一个密实整体的非织造织物(3.84)。

3.89

**针刺织物 needle punched fabric**

用针刺对单向机织物(3.62)和纤维网毡(3.86)的交替铺叠层进行针刺,使上、下层纤维(3.27)相互缠结而形成的纺织品(3.36)。

3.90

**细编穿刺织物 fine weave pierced fabric**

将多层碳纤维(3.1)机织物(3.54)叠合在一起,在垂直方向上用碳纤维丝束(3.42)致密穿刺而形成的三维碳纤维制品(3.37)。

注:细编穿刺织物通常用作碳/碳复合材料(5.7)的增强体(3.95)。

3.91

**缝合织物 stitched fabric**

用线密度很小的纱线(3.46)将一层或多层平行排列的无捻粗纱(3.43)缝合在一起形成的纺织品(3.36)。

3.92

**铺缝织物 tailored fiber placement fabric**

根据设计的结构和性能取向,采用单根丝束(3.42)在各种基础材料[如碳纤维(3.1)织物、玻璃纤维织物、预浸料(5.22)、海绵等]上进行任意角度的排布缝制出的具有精密尺寸和形状的纺织品(3.36)。

3.93

**预制体 preform**

纤维以一、二或三个维度排列,通过用加捻、交织、缠绕、针刺或编织等方法分布于最终复合材料(5.1)制件大致轮廓和厚度的,预先成形的纤维(3.27)增强材料(3.95)。

3.94

**混杂物 hybrid**

由两种或两种以上不同纤维(3.27)[如碳纤维(3.1)与玻璃纤维,碳纤维与芳纶纤维]构成的增强材料(3.95);或由两种或两种以上复合材料(5.1)体系的单层(5.35)所构成的复合材料层合制品。

3.95

**增强体 reinforcement****增强材料 reinforcing material**

加入基体(4.8)中能使其力学性能显著提高的材料。

[来源:GB/T 3961—2009,3.2.37]

## 4 基体和助剂术语

### 4.1

**粘结剂 binder**

定型剂 binder

在制造某种纤维(3.27)制品(如短切纤维毡)时,为使纤维在要求的分布状态下固定而施加于其上的化学制剂。

注:粘结剂可以是乳液状也可以是粉末状的。

[来源:GB/T 18374—2008,3.36,有修改]

### 4.2

**上浆剂 sizing; sizing agent**

浸润剂 sizing; sizing agent

在碳纤维(3.1)生产过程中施加于纤维(3.27)表面的化学制剂。

注:上浆剂的作用是使纤维集束,在纤维表面形成保护膜,改善纤维与基体(4.8)的界面(5.49)性能。

### 4.3

**油剂 finish**

施加到碳纤维前驱体(3.3)表面的化学制剂。

注:通常含有抗静电剂、润滑剂、成膜剂等,能在纤维(3.27)表面形成保护膜防止损伤。

### 4.4

**偶联剂 coupling agent**

能在基体(4.8)和增强材料(3.95)的界面(5.49)促进或建立更强结合的化学物质。

注:可施加在增强材料上也可添加于基体中或两者兼用。

[来源:GB/T 18374—2008,3.37,有修改]

### 4.5

**树脂 resin**

具有不同的、较高相对分子量的固态、半固态或假固态,以及液态,通常有一个软化或熔融范围,当受力作用时有流动倾向的有机物质。

注:在广义上泛指作为聚合物基复合材料(5.2)基体(4.8)使用的聚合物。

[来源:GB/T 3961—2009,3.3.21,有修改]

### 4.6

**热塑性树脂 thermoplastic resin; thermoplastics**

冷却后硬化,加热后能转变成熔融状态的聚合物。

### 4.7

**热固性树脂 thermoset resin**

经加热、化学催化或其他方式固化(4.14)后变为具有交联结构的不熔、不溶聚合物。

### 4.8

**基体 matrix**

复合材料(5.1)中包容填料(4.9)、纤维(3.27)的连续相。



### 4.9

**填料 filler**

为改善性能或为降低成本而加入树脂(4.5)中的,具有相对惰性的固体物质。

[来源:GB/T 3961—2009,3.3.25]

## 4.10

**胶粘剂 adhesive**

通过粘合作用使材料结合成整体的物质。

[来源:GB/T 3961—2009,3.3.10]

## 4.11

**促进剂 accelerator**

用量很少即可加快反应速率的物质。

[来源:GB/T 3961—2009,3.3.4,有修改]

## 4.12

**固化剂 curing agent**

使热固性树脂(4.7)发生化学交联,形成不溶、不熔网络结构的物质。

[来源:GB/T 3961—2009,3.3.7,有修改]

## 4.13

**凝胶 gel**

树脂(4.5)固化(4.14)过程中出现胶状的现象。

[来源:GB/T 3961—2009,3.4.87]

## 4.14

**固化 cure**

通过热、光、辐射或化学添加剂等的作用使热固性树脂(4.7)交联的过程或状态。

[来源:GB/T 3961—2009,3.4.44,有修改]

## 4.15

**A 阶段 A-stage**

热固性树脂(4.7)固化(4.14)反应过程中,树脂仍可溶于某种溶剂,并可能为液体或受热时能变成液体的阶段。

注:A阶段是热固性树脂固化反应过程中的早期阶段。

## 4.16

**B 阶段 B-stage**

热固性树脂(4.7)固化(4.14)反应过程中,树脂受热时变软但并不完全融化,或与某些溶剂接触时会出现溶胀但并不完全溶解的阶段。

注:B阶段是热固性树脂固化反应过程的中间阶段。

## 4.17

**C 阶段 C-stage**

热固性树脂(4.7)固化(4.14)反应过程中,树脂成为不溶、不熔固态的阶段。

注:C阶段是热固性树脂固化反应过程的最后阶段。

## 4.18

**储存期 shelf life****贮存寿命 shelf life**

## 贮存期 storage life

在规定的储存条件下,树脂(4.5)、胶粘剂(4.10)或预浸料(5.22)性能仍符合规范要求的最长存放时间。

[来源:GB/T 3961—2009,3.4.19,有修改]

4.19

**操作寿命 handling life**

在规定的操作环境条件下,预浸料(5.22)从储存环境中取出到完成在模具(5.75)上的铺贴(5.69)操作所允许的最长时间。

4.20

**台架寿命 staging life**

力学性能寿命 mechanical life

在规定的的环境条件下,从预浸料(5.22)铺贴在模具(5.75)上到复合材料(5.1)固化(4.14)工艺开始为止所允许的最长时间。

注:超出台架寿命,复合材料的力学性能会显著降低或达不到材料规范要求。

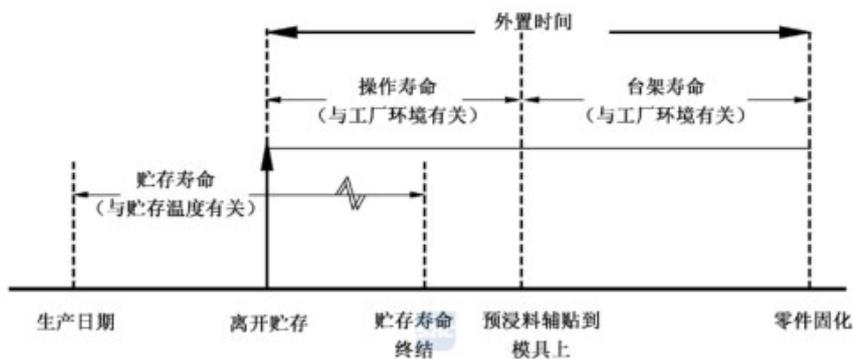
4.21

**外置时间 out-time**

外置寿命 out-time

操作寿命(4.19)与台架寿命(4.20)之和。

注:贮存寿命(4.18)、操作寿命、台架寿命和外置时间(4.21)之间的关系如下:



4.22

**运输寿命 in-transit life**

材料从起运时刻到接收时刻的最长允许运输时间。

注:此时间内材料处于运输过程。

4.23

**适用期 working life; pot life**

正常施工条件下,已制备好的含有固化剂(4.12)、促进剂(4.11)或其他组分的树脂(4.5)能满足工艺要求的最长操作时间。

5 碳纤维复合材料术语

5.1

**复合材料 composite; composite material**

由两种或两种以上物理、化学性能不同的材料,通过物理或化学的方法复合而成,其中的组分(5.48)相互协同作用,但彼此独立,各自保持其固有的物理、化学和机械等特性,且其间存在界面(5.49)的多相固体材料。

## 5.2

**聚合物基复合材料** **polymer matrix composite**

树脂基复合材料 **resin matrix composite**

以热固性树脂(4.7)或热塑性树脂(4.6)为基体(4.8)的复合材料(5.1)。

注：按聚合物(树脂)的类型不同,可分为热固性树脂基复合材料(5.3)和热塑性树脂基复合材料(5.4)。

## 5.3

**热固性树脂基复合材料** **thermoset resin matrix composite**

以热固性树脂(4.7)为基体(4.8)的复合材料(5.1)。

注：热固性树脂在复合材料形成过程中发生固化(4.14)反应,具有不溶、不熔的特点。

## 5.4

**热塑性树脂基复合材料** **thermoplastic resin matrix composite**

以热塑性树脂(4.6)为基体(4.8)的复合材料(5.1)。

## 5.5

**金属基复合材料** **metal matrix composite**

以金属为基体(4.8),以纤维(3.27)、晶须(3.28)、颗粒等为增强体(3.95)的复合材料(5.1)。

## 5.6

**陶瓷基复合材料** **ceramic matrix composite**

以陶瓷材料为基体(4.8),以纤维(3.27)、晶须(3.28)、颗粒等为增强体(3.95)的复合材料(5.1)。

## 5.7

**碳/碳复合材料** **carbon/carbon composite**

以碳纤维(3.1)为增强体(3.95),以碳为基体(4.8)的复合材料(5.1)。

## 5.8

**水泥基复合材料** **cement matrix composite**

以水泥为基体(4.8),以纤维(3.27)、填料(4.9)、化学助剂和水制成的复合材料(5.1)。

## 5.9

**碳纤维复合材料** **carbon fiber composite**

以碳纤维(3.1)为增强体(3.95)或功能体,以聚合物、金属、陶瓷、碳等为基体(4.8)的复合材料(5.1)。

## 5.10

**非连续纤维增强复合材料** **discontinuous fiber-reinforced composite**

不连续纤维增强复合材料 **discontinuous fiber-reinforced composite**

由非连续纤维(3.39)增强的复合材料(5.1)。

注：非连续纤维可以是晶须(3.28)或短切纤维。

## 5.11

**连续纤维增强复合材料** **filamentary fiber-reinforced composite**

由连续纤维(3.38)增强的复合材料(5.1)。

## 5.12

**纤维增强复合材料** **fiber-reinforced composite**

由连续纤维(3.38)或非连续纤维(3.39)增强基体(4.8)形成的复合材料(5.1)。

## 5.13

**织物增强复合材料** **fabric-reinforced composite**

由机织物(3.54)、针织物(3.79)或编织物(3.69)增强基体(4.8)形成的复合材料(5.1)。

5.14

**短切纤维复合材料 chopped fiber composite**

由切短至一定长度(通常为几毫米至几十毫米)的纤维(3.27),通过适当的方法被基体(4.8)材料浸渍或与基体材料混合制成的复合材料(5.1)。

注:典型的短切纤维复合材料有 SMC(5.19)、BMC(5.20)、DMC(5.21)和 GMT(玻璃纤维毡增强热塑性塑料片材)、CMT(碳纤维毡增强热塑性塑料片材)的制品。

5.15

**长纤维增强塑料 long fiber reinforced thermoplastics; LFT**

由长度不小于 10 mm 的纤维(3.27)和热塑性树脂(4.6)混合制成的,纤维沿粒料长度方向取向的料粒。

注:长纤维增强塑料主要用于模压成型(5.98)或注塑成型。

5.16

**混杂纤维复合材料 hybrid fiber composite**

由两种或两种以上不同纤维(3.27)[如碳纤维(3.1)和玻璃纤维,碳纤维和芳纶纤维]增强同一种基体(4.8)的复合材料(5.1)。

[来源:GB/T 3961—2009,3.1.22,有修改]

5.17

**复合材料与金属组[合]件 composites and metal assemblies**

复合材料(5.1)与金属通过胶接、焊接或紧固件连接所构成的一个整体。

5.18

**配混料 compound**

可随时成型和固化(4.14),具有最终成品所需各种材料的聚合物与增强纤维(3.27)的混合物。

5.19

**片状模塑料 sheet moulding compound; SMC**

由树脂(4.5)基体(4.8)、短切或未经短切的增强纤维(3.27)、填料(4.9)(有时不加填料)以及各种添加剂经充分混合制成的,厚度为 1 mm~25 mm 的薄片状中间制品。

注:片状模塑料可以通过化学增稠剂提高黏稠度。

[来源:GB/T 18374—2008,7.17,有修改]

5.20

**块状模塑料 bulk moulding compound; BMC**

由树脂(4.5)基体(4.8)、短切的增强纤维(3.27)、特定的填料(4.9)(有时不加填料)以及各种添加剂,经充分混合而成的块状中间制品。

注:块状模塑料通过添加化学增稠剂提高黏稠度。

[来源:GB/T 18374—2008,7.10,有修改]

5.21

**团状模塑料 dough moulding compound; DMC**

不添加化学增稠剂的块状模塑料(5.20)。

注:团状模塑料通过增加填料(4.9)提高黏稠度。

[来源:GB/T 18374—2008,7.24]

5.22

**预浸料 prepreg; preimpregnate**

浸渍了热固性树脂(4.7)或热塑性树脂(4.6)基体(4.8)的丝束(3.42)或织物制成的,用于制造复合

材料(5.1)的中间制品。

注：预浸料制品形式有片状、带状或扁丝束状，可贮存备用(热固性基体通常需冷藏)。

#### 5.23

**单向预浸料 unidirectional prepreg**

以平行排列的准直(3.51)的连续纤维(3.38)为经向，纬向没有或加少量纤维(3.27)的预浸料(5.22)。

#### 5.24

**预浸带 UD tape**

对单向预浸料(5.23)做精密分切形成的，具有一定宽度的条带。

注：预浸带主要用于自动铺带(5.73)工艺。

#### 5.25

**分切[预浸]窄带 slit tape**

分切丝 slit tape

对单向预浸料(5.23)做精密分切形成的近似丝状的窄带。

注：分切预浸窄带主要用于自动铺丝(5.72)工艺。

#### 5.26

**丝束预浸带 towpreg; prepreg tow**

由单根丝束(3.42)经树脂(4.5)浸渍制成的扁平条带状预浸料(5.22)。

注：丝束预浸带主要用于自动铺丝(5.72)和缠绕成型(5.96)工艺。

#### 5.27

**干预浸带 binder coated tow**

表面涂覆粘接剂(4.1)的碳纤维(3.1)丝束(3.42)。

注：干预浸带主要用于自动铺丝(5.72)和液体成型(5.103)工艺。

#### 5.28

**碳纤维拉挤件 carbon fiber pultrusion products**

以连续碳纤维(3.1)丝束(3.42)、无捻粗纱(3.43)、织物、预浸料(5.22)等为主要原料，采用拉挤成型(5.97)工艺制造的碳纤维复合材料(5.9)制件。

注：板状制件通常称为拉挤板，型材通常称为拉挤型材。

#### 5.29

**气体扩散层(燃料电池) gas diffusion layer; GDL**

以碳纤维纸(3.85)或碳纤维(3.1)织物为主体材料，浸渍液态有机聚合物并高温烧结，再经表面疏水化和碳粉涂层处理制得的，用作质子交换膜燃料电池的膜电极关键组成部件的材料。

#### 5.30

**层合板 laminate**

**层压板 laminate**

多个单层(5.35)沿某一参考轴单向或多向叠合压实而成的纤维增强复合材料(5.12)。

#### 5.31

**X轴 X-axis**

在层合板(5.30)平面内作为 $0^\circ$ 基准，用以标明单层(5.35)铺放角度的轴。

#### 5.32

**Y轴 Y-axis**

在层合板(5.30)平面内与X轴相垂直的轴。

5.33

**Z 轴 Z-axis**

垂直于层合板(5.30)平面的基准轴。

5.34

**X-Y 平面 X-Y plane**

与层合板(5.30)平面相平行的基准面。

5.35

[单]层 **ply; lamina; layer**

复合材料层合结构设计和构造中具有规定取向的基本单元。

注：有时也称为铺层。

5.36

**铺层 lay-up**

按设定顺序和取向铺叠的预浸料(5.22)或增强材料(3.95)铺叠层组合体,包括预浸料或增强材料铺叠层组合体,真空袋材料,透气毡等材料的完整组合体和层合板(5.30)组合材料的统称。

5.37

**层数 ply count**

构成层合复合材料(5.1)的单层(5.35)数。

5.38

**层间 interlaminar**

层合板(5.30)单层(5.35)之间的区域。

5.39

**层内 intralaminar**

层合板(5.30)单层(5.35)之内的区域。

5.40

**层合板取向 laminate orientation**

交叉铺设层合板(5.30)的结构形态。

注：层合板取向包括交叉铺层(5.36)的角度、每个角度的层数(5.37)以及单层(5.35)的铺设顺序。

5.41

**均衡层合板 balanced laminate**

所有非 $0^\circ$ 和非 $90^\circ$ 的其他相同角度的单层(5.35)均只正负成对出现(但未必相邻)的层合板(5.30)。

5.42

**对称层合板 symmetrical laminate**

中面下部的铺层(5.36)顺序与中面上部的铺层顺序呈镜面对称的层合板(5.30)。

5.43

**均衡对称层合板 balanced symmetrical laminate**

既均衡又对称的层合板(5.30)。

5.44

**准各向同性层合板 quasi-isotropic laminate**

在某个给定点所关心的本构关系特性在平面内呈各向同性的均衡对称层合板(5.43)。

5.45

**正交铺层层合板 crossply laminate**

由 $0^\circ$ 和 $90^\circ$ 方向的单层(5.35)组成的层合板(5.30)。

5.46

**正交各向异性** **orthotropic; orthotropy**

具有三个互相垂直的弹性对称平面的材料性能表现。

5.47

**横观各向同性** **transversely isotropic; transverse isotropy**

呈现在两个横向维度上具有相同的性能,而在纵向维度上不相同的特殊正交各向异性的材料性能表现。

5.48

**组分** **constituent**

构成复合材料(5.1)中独立物理相的单独材料。

注:组分主要指纤维(3.27)与基体(4.8)材料。

5.49

**界面** **interface**

复合材料(5.1)中各独立物理相之间的接触面。

[来源:GB/T 3961—2009,3.1.30] 

5.50

**界面相** **interphase**

复合材料(5.1)中基体(4.8)和纤维(3.27)之间形成的过渡区域。

[来源:GB/T 3961—2009,3.1.31,有修改]

5.51

**宏观[性能](复合材料)** **macro**

复合材料(5.1)作为结构件的总体性能或特性,不考虑各组分(5.48)的个别性能或特性。

5.52

**细观[性能](复合材料)** **meso; micro**

复合材料(5.1)各组分(5.48)和界面(5.49)的性能。

5.53

**夹层结构** **sandwich [construction]****夹芯结构** **sandwich [construction]**

由面板(5.56)与轻质芯材(5.54)胶接而成的层状复合结构。

注:按芯材形式或材料的不同,通常有蜂窝、波纹和泡沫夹层结构等。

[来源:GB/T 3961—2009,3.1.27,有修改]

5.54

**芯材** **core**

夹层结构(5.53)的中间层。

注:相对于面板(5.56),芯材的密度较低,厚度较厚。

5.55

**蜂窝芯材** **honeycomb core**

由片状材料制成的,具有薄壁细胞结构的芯材(5.54)。

注:通常蜂窝芯材的外观类似蜂窝的六角形结构。但实际上,其他的结构也被称为“蜂窝”,包括但不限于,OX(过度膨胀)形、伸缩形、管形和燕尾形。蜂窝芯材表现出各向异性行为。

5.56

**面板** **face sheet**

夹层结构(5.53)的外层。

注:相对于芯材(5.54),面板的厚度通常较薄,密度更高。

5.57

**面板凹陷 face sheet dimpling**

夹层结构(5.53)中,由于局部压应力或剪切应力(或两者兼之)作用而使面板(5.56)嵌入或脱离不连续芯材(如蜂窝)中某个单胞的凹陷;或复合材料(5.1)面板在芯材(5.54)上固化(4.14)过程中形成的芯材单胞的变形。

5.58

**面板皱屈 face sheet wrinkle**

夹层结构(5.53)中,面板(5.56)在面内压缩力作用下嵌入或脱离芯材(5.54)的局部弹性失稳(屈曲)。

注1:这种由应力引起的缺陷通常会贯穿夹芯板的宽度,并可能导致夹芯板破坏。

注2:参见皱褶(5.59)。

5.59

**皱褶 wrinkle**

在纤维增强复合材料(5.12)中,由于铺贴(5.69)错误或工艺诱导引起的单层(5.35)移动,在一层或几层中产生小褶皱、折痕或起伏,导致增强纤维(3.27)的面外(贯穿厚度)变形。

注:参见面板皱屈(5.58)。

5.60

**芯材剪切失稳 core shear instability**

横向剪切作用下夹层结构(5.53)的芯材(5.54)屈曲。

注:在面内压缩或剪切荷载作用下,夹层结构的芯材剪切失稳贯穿芯材的厚度发生,由于面板(5.56)支撑量减少而局部失效可能导致构件破坏。有时也被称为“剪切卷曲”。

5.61

**整体复合材料结构 integral composite structure**

整体固化(4.14)成型的单个复杂连续的或不用任何机械紧固件装配的复合材料(5.1)结构。

注:非整体结构的常规制造方法是将几个结构件或制件分别制造后用紧固件装配而成。

5.62

**粘合 adhesion**

通过化学键力或物理力或两者同时作用,使两个接触面结合在一起的状态。

5.63

**二次胶接 secondary bonding**

用胶粘剂(4.10)将两个或两个以上已经固化(4.14)的复合材料(5.1)制件粘合(5.62)成一个整体的工艺方法。

[来源:GB/T 3961—2009,3.4.29]

5.64

**共胶接 cobond**

用胶粘剂(4.10)在同一固化周期(5.66)中将已经固化(4.14)和尚未固化的复合材料(5.1)制件固化并粘合(5.62)成一个整体的工艺方法。

[来源:GB/T 3961—2009,3.4.43,有修改]

5.65

**共固化 cocure**

不同的复合材料(5.1)制件在一次固化(4.14)过程中同时完成自身固化和相互胶接的固化工艺方法。

[来源:GB/T 3961—2009,3.4.42]

5.66

**固化周期** cure cycle

为达到规定的性能,将待反应的热固性材料置于规定的条件下进行处理的时间。

5.67

**后固化** postcure

不再加压的补充高温固化(4.14)。

注:后固化用以提高玻璃化转变温度(6.31)、改善最终性能或完善固化过程。

5.68

**固化应力** cure stress

固化残余应力 cure residual stress

在固化(4.14)过程中产生的固化后未释放的内应力。

5.69

**铺贴** lay-up

制作复合材料(5.1)时,用手工或机器按规定的顺序和取向将材料逐层叠合的操作过程。

5.70

**手工铺贴** hand lay-up

在模具(5.75)或工作台面上用手工按规定的顺序和取向将材料逐层叠合的操作过程。

5.71

**湿铺贴** wet lay-up

在增强材料(3.95)铺贴(5.69)就位的同时或之后,施加液态树脂(4.5)体系的聚合物基复合材料(5.2)制件制造方法。

5.72

**自动铺丝** automated fiber placement; AFP

自动纤维铺放 automatic fiber placement

利用自动纤维铺放机将预浸丝束或窄带按要求自动铺放到模具(5.75)上的铺贴(5.69)工艺。

[来源:GB/T 3961—2009,3.4.140,有修改]

5.73

**自动铺带** automatic tape laying; automated tape laying; ATL

利用自动铺带机将预浸带(5.24)按要求逐层自动铺放到模具(5.75)上的铺贴(5.69)工艺。

5.74

**预压实** debulking

铺贴(5.69)操作中,使用临时真空袋抽真空去除预浸料(5.22)中部分可挥发成分和单层(5.35)间夹裹的空气压实铺层(5.36)的过程。

注:当使用模压成型(5.98)工艺制作复合材料(5.1)制件时,预压实是指将预混料装于模具(5.75)后,升温前先施加一定的压力使预混料尽可能压实的操作过程。

5.75

**模具** mold; die; tool

成型中赋予复合材料(5.1)制件形状所用部件的组合物。

[来源:GB/T 3961—2009,3.4.76]

5.76

**均压板** caul; caul plate

在复合材料(5.1)层合制件预压实(5.74)或成型固化(4.14)过程中起到均布压力和表面赋形作用的平板或具有设计外形的工具。

5.77

**辅助材料 auxiliary material**

受控消耗性材料 controlled expendable materials

在复合材料(5.1)制件成型过程中,为保证工艺正常进行所必须的,不构成制件本身的其他材料。

注:辅助材料通常有吸胶材料(5.78)、脱模布(5.80)、隔离膜(5.81)等。

[来源:GB/T 3961—2009,3.4.35,有修改]

5.78

**吸胶材料 bleeder**

由纤维(3.27)或织物构成的,制造聚合物基复合材料(5.2)制件时铺放在制件表面或四周,便于在成型固化(4.14)过程中排出气体,吸附多余树脂(4.5)用的多孔疏松非结构层材料。

注:常用的吸胶材料有玻璃纤维布、纤维毡、滤纸等,固化后被除去,不构成复合材料制件的一部分。

5.79

**剥离层 peel ply**

与复合材料表面共固化(5.65),用于保护复合材料(5.1)胶接面,不含可迁移化学脱模剂的织物。

注:胶接操作前将其剥离,得到具有清晰织纹的清洁胶接面。

5.80

**脱模布 release fabric**

制造聚合物基复合材料(5.2)制件时,铺放在制件与模具(5.75)之间,使制件更容易从模具上取出的织物。

5.81

**隔离膜 release film**

防止聚合物基复合材料(5.2)制件在成型固化(4.14)时粘附于其他材料上的膜状材料。

5.82

**随炉件 processing control panel; traveler**

与复合材料(5.1)制件的材料和工艺相同,并同时、同条件成形固化(4.14)得到的(也可从复合材料制件预留余量中切取),用以对工艺过程进行监控,评定制件质量的试件(7.50)。

5.83

**制造缺陷 manufacturing defect**

制造过程中出现的可能导致强度、刚度和尺寸稳定性不同程度退化的异常或缺陷。

5.84

**富树脂区 resin-rich area**

聚合物基复合材料(5.2)制件中局部树脂含量较制件平均树脂含量高出较多的区域。

[来源:GB/T 3961—2009,3.4.36,有修改]

5.85

**贫树脂区 resin-starved area**

聚合物基复合材料(5.2)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。

[来源:GB/T 3961—2009,3.4.92,有修改]

5.86

**干纤维区 dry fiber area**

干斑 dry spot

纤维(3.27)未被树脂(4.5)完全包覆(浸渍)的区域。

5.87

**架桥 bridging**

一个或多个单层(5.35)在跨越圆角或台阶等处时与其他单层之间未完全接触的现象。

5.88

**空隙 void****孔隙 porosity**

纤维(3.27)增强体(3.95)或复合材料(5.1)内部的缝隙、空腔或气泡。

5.89

**夹杂 inclusion**

在材料或零件内部出现的物理或机械的不连续现象。

注：通常指封进内部的固体异物。

5.90

**分层 delamination**

由制造缺陷(5.83)或层间(5.38)应力等引起的层合复合材料(5.1)的层间分离现象。

5.91

**退化 degradation**

在化学结构、物理特性或外观等方面出现的有害变化。

注：退化通常由老化、腐蚀、疲劳或应力等引起。

5.92

**弱胶接 weak bond**

胶接力学性能低于预期,但难以通过正常的无损检测(6.131)方法检出的胶接缺陷。

5.93

**脱胶 disbond****粘接失效 disbond**

两个胶接体的胶接面间出现的胶接破坏或分离。

5.94

**去胶 debond**

为修理或重新加工的目的而有意将胶接接头或胶接面剥离的处理。

5.95

**未粘结 unbond**

两个胶接体胶接面内预期的粘合(5.62)作用未能发生,或为模拟粘接缺陷,而有意防止其胶接。

5.96

**缠绕[成型] filament winding**

在控制张力和预定线型的条件下,将浸渍树脂(4.5)的无捻粗纱(3.43)、织物等连续缠绕到芯模上生产复合材料(5.1)制件的成型方法。

[来源:GB/T 3961—2009,3.4.7,有修改]

5.97

**拉挤[成型] pultrusion**

浸渍了树脂(4.5)的无捻粗纱(3.43)、织物或毡等制品在牵引设备的拉引下从确定几何形状的加热模具(5.75)中挤出成形并固化(4.14)连续生产复合材料(5.1)型材(截面形状、尺寸恒定)的成型方法。

[来源:GB/T 3961—2009,3.4.70,有修改]

5.98

**模压〔成型〕 compression molding**

在闭合模腔内,通过加压和加热,制备具有规定形状和尺寸**复合材料(5.1)**制件的成型方法。

[来源:GB/T 3961—2009,3.4.79,有修改]

5.99

**湿法模压 wet compression molding;WCM**

在纤维(3.27)铺层(5.36)表面喷涂或涂刷树脂(4.5)后再进行**模压成型(5.98)**的**复合材料(5.1)**制件成型方法。

5.100

**复合模塑 overmolding**

**包覆成型 overmolding**

先用一种材料模塑制件的主体,再使用另外一种材料围绕该制件注塑形成边缘、筋条、连接点等完成最终制件的两种模塑工艺叠加的**复合材料(5.1)**制件成型方法。

5.101

**真空袋成型 vacuum bag molding**

用多孔透气的柔性布和不透气的薄膜依次盖在铺层(5.36)上且沿四周密封于**模具(5.75)**上,在铺层与薄膜之间抽真空,在负压作用下压实铺层的**复合材料(5.1)**成型方法。

5.102

**热压罐成型 autoclave molding**

将铺层(5.36)、夹层结构(5.53)、胶接结构等用真空袋密封在**模具(5.75)**上并置于热压罐中,利用热压罐内部的高温压缩气体进行加热、加压,在真空状态下完成**固化(4.14)**的**复合材料(5.1)**制件成型方法。

5.103

**液体成型 liquid composite molding;LCM**

将纤维(3.27)增强材料(3.95)预先置于**模具(5.75)**内,通过压力注射或(和)真空抽注将液态树脂(4.5)注入模具中流动并浸渍纤维,或加热熔融预先置入模腔内的树脂膜浸渍纤维,然后**固化(4.14)**成型的**复合材料(5.1)**成型方法。

注:液体成型(LCM)是树脂传递模塑(5.104)、真空辅助树脂传递模塑(5.105)、高压树脂传递模塑(5.106)、高压压缩树脂传递模塑(5.107)、真空辅助树脂导入(5.108)、树脂膜熔渗(5.109)等一类**复合材料成型方法**的总称。

5.104

**树脂传递模塑 resin transfer molding;RTM**

将纤维(3.27)增强材料(3.95)预先置于**封闭模具(5.75)**内,通过压力注射或(和)真空抽注导入液态树脂(4.5)浸渍纤维并**固化(4.14)**成型的**复合材料(5.1)**成型方法。

[来源:GB/T 3961—2009,3.4.108,有修改]

5.105

**真空辅助树脂传递模塑 vacuum assisted resin transfer molding;VARTM**

将纤维(3.27)增强材料(3.95)预先置于**封闭模具(5.75)**内,在真空作用下(可同时有注射压力)导入低黏度树脂(4.5),然后**固化(4.14)**成型的**复合材料(5.1)**成型方法。

5.106

**高压树脂传递模塑 high pressure resin transfer molding;HP-RTM**

将纤维(3.27)增强材料(3.95)预先置于**封闭模具(5.75)**内,利用高压注射将液体树脂(4.5)注入到

模腔内,树脂流动充模浸渍纤维,然后固化(4.14)成型的复合材料(5.1)成型方法。

## 5.107

**高压压缩树脂传递模塑 high pressure compression resin transfer molding; HP-CRTM**

将纤维(3.27)增强材料(3.95)置于模腔内,闭合模具(5.75)达到模腔密封状态同时在增强材料与模腔之间预留一定的间隙,注入树脂(4.5)实现树脂在增强材料面内的快速流动充模,树脂注入完成后,施加高压压力使模具完全闭合,随着闭合压力树脂完成在厚度方向对增强材料的浸渍与充模,然后固化(4.14)成型的树脂传递模塑(5.104)和模压成型(5.98)相结合的复合材料(5.1)成型方法。

## 5.108

**真空辅助树脂导入 vacuum assisted resin injection; VARI**

将纤维(3.27)增强材料(3.95)铺贴(5.69)在单面刚性模具(5.75)上,覆盖柔性真空袋,密封后通过抽真空排除纤维中的气体,利用真空负压的驱动使树脂(4.5)流动、渗透实现对纤维的浸渍,并在真空下固化(4.14)成型的复合材料(5.1)成型方法。

## 5.109

**树脂膜熔渗 resin film infusion; RFI**

树脂膜渗透 resin film infusion

将树脂膜放入模具(5.75)内,在其上铺放纤维(3.27)增强材料(3.95),加热使树脂膜熔化,在真空和外压作用下排除纤维中的气体,使树脂渗透并浸渍纤维,然后固化(4.14)成型的复合材料(5.1)成型方法。

## 5.110

**焊接 welding**

采用加热和加压或其他方法,使热塑性树脂(4.6)或热塑性树脂基复合材料(5.4)的两个或多个表面熔合成为一个整体的工艺方法。

## 5.111

**化学气相沉积 chemical vapor deposition; CVD**

气体经气相分解反应或两种以上气体经化学反应,在基体上析出固体的工艺技术。

## 5.112

**化学气相浸渗 chemical vapor infiltration; CVI**

化学气相渗透 chemical vapor infiltration

使反应气体扩散至纤维(3.27)预制体(3.93)或多孔碳/碳复合材料(5.7)空隙(5.88)中,在纤维或基体(4.8)碳表面上进行化学气相沉积(5.111)的工艺技术。

## 5.113

**浆料浸渗 slurry infiltration**

用由陶瓷颗粒、分散剂、悬浮剂等组成的固相含量高且流动性好的浆料浸渍渗透纤维(3.27)预制体(3.93)或多孔坯料的工艺技术。

## 5.114

**液态金属浸渗 liquid metal infiltration**

将液体金属材料填充到增强体(3.95)内的空隙(5.88)中制备复合材料(5.1)的工艺技术。

## 5.115

**反应熔渗 reactive melt infiltration; RMI**

反应性熔体浸渍 reactive melt infiltration

将熔融金属混合物或熔融硅渗入到纤维(3.27)预制体(3.93)或多孔碳/碳复合材料(5.7)空隙(5.88)中并与预制体纤维表面涂层碳或多孔碳/碳复合材料中的基体碳原位反应形成碳化物基体的工艺技术。

5.116

**浸渍碳化 impregnation and carbonization**

碳纤维(3.1)预制体(3.93)或多孔碳/碳复合材料(5.7)经浸渍树脂(4.5)或浸渍沥青硬化后,在惰性气氛中热处理使树脂或沥青碳化转化为碳基体(4.8)的工艺技术。

5.117

**先驱体浸渍热解 precursor infiltration pyrolysis; PIP**

在真空或压力作用下,液态有机聚合物先驱体(溶解在溶剂中或熔融)浸渍纤维(3.27)预制体(3.93)或多孔碳/碳复合材料(5.7)或碳/陶复合材料,经干燥或交联固化后,在惰性气氛中热处理使有机聚合物热解转化为陶瓷基体(4.8)的工艺技术。

5.118

**等静压 isostatic pressing**

应用静压力实现固体粉料致密成型的工艺技术。

注:等静压通常在室温条件下(冷等静压)通过液体介质或在高温条件下(热等静压)通过气体介质加压实现。

5.119

**增材制造 additive manufacturing; AM**

3D 打印 3D printing

以数字模型文件为基础,以材料累加为基本特征,通过软件与数控系统将专用的材料以挤压、烧结、熔融、光固化、喷射等方式逐层堆积,直接制造出实体物品的材料加工与成型技术。

5.120

**碳纤维复合材料回收 carbon fiber composite recycling**

通过热分解、溶剂分解以及超临界流体分解等技术对碳纤维复合材料(5.9)进行碳纤维(3.1)与基体(4.8)材料的分离及再利用。

6 性能与表征术语

6.1

**均质性 homogeneity**

对成分均匀或性能在内部每一点处均相同的材料或无内部物理边界的介质特性的描述。

6.2

**多相性 heterogeneity**

对由各自单独可辨的不相似成分组成的材料或内部边界分开且性能不同的区域所组成的介质特性的描述。

注:非均质材料不一定是多相的。

6.3

**微观形貌 micro appearance**

材料在微米尺度下的表现形态或样貌。

6.4

**微观结构 microstructure**

材料在分子或分子聚集体层面上的构型或排列(或聚集)方式。

6.5

**碳含量(碳纤维) carbon content**

含碳量 carbon content

碳纤维(3.1)中碳元素的质量分数。

## 6.6

**上浆剂含量** sizing content

浸润剂含量 sizing content

施加于纤维(3.27)上的上浆剂(4.2)质量占纤维和上浆剂总质量的百分比。

## 6.7

**灰分(碳纤维)** ash

碳纤维(3.1)灼烧残余物。

## 6.8

**纤维表观直径** apparent fiber diameter

非圆形截面的纤维(3.27)按实际截面积折算成相同的圆形截面积计算所得到的直径。

注：纤维表观直径以微米( $\mu\text{m}$ )为单位。

## 6.9

**线密度** linear density

带或不带上浆剂(4.2)的纱线(3.46)单位长度的质量。

注：线密度以特克斯(tex)为单位。1 tex 等于每 1 000 m 长的纱线质量为 1 g, 即 1 tex=1 g/km。

[来源:GB/T 18374—2008, 2.37, 有修改]

## 6.10

**捻度** twist

纱线(3.46)沿轴向一定长度内的捻回数。

注：捻度一般以捻数每米表示。

[来源:GB/T 18374—2008, 2.23]

## 6.11

**捻向** direction of twist

对纱线(3.46)加捻的方向。

注：捻向用大写字母 S 和 Z 表示。若纱线围绕其中心轴的螺旋纹与字母 S 中段的偏斜方向一致, 称其为 S 捻, 若方向相反, 则称其为 Z 捻。

## 6.12

**纱线横截面积** cross-sectional area of yarn

纱线(3.46)的线密度(6.9)与密度之比。

注：纱线横截面积通常以平方毫米( $\text{mm}^2$ )为单位。

## 6.13

**硬挺度(纱线)** stiffness

纱线(3.46)抵抗弯曲变形的能力。

注：硬挺度以一定长度的纱线以中心位置为支点自由下垂, 在指定高度处两侧悬置端之间的距离表示, 通常以毫米(mm)为单位。

## 6.14

**钩接强力** loop tenacity

将两根丝束(3.42)相互勾结套成环状, 或将一根丝束穿入特制钢丝套中, 拉伸至钩接处断裂时测得的载荷。

注：钩接强力以牛顿(N)或牛顿每特克斯(N/tex)为单位。

## 6.15

**起毛量** fuzz mass

规定长度或质量下的丝束(3.42)中断裂的单丝形成的断头、毛团的质量。

6.16

**集束性 clustered**

纤维(3.27)束中单丝(3.31)与单丝相互抱合聚集成捆(束)的能力。

6.17

**单位面积质量 mass per unit area**

面密度 areal density

平面材料的质量与面积之比。

6.18

**织物厚度 thickness of fabric**

在规定的压力下,所测定的织物两表面间的垂直距离。

[来源:GB/T 18374—2008,5.52]

6.19

**织物密度 fabric count**

织物经向和纬向单位长度内的纱线(3.46)根数。

6.20

**经密 warp (end) count**

织物纬向单位长度内的经纱(3.55)根数。

注:经密以根数每厘米表示。

6.21

**纬密 weft (pick) count**

织物经向单位长度内的纬纱(3.56)根数。

注:纬密以根数每厘米表示。

6.22

**弯曲硬挺度(织物) flexural stiffness**

织物抵抗弯曲变形的刚柔程度。

[来源:GB/T 18374—2008,5.36]



6.23

**幅宽 width**

织物最外侧两根经纱(3.55)外缘之间的垂直距离。

6.24

**纤维浸润性 fiber wettability**

纤维(3.27)被树脂(4.5)胶液润湿的能力。

[来源:GB/T 3961—2009,3.4.123,有修改]

6.25

**渗透率 permeability**

在一定压差下,作为液体流动多孔介质的纤维(3.27)增强体(3.95)对树脂(4.5)传导能力的定量表征参数。

6.26

**铺覆性 drapability**

预浸料(5.22)对模具不同曲率表面的适应性。

6.27

**耐磨性能 wearable capability**

材料在使用过程中抵抗外力摩擦的能力。

注:耐磨性能通常以特定环境和摩擦状态下磨断的次数或时间衡量。

6.28

**环氧当量 epoxy equivalent weight**

含有一摩尔环氧基的树脂(4.5)的质量。

注：环氧当量以克每摩尔(g/mol)为单位。

6.29

**黏度 viscosity**

流体内部抵抗流动的阻力。

6.30

**凝胶时间 gel time**

在特定温度条件下,树脂(4.5)胶液达到凝胶(4.13)状态所需要的时间。

[来源:GB/T 3961—2009,3.4.89]

6.31

**玻璃化转变温度 glass transition temperature** $T_g$ 

无定形聚合物或部分结晶聚合物的无定形区在高弹态和玻璃态之间发生可逆变化温度范围的近似中点值。

6.32

**热变形温度 heat deflection temperature; HDT**

在等速升温的传热介质中,试样(7.50)在简支梁静态弯曲负荷作用下弯曲变形达到规定值时的温度。

6.33

**纤维面密度 fiber areal weight; FAW**

单位面积预浸料(5.22)中纤维(3.27)的质量。

注：纤维面密度通常以克每平方米(g/m<sup>2</sup>)为单位。

6.34

**挥发分 volatile**

预浸料(5.22)在指定温度下烘烤处理后,以气体形式脱离预浸料的溢出物质。

6.35

**挥发分含量 volatile content**

预浸料(5.22)在指定温度下烘烤处理后,溢出物质质量与总质量的百分比。

6.36

**树脂流动度 resin flow of prepreg**

预浸料(5.22)中树脂(4.5)体系流动性的量度。

注：通常指在规定的温度、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。

6.37

**黏性(预浸料) tack**

预浸料(5.22)表面的黏附性。

注：以特定接触面与预浸料表面分离所需的力或应力表示。

6.38

**基体含量 matrix content**

复合材料(5.1)中基体(4.8)材料体积或质量与总体积或总质量的百分比。

注：在聚合物基复合材料(5.2)中,称为树脂含量。

6.39

**纤维含量 fiber content**

复合材料(5.1)中纤维(3.27)体积或质量与总体积或总质量的百分比。

6.40

**纤维质量含量 fiber content by mass**

复合材料(5.1)中纤维(3.27)质量与总质量的百分比。

6.41

**纤维体积含量 fiber content by volume**

复合材料(5.1)中纤维(3.27)体积与总体积的百分比。

6.42



**空隙含量 void content**

孔隙率 porosity

纤维(3.27)增强体(3.95)或复合材料(5.1)中空隙(5.88)体积与总体积的百分比。

6.43

**浸胶纱 resin-impregnated yarn; impregnated tow; impregnated roving**

为力学性能测试而制作,经树脂(4.5)浸渍并硬化的纱线(3.46)。

6.44

**加强片 tab**

用夹具夹持试样(7.50)进行力学性能测试时,用于保护试样夹持部位不受损坏并使试样得到充分支撑的片状材料。

6.45

**名义值 nominal value**

仅存在于名义上的,为方便表征而对一个可测量性能的赋予值。

6.46

**试样名义厚度 nominal specimen thickness**

单层(5.35)名义厚度乘以层数(5.37)所得的层合复合材料(5.1)试样(7.50)的厚度。

6.47

**固化后单层厚度 cured ply thickness**

单层压厚 cured ply thickness

层合板(5.30)厚度的测量平均值除以层数(5.37)所得的厚度。

6.48

**比例极限 proportional limit**

材料在不偏离应力与应变比例关系的情况下能够维持的最大应力。

6.49

**泊松比 Poisson's ratio**

在材料的比例极限(6.48)内,由均匀分布的轴向应力引起的横向应变与相应的轴向应变之比的绝对值。

6.50

**应力-应变曲线 stress-strain curve**

材料的力学试验中表示试样(7.50)的应力值与尺寸变化关系的曲线。

注:通常将应力值作为纵坐标,应变值作为横坐标。

6.51

**弹性** elasticity

在卸除引起变形的作用力之后,材料能立即恢复到其初始尺寸及形状的特性。

6.52

**弹性模量** modulus of elasticity

杨氏模量 Young's modulus

在材料弹性极限范围内其应力差与应变差之比。

6.53

**初始模量** initial modulus

应力-应变曲线(6.50)上初始直线段的斜率。

6.54

**弦模量** chord modulus

应力-应变曲线(6.50)上任意两点间所引弦线的斜率。

6.55

**切线模量** tangent modulus

由应力-应变曲线(6.50)上任一点切线所导出的应力差与应变差之比。

6.56

**割线模量** secant modulus

从原点到应力-应变曲线(6.50)上任意一点所引割线的斜率。

6.57

**伸长[率]** elongation

拉伸试验中标距长度的增加量与初始标距的百分比。

6.58

**断裂伸长率** percent elongation at failure; breaking elongation

断裂时标距长度增加量与初始标距的百分比。

6.59

**剪切强度** shear strength

材料在纯剪切状态下破坏时承受的剪应力。

注:纯剪切状态指工程剪应变小于或等于5%时的剪切应力状态。

6.60

**偏移剪切强度** offset shear strength

在材料性能剪切响应试验中,从原点沿剪切应变轴平移一个指定的应变偏置值做一条与剪切弹性弦模量(6.54)平行的直线,该直线与剪切应力-应变曲线(6.50)交点处所对应的剪切应力值。

6.61

**面内剪切强度** in-plane shear strength

层合板(5.30)平面内在纯剪切状态下破坏时承受的剪应力。

注:纯剪切状态下破坏指工程剪切应变小于或等于5%时承受的剪切应力最大值。

6.62

**短梁强度** short-beam strength; SBS

采用跨厚比为4.0或其他小跨厚比三点弯曲法试验得到的强度值。

注:试验过程中,虽然剪切是主要的载荷形式,但试样(7.50)内部应力复杂,可能出现多种破坏模式。

6.63

**曲梁强度 curved beam strength; CBS**

采用 90°曲梁试样(7.50),用四点弯曲法测得的破坏(外加载荷急剧下降或形成分层)时试样弯曲段单位宽度上的力矩。

6.64

**开孔拉伸强度 open-hole tensile strength**

以拉伸破坏载荷除以试样毛截面积(忽略孔的存在)得到的带孔复合材料(5.1)层合板(5.30)试样(7.50)的拉伸强度。

6.65

**开孔压缩强度 open-hole compressive strength**

以压缩破坏载荷除以试样毛截面积(忽略孔的存在)得到的带孔复合材料(5.1)层合板(5.30)试样(7.50)的压缩强度。

6.66

**充填孔拉伸强度 filled-hole tensile strength**

以拉伸破坏载荷除以试样毛截面积(忽略孔的存在)得到的含充填螺栓孔复合材料(5.1)层合板(5.30)试样(7.50)的拉伸强度。

6.67

**充填孔压缩强度 filled-hole compressive strength**

以压缩破坏载荷除以试样毛截面积(忽略孔的存在)得到的含充填螺栓孔复合材料(5.1)层合板(5.30)试样(7.50)的压缩强度。

6.68

**损伤容限 damage tolerance**

材料或结构在规定的使用期内抵抗由缺陷、裂纹,或其他损伤而导致失效的能力。

[来源:GB/T 3961—2009,3.5.62,有修改]

6.69

**损伤阻抗 damage resistance**

对复合材料(5.1)在与损伤事件相关的力、能量或其他因素作用下所产生损伤尺寸、类型、严重程度的定量表征。

[来源:GB/T 3961—2009,3.5.63,有修改]

6.70

**落锤冲击损伤阻抗 damage resistance to drop-weight impact**

复合材料(5.1)在落锤冲击损伤事件下的损伤阻抗(6.69)。

6.71

**冲击后压缩强度 compressive strength after impact; CAI**

规定尺寸的碳纤维(3.1)增强聚合物基复合材料(5.2)层合板(5.30)试样(7.50)在规定的冲击条件下含规定损伤状态(例如,特定能量冲击或冲击后产生的凹坑深度等)的压缩强度。

注:冲击后压缩强度用以表征碳纤维增强聚合物基复合材料的抗冲击损伤容限(6.68)。

6.72

**挤压面积 bearing area**

受载孔直径与试样厚度的乘积。

6.73

**挤压载荷 bearing load**

施加于受载孔接触面上的压缩载荷。

## 6.74

**挤压强度 bearing strength**

挤压应力-应变曲线(6.50)斜率出现明显变化时,以挤压载荷(6.73)除以挤压面积(6.72)所得到的值。

[来源:GB/T 30968.1—2014,3.8,有修改]

## 6.75

**条件挤压强度 offset bearing strength**

过挤压应变轴上偏离零点的规定挤压应变值点,作平行于挤压应力-应变曲线(6.50)线性段的直线(弦线刚度线),该直线与挤压应力-应变曲线交点所对应的挤压应力值。

注:一般取2%偏离零点的挤压应变确定条件挤压强度。

[来源:GB/T 30968.1—2014,3.9,有修改]

## 6.76

**极限挤压强度 ultimate bearing strength**

以挤压破坏最大载荷除以挤压面积(6.72)所得到的值。

## 6.77

**应变能释放率 strain energy release rate**

$G$

含有裂纹物体的应变能随裂纹扩展的变化率。

## 6.78

**I型断裂 mode I fracture**

裂纹张开型断裂 crack opening fracture

裂纹受垂直于裂纹面的拉应力作用,前端张开并在与载荷垂直的方向上扩展的断裂模式。

## 6.79

**I型层间断裂韧性 mode I interlaminar fracture toughness**

I型临界应变能释放率 mode I critical strain energy release rate

$G_{Ic}$

在I型张开载荷作用下,分层裂纹起始扩展时应变能释放率(6.77)的临界值。

注:I型层间断裂韧性以焦耳每平方米( $J/m^2$ )为单位。

## 6.80

**双悬臂梁试验 double cantilever beam test; DCB**

将一端带有预制裂纹的试样(7.50),通过固定于裂纹上下两个表面的装置施加拉伸载荷,使裂纹张开扩展,根据载荷、位移和裂纹长度之间的关系得到材料I型层间断裂韧性(6.79)的试验。

## 6.81

**II型断裂 mode II fracture**

裂纹滑开型断裂 crack sliding fracture

裂纹受平行于裂纹面而垂直于裂纹前缘端面的剪应力作用,两个相对表面产生滑移,且沿与滑移平行的方向扩展的断裂模式。

## 6.82

**II型层间断裂韧性 mode II interlaminar fracture toughness**

II型临界应变能释放率 mode II critical strain energy release rate

$G_{IIc}$

在II型滑开载荷作用下,分层裂纹起始扩展时应变能释放率(6.77)的临界值。

注:II型层间断裂韧性以焦耳每平方米( $J/m^2$ )为单位。

6.83

**校准端载荷分裂试验** calibrated end-loaded split test; C-ELS

以一致的扭矩将一端带有预制裂纹的**试样**(7.50)上无裂纹端固定在可滑动的夹具上,使之形成悬臂梁,对带有裂纹的悬臂梁自由端施加弯曲载荷使之发生弹性变形,裂纹的两个相对表面产生滑移,裂纹沿原方向扩展,根据载荷、变形和裂纹长度之间的关系得到材料**Ⅱ型层间断裂韧性**(6.82)的试验。

6.84

**端部切口弯曲试验** end-notched flexure test; ENF

采用三点或四点弯曲的方法,将一端带有预制裂纹的**试样**(7.50),平放在两个圆弧形支座上,圆弧形上压头以恒定位移速率对试样施加弯曲载荷,随着挠度的增加,裂纹两个相对表面产生滑移,裂纹沿原方向扩展,根据载荷、挠度和裂纹长度之间的关系得到材料**Ⅱ型层间断裂韧性**(6.82)的试验。

6.85

**Ⅲ型断裂** mode Ⅲ fracture

裂纹撕开型断裂 crack tearing fracture



裂纹受既平行于裂纹面又平行于裂纹前缘端面的面外剪切应力作用,裂纹两个相对表面上下(或前后)错开,裂纹沿与载荷垂直的方向扩展的断裂模式。

6.86

**Ⅲ型层间断裂韧性** mode Ⅲ interlaminar fracture toughness

Ⅲ型临界应变能释放率 mode Ⅲ critical strain energy release rate

$G_{Ⅲc}$

在Ⅲ型撕开载荷作用下,分层裂纹起始扩展时**应变能释放率**(6.77)的临界值。

注:Ⅲ型层间断裂韧性以焦耳每平方米( $J/m^2$ )为单位。

6.87

**混合型断裂** mixed-mode fracture

既有**Ⅰ型断裂**(6.78)又有**Ⅱ型断裂**(6.81)的断裂模式。

6.88

**混合型断裂韧性** mixed-mode fracture toughness

混合型临界应变能释放率 mixed-mode critical strain energy release rate

$G_c$

混合型分层扩展时**应变能释放率**(6.77)的临界值。

注:混合型断裂韧性以焦耳每平方米( $J/m^2$ )为单位。

6.89

**混合模式比** mixed-mode ratio

**Ⅰ型应变能释放率**(6.77)与**Ⅱ型应变能释放率**之比。

6.90

**疲劳寿命** fatigue life

在循环应力或应变作用下,**试样**(7.50)达到定义的失效标准之前所经历的循环数。

6.91

**疲劳强度** fatigue strength

在指定**疲劳寿命**(6.90)下使材料失效的应力水平(6.92)。

注:疲劳强度通常以兆帕斯卡(MPa)为单位。

6.92

**应力水平** stress level

确定应力循环的一对应力分量。

示例：如最大应力( $\sigma_{\max}$ )和最小应力( $\sigma_{\min}$ )；应力幅( $\sigma_a$ )和平均应力( $\sigma_m$ )。

6.93

**疲劳极限 fatigue limit**

指定无限疲劳寿命(6.90)下的中值疲劳强度(6.91)。

注：疲劳极限通常以兆帕斯卡(MPa)为单位。

6.94

**S-N 曲线 stress-life curve**

疲劳试验中应力水平(6.92)与疲劳寿命(6.90)之间的关系曲线。

注：一般情况下，疲劳寿命采用对数标尺，应力采用线性标尺，或疲劳寿命和应力均采用对数标尺。

6.95

**应力松弛 stress relaxation**

在给定的约束条件下，固体材料中应力随时间而减小的现象。

6.96

**蠕变 creep**

在恒定力(或应力)下，材料应变随时间而变化的现象。

6.97

**蠕变率 ratio of creep**

蠕变(6.96)变形随时间的变化率，即蠕变-时间曲线上，给定时刻处的斜率。

6.98

**平拉强度 flatwise tension strength**

垂直于夹层结构(5.53)面板(5.56)方向的拉伸强度。

6.99

**平压强度 flatwise compression strength**

垂直于夹层结构(5.53)面板(5.56)方向的压缩强度。

6.100

**侧压强度 edgewise compressive strength**

平行于夹层结构(5.53)面板(5.56)方向的压缩强度。

6.101

**长梁弯曲试验 long beam flexure test**

跨/厚比大于20( $L/d > 20$ )的四点弯曲试验。

6.102

**滚筒剥离试验 climbing drum peel test**

使用拉伸试验机和一个特制的带有滚筒的装置，将夹层结构(5.53)的试样(7.50)一端的面板(5.56)剥开并缠绕在滚筒上，另一端夹持在试验机的夹具上，施加载荷使滚筒滚动将面板从芯材(5.54)上剥离，以测定夹层结构(5.53)中面板(5.56)与芯材(5.54)粘接强度的试验。

6.103

**滚筒剥离强度 climbing drum peel strength**

用滚筒剥离试验(6.102)测得的夹层结构(5.53)面板(5.56)与芯材(5.54)分离过程中单位宽度上的平均力矩。

6.104

**拉伸剪切试验 tensile lap-shear test**

使用拉伸试验机对两个刚性材料用胶粘剂(4.10)搭接粘合的试样(7.50)沿其主轴且平行于胶接面

的方向施加拉伸载荷,使搭接面发生剪切破坏,以测定**胶粘剂(4.10)**对刚性材料与刚性材料胶接强度的试验。

6.105

**拉伸剪切强度 tensile lap-shear strength**

**胶粘剂(4.10)**粘接的刚性材料与刚性材料之间用**拉伸剪切试验(6.104)**测得的搭接粘合面的最大剪切应力。

注:拉伸剪切强度通常以兆帕斯卡(MPa)为单位。

6.106

**浮辊法剥离试验 floating rollerpeel test**

使用拉伸试验机和与试验机上夹具相连的带有两个辊轴的特制剥离夹具,将由刚性材料和挠性材料使用**胶粘剂(4.10)**粘合所制成的**试样(7.50)**上未粘接端的挠性材料弯曲至与刚性材料垂直,并穿过剥离夹具上两个辊轴间的空隙,夹持在试验机下夹具上,启动试验机施加拉伸力,剥离夹具的辊轴随试验机上夹具移动,使试样中两个材料的粘合面逐渐分离,以测定**胶粘剂(4.10)**对刚性材料与挠性材料之间粘合强度的试验。

6.107

**浮辊法剥离强度 floating rollerpeel resistance; floating roller peel strength**

**胶粘剂(4.10)**粘接的刚性材料与挠性材料之间用**浮辊法剥离试验(6.106)**测得的粘合面逐渐分离过程中的平均力值。

注:浮辊法剥离强度以单位宽度上的力表示,通常以千牛每米(kN/m)为单位。

6.108

**T型剥离试验 T-peel test**

将两个挠性材料使用**胶粘剂(4.10)**粘合所制成的**试样(7.50)**的未胶接端分别夹持于试验机的上下两个夹具上,启动试验机施加拉伸载荷使粘合面逐渐分离,以测定**胶粘剂(4.10)**对挠性材料与挠性材料之间粘合强度的试验。

注:T型剥离试验中所施加的力的方向与胶接线之间的角度无需控制。

6.109

**T型剥离强度 T-peel strength**

**胶粘剂(4.10)**粘接的挠性材料与挠性材料之间用**T型剥离试验(6.108)**测得的粘合面逐渐分离过程中的平均力值。

注:T型剥离强度以单位宽度上的力表示,通常以千牛每米(kN/m)为单位。

6.110

**压痕硬度 indentation hardness**

基于载荷压痕深度给出的硬度相对测量值。

6.111

**屈曲 buckling**

以压缩作用于材料或结构件上产生的失稳变形为特征的结构响应模式。

注:在纤维增强复合材料(5.12)中,屈曲不仅表现为常规的整体失稳和局部失稳,还可能是单个纤维(3.27)的微观失稳。

6.112

**导热系数 thermal conductivity**

在一维稳定传热条件下,单位厚度材料相对两面温差为1 K时,单位时间单位面积所通过的热量。

注:导热系数以瓦每米开尔文[W/(m·K)]为单位。



6.113

**线性热膨胀系数 coefficient of linear thermal expansion**

温度每变化 1 K 材料长度变化的百分率。

6.114

**电偶腐蚀 galvanic corrosion**

两种不同的导电材料相互接触且同时处于电解质中所产生的电化学腐蚀。

6.115

**干态 dry**

在相对湿度不大于 5% 的环境下,材料达到吸湿平衡(6.118)的状态。

6.116

**烘干态 oven dry**

材料在规定的温度和湿度条件下加热后,其质量不再有显著变化时的状态。

6.117

**平均含湿量 average moisture content**

材料中水分的质量与烘干态(6.116)材料质量之比。

注:平均含湿量用以表示材料的平均吸湿量。

6.118

**吸湿平衡 moisture equilibrium**

当材料的平均含湿量(6.117)不再随周围环境变化时所达到的状态。

注:吸湿平衡可以是绝对吸湿平衡,也可以是有效吸湿平衡。绝对吸湿平衡要求材料平均含湿量(6.117)测量不到任何变化;有效吸湿平衡允许在规定的时间内,材料的平均含湿量存在规定的微小变化。

6.119

**平衡含湿量 moisture equilibrium content**

在给定湿曝露水平下,材料达到吸湿平衡(6.118)状态时的最大含湿量。

注:平衡含湿量以材料中水分的质量与烘干态(6.116)材料质量的百分比表示。

6.120

**低温干态 cold temperature/dry;CTD**

试样(7.50)本身为干态(6.115),试验环境温度低于 0 °C 状态的复合材料(5.1)试验条件。

6.121

**室温干态 room temperature/dry;RTD**

试样(7.50)本身为干态(6.115),试验环境温度为(23 °C ± 2 °C)状态的复合材料(5.1)试验条件。

6.122

**高温干态 elevated temperature/dry;ETD**

试样(7.50)本身为干态(6.115),试验环境温度高于室温状态的复合材料(5.1)试验条件。

6.123

**室温湿态 room temperature/wet;RTW**

试样(7.50)本身已经具有一定的含湿量,试验环境温度为(23 °C ± 2 °C)状态的复合材料(5.1)试验条件。

6.124

**高温湿态 elevated temperature/wet;ETW**

试样(7.50)本身已经具有一定的含湿量,试验环境温度高于室温状态的复合材料(5.1)试验条件。

6.125

**老化 aging**

暴露于自然或人工环境条件下,材料的物理和(或)化学性能随时间推移而降低的现象。

6.126

**人工老化〔试验〕 artificial aging; artificial weathering**

在实验室模拟各种地理区域的温度、相对湿度、辐照能、介质及大气环境中其他因素的循环变化条件下的老化(6.125)试验。

6.127

**湿强度 wet strength**

聚合物基复合材料(5.2)达到吸湿饱和时的强度。

6.128

**环境补偿系数 environmental compensation coefficient**

考虑严酷环境引起复合材料(5.1)结构件力学性能和承载能力的降低,对室温大气环境全尺寸结构静力试验极限载荷的放大系数,其值大于1。

6.129

**寿命放大系数 life enhancement factor**

**寿命分散系数 life scatter factor**

**载荷放大系数 load enhancement factor**

考虑到材料的分散性,相对于预期的设计载荷和寿命值,为保证开发结构所需的寿命置信度水平增加到结构重复载荷试验中的附加载荷系数和(或)试验持续时间。

6.130

**材料工作极限 material operational limit; MOL**

复合材料(5.1)的使用极限。

注:材料工作极限通常指温度极限。

6.131

**无损检测 nondestructive testing; NDT**

在不损伤材料或制件的情况下,检测其内部缺陷所实施的技术或方法。

[来源:GB/T 3961—2009,3.5.65,有修改]

6.132

**超声 C 扫描检测 ultrasonic C-scanning testing**

使用超声换能器(探头)在被检物体上纵横交替扫查,以辉度的形式连续显示探测特定范围内(被检物体内部)的反射波强度,并绘制出被检物体内部缺陷在扫查平面上投影图形的超声波无损检测(6.131)技术。

6.133

**超声相控阵检测 phased array ultrasonic testing; PAUT**

利用按指定顺序排列的线阵列或面阵列的超声换能器(探头),通过控制阵列探头中各阵元晶片激励(或接收)脉冲的时间延迟,改变各阵元发射(或接收)声波到达(或来自)物体内部某点时间的相位关系,实现聚焦点和声束方位的变化来完成波束合成成像的多声束扫描成像超声波无损检测(6.131)技术。

6.134

**计算机层析成像 computed tomography; CT**

利用放射性核素或其他辐射源发射出的具有一定能量和强度的 X 射线或  $\gamma$  射线在被检测物体中的衰减和吸收特性及分布规律,由探测器阵列获得物体内部的详细信息,用计算机信息处理和图像重建技术,直观地展示被检测物体的内部缺陷分布、尺寸以及结构特征的射线无损检测(6.131)技术。

## 6.135

**激光错位散斑干涉 laser shearography**

## 剪切散斑干涉 shearography

利用激光干涉原理,通过选用适当的加载方式(加热、真空等),使被检物体内部缺陷处产生与正常部位不一样的离面位移,在检测图像中显示出来,通过观察缺陷表面异常变形所产生的异常光学干涉条纹判断缺陷特征的非接触式无损检测(6.131)技术。

## 6.136

**红外热成像检测 infrared thermography testing**

根据红外辐射原理,利用红外探测器和光学成像物镜接受被测物体的红外辐射能量,以热图像的形式直观反映物体的二维温度场分布,使物体表面下的物理特性通过其表面温度变化反映出来,从而对缺陷进行检测的非接触无损检测(6.131)技术。

## 6.137

**X-射线透射检测 X-ray testing**

利用 X-射线透射物体,不同介质对 X 射线吸收和散射能力不同,对感光底片的感光程度不同的原理,检测、分辨复合材料中分层、空隙、裂纹以及外来夹杂等缺陷的射线无损检测(6.131)技术。

## 6.138

**声发射检测 acoustic emission testing; AE**

利用材料中因裂缝扩展、塑性变形或相变等引起应变能快速释放而产生瞬态应力波的原理,检测材料或制件的物理量或损伤、分层(5.90)、脱胶(5.93)、裂纹等缺陷的动态无损检测(6.131)技术。

## 6.139

**数字图像相关 digital image correlation; DIC**

应用计算机视觉技术非接触式的、用于固体材料和结构表面全场位移及变形测量的图像测量方法,将物体表面灰度随机分布的自然纹理或人工散斑场作为变形信息载体,通过对加载过程中的试验件表面的视频图像离散点的位置进行追踪,计算位移场,并通过对位移场进行适当数值差分计算获得全场应变。

## 6.140

**回收碳纤维性能保留率 performance retention of recycled carbon fiber**

回收碳纤维(3.15)性能与原始碳纤维(3.1)相对应性能的比值。

## 7 统计、评定与过程控制术语

## 7.1

**母体 population**

总体

研究对象全体所构成的集合或在给定测试条件下获得的可能测量值的全体。

## 7.2

**母体平均值 population mean**

母体(7.1)中所有测量值按出现相对频率的加权平均值。

## 7.3

**母体中位数 population median**

母体(7.1)测量值中大于和小于概率均为 0.5 的值。

## 7.4

**母体方差 population variance**

以母体中测量值与母体平均值(7.2)之差的平方和除以  $n-1$  表示的母体(7.1)离散度。

注:  $n$  为观测次数。

7.5

**母体标准差** **population standard deviation**

母体方差(7.4)的平方根。

7.6

**偏差** **deviation**

相对于规定尺度或要求的差异。

注：通常规定偏差的上限或(和)下限。

7.7

**样本** **sample**

用以代表材料或产品整体的一小部分材料或产品,或从指定母体(7.1)中采集的测量值或观测值。

7.8

**样本大小** **sample size**

一个样本(7.7)中测量值的数量。

注：通常用字母  $n$  表示。

7.9

**代表性样本** **aliquot**

大样本(7.7)中有代表性的一小部分。

7.10

**样本平均值** **sample mean**

样本(7.7)中所有测量值的算术平均值。

注：样本平均值是对母体平均值(7.2)的估计量。

7.11

**样本中位数** **sample median**

将测量值从小到大排序,当样本大小(7.8)为奇数时居中的测量值;当样本大小为偶数时中间两个测量值的平均值。

7.12

**样本方差** **sample variance**

样本(7.7)中测量值与样本平均值(7.10)之差的平方和除以  $n-1$ 。

注： $n$  为观测次数。

7.13

**样本标准差** **sample standard deviation**

样本方差(7.12)的平方根。

7.14

**变异系数** **coefficient of variation**

离散系数 **coefficient of variation**

母体标准差(7.5)与母体平均值(7.2)之比,或样本标准差(7.13)与样本平均值(7.10)之比。

注：变异系数通常以百分数表示,用于表征测量结果的离散程度。

7.15

**批次内变异系数** **coefficient of variation within a batch**

以同批次检测的样品某项性能作为统计子样计算得到的离散系数。

7.16

**批次间变异系数 coefficient of variation between different batches**

以连续几个批次(如3个~5个批次)检测的样品某项性能作为统计子样计算得到的离散系数。

7.17

**有效位数 significant digit**

有效数字的个数,即从第一个非零正整数至结尾的所有数字个数。

7.18

**分位数 quantile**

分位点 quantile

将一个随机变量的概率分布范围分为几个等份的数值点。

注:常用的分位数有中位数(即二分位数)、四分位数、百分位数等。

7.19

**容差 tolerance**

公差 tolerance

允许参量变化的总量。

7.20

**容许限 tolerance limit**

对某一分布指定某百分位数时的置信下限值或上限值。

示例:如B基准值(7.38)(指定分布百分位数为10时95%置信度的置信下限值)。

7.21

**容限系数 tolerance limit factor**

在计算容许限(7.20)时与变异性估计量相乘的系数。

7.22

**k 样本统计量 k-sample statistics; ADK**

表示k样本Anderson-Darling(A-D)统计量,用于检验k批数据具有相同分布的假设。

7.23

**k 样本数据 k-sample data**

从k批中抽样时观测值所构成的数据集。

7.24

**临界值 critical values**

在假设检验中,用于判定样本(7.7)与样本、样本与母体(7.1)是否存在显著性(7.25)差异的值。

注:通常,单侧检验有一个临界值(7.24),双侧检验有两个临界值。在临界值处,当原假设为真时,检验统计量在检验的否定区域中有值的概率等于显著性水平(7.26)。

7.25

**显著性 significance**

零假设为真的情况下拒绝零假设所要承担的风险水平。

注:若某检验统计量的概率最大值小于或等于检验显著性水平(7.26)的预定值,则从统计学上认为该检验统计量是显著的。

7.26

**显著性水平 significance level**

估计母体(7.1)参数落在某一区间内可能犯错误的概率。

注:显著性水平用符号 $\alpha$ 表示。

7.27

**分布 distribution**

给出某个数值落入指定范围内概率的公式。

7.28

**准确度 accuracy**

测量结果与被测真值或约定真值之间的一致程度。

7.29

**精密度 precision**

在规定条件下独立测试结果间的一致程度。

[来源:GB/T 6379.1—2004,3.12]

7.30

**重复性 repeatability**

在重复性条件(7.31)下的精密度(7.29)。

[来源:GB/T 6379.1—2004,3.13]

7.31

**重复性条件 repeatability conditions**

在同一实验室,由同一操作者使用相同设备,按相同的测试方法,并在短时期内对同一被测对象相互独立进行的测试条件。

[来源:GB/T 6379.1—2004,3.14]

7.32

**重复性限 repeatability limit**

一个数值,在重复性条件(7.31)下,两个测试结果的绝对差小于或等于此值的概率为95%。

注:重复性限用符号  $r$  表示。

[来源:GB/T 6379.1—2004,3.16]

7.33

**再现性 reproducibility**

在再现性条件(7.34)下的精密度(7.29)。

[来源:GB/T 6379.1—2004,3.17]

7.34

**再现性条件 reproducibility conditions**

在不同的实验室,由不同的操作者使用不同的设备,按相同的测试方法,对同一被测对象相互独立进行的测试条件。

[来源:GB/T 6379.1—2004,3.18]

7.35

**再现性限 reproducibility limit**

一个数值,在再现性条件(7.34)下,两个测试结果的绝对差小于或等于此数的概率为95%。

注:再现性限用符号  $R$  表示。

[来源:GB/T 6379.1—2004,3.20]

7.36

**批 batch; lot**

在一定时间内,采用相同的原材料、工艺及生产线生产的具有相同特性的产品的数量。

## 7.37

**A 基准值 A-basis**

A 值 A-value

基于 95% 的置信度下, 99% 的性能数值群[指定母体(7.1)的性能]的值高于此值统计基准的材料性能的容许限(7.20)。

注: 多用于材料力学性能。

## 7.38

**B 基准值 B-basis**

B 值 B-value

基于 95% 的置信度下, 90% 的性能数值群[指定母体(7.1)的性能]的值高于此值统计基准的材料性能的容许限(7.20)。

注: 多用于材料力学性能。

## 7.39

**S 基准值 S-basis**

S 值 S-value

有关规范或技术文件中规定的力学性能最小值。

## 7.40

**典型基准值 typical basis**

基于 50% 置信度下, 50% 性能数值群[指定母体(7.1)的性能]的值高于此值统计基准的简单算术平均值。

## 7.41

**许用值 allowables**

由层合板(5.30)或单层级的试验数据根据概率统计基准确定的材料值。

注: 导出这些值需要的数据量由所需的统计基准决定。

示例: 如 A 基准值(7.37)(具有 99% 概率和 95% 置信度), B 基准值(7.38)(具有 90% 概率和 95% 置信度)。

## 7.42

**设计值 design value**

由测试数据确定的并为保证整个结构的完整性具有高置信度而选用的材料、结构元件(7.53)和典型结构件(7.54)的性能值。

注: 这些值通常以许用值(7.41)为基础, 考虑实际结构状态(包括借助经验)进行调整, 并用以分析计算安全裕度。

## 7.43

**正则化 normalization**

将纤维控制性能的原始测试值, 按某个单一的(通常是规定的)纤维体积含量(6.41)进行修正的数学处理方法。

## 7.44

**材料鉴定 material qualification**

通过一系列规定的试验, 评估按基准制造工艺生产的材料, 同时将评估的结果与原有的材料规范要求进行比较, 建立其特征值或建立新材料规范要求的过程。

## 7.45

**标准鉴定方案 standard qualification plan: SQP**

使用 B 基准值(7.38), 为满足初始材料选择和初步设计阶段材料放行所需最小数据集提供的包括但不限于抽样方案、试验方法、数据统计分析等的指南。

7.46

**材料验收 material acceptance**

通过试验和(或)检测确定特定批次的材料是否满足要求的过程。

7.47

**材料变异性 material variability**

材料由于自身空间和一致性变化以及加工工艺差异而产生变化的特性。

7.48

**材料等同性 material equivalency**

两种材料在特性与性能方面具有足够的相似,从而在使用时可以不必要区分并无需进行附加评估的特性。

7.49

**材料互换性[评定] material interchangeability**

确定替代材料或工艺是否被特定结构接受的过程。

7.50

**试样 specimen**

试件 specimen

按试验方法要求加工的用于试验的样品。

注:试样包括小试样(7.52)、元件(7.53)、典型结构件(7.54)、组合件(7.55)及部件(7.56)等。

7.51

**积木式验证试验方法 building-block verification test approach**

按照试样(7.50)尺寸、试验规模及复杂程度逐级增加,数量逐级减少,后一级试验利用前一级试验结果进行确定方案,试验与分析相结合的复合材料(5.1)结构设计和验证技术。

注:积木式验证试验方法的优点是可降低试验风险和费用。

7.52

**小试样 coupon**

用于评定基本单层级或层合板(5.30)级性能或通用结构特征性能的小试验件。

示例:如层合板条,胶接或机械连接的组合件板条。

7.53

**元件 element**

 复杂构造中的典型承力件。

示例:如蒙皮,桁条,剪切板,夹层结构(5.53),各种连接形式的小接头。

7.54

**典型[结构]件 detail**

细节件 detail

具有典型结构细节特征的较复杂的承力件。

示例:如特殊设计的复杂连接件,典型连接接头,较大的检查口。

7.55

**组合件 subcomponent**

次部件 subcomponent

一段可提供完整结构全部特征的较大的三维结构。

示例:如飞机加强翼肋,飞机加强框,飞机机翼壁板,飞机机身壁板,飞机盒段,飞机框段,飞机舱段。

7.56

**部件 component**

具有独立功能,可从整体上分离并作为一个完整单元进行试验的结构部分。

示例：如飞机机翼，飞机机身，飞机尾翼。

7.57

**结构完整性 structural integrity**

影响整体结构安全使用和成本费用的整体结构强度、刚度、损伤容限(6.68)、耐久性和功能的总称。

7.58

**结构型数据 structured data**

存在自然分组的数据。

注：在进行基于统计的材料性能计算时，结构型数据多指批(7.36)与批之间有明显的变异性或该变异性不可忽略的材料性能数据。

7.59

**非结构型数据 unstructured data**

所有相关信息均包含在测量结果中的数据。

注：在进行基于统计的材料性能计算时，非结构型数据多指批(7.36)与批之间无明显的变异性或变异性可忽略的材料性能数据。

7.60

**过程控制文件 process control document; PCD**

为控制生产过程要素波动而规定生产过程应遵循的要求和程序的规范性文件。

7.61

**受控工艺参数 controlled process parameter; CPP**

因其变化极可能对产品质量稳定性和性能造成影响而被监控的制造工艺参数。

7.62

**关键特性 key characteristic; KC**

材料规范规定的，与产品特定工程性能相关并对产品的性能、使用寿命或可制造性等产生重大影响的材料特性。

注：关键特性来自稳定生产的最终产品的测量值，其控制范围通过统计分析得到，该统计方法服从工业标准的惯例。

7.63

**关键工艺参数 key process parameter; KPP**

可控的且与某一关键特性(7.62)波动有统计关系的工艺参数。

注：关键工艺参数大多可通过试验设计来确定并可以通过统计学工艺控制方法进行控制。

7.64

**统计过程控制 statistical process control; SPC**

应用统计技术对过程中的各个阶段进行评估和监控，建立并保持过程处于可接受的并且稳定的水平，从而保证产品与服务符合规定要求的质量管理技术。

7.65

**过程能力指数 process capability index; CP; CPK**

过程能力满足技术标准(如规格、公差)的程度。

7.66

**过程性能 process performance; PP**

未被证明处于统计受控状态的过程特性输出的统计度量。

注：过程性能反映了过程的长期变异。

参 考 文 献

- [1] GB/T 2035—2008 塑料术语及其定义
- [2] GB/T 3961—2009 纤维增强塑料术语
- [3] GB/T 4146.2—2017 纺织品 化学纤维 第2部分:产品术语
- [4] GB/T 4612—2008 塑料 环氧化合物 环氧当量的测定
- [5] GB/T 6379.1—2004 测量方法与结果的准确度(正确度与精确度) 第1部分:总则与定义
- [6] GB/T 8683—2009 纺织品 机织物 一般术语和基本组织的定义
- [7] GB/T 8693—2008 纺织品 纱线的标示
- [8] GB/T 18374—2008 增强材料术语及定义
- [9] GB/T 30968.1—2014 聚合物基复合材料层合板开孔/受载孔性能试验方法 第1部分:挤压性能试验方法
- [10] [美] CMH-17 协调委员会. 复合材料手册[M]. 汪海, 沈真等, 译. 上海:上海交通大学出版社, 2014年
- [11] 陈祥宝. 聚合物基复合材料手册[M]. 北京:化学工业出版社, 2004年
- [12] 张明轩. 复合材料工程辞典[M]. 北京:化学工业出版社, 2009年
- [13] 王茂章, 贺福. 碳纤维的制造、性质及其应用[M]. 北京:科学出版社, 1984
- [14] 孙侠生. 民用飞机结构强度刚度设计与验证指南[M]. 北京:航空工业出版社, 2012年
- [15] 蔡小平. 聚丙烯腈基碳纤维生产技术[M]. 北京:化学工业出版社, 2012年
- [16] 于伟东. 纺织材料学[M]. 北京:中国纺织出版社, 2006年
- [17] [美] S.阿达纳. 威灵顿产业用纺织品手册[M]. 徐朴, 叶奕梁, 童步章, 译. 北京:中国纺织出版社, 2000年

## 索引

## 汉语拼音索引

- B**
- 包覆成型 ..... 5.100  
 比例极限 ..... 6.48  
 编织物 ..... 3.69  
 变异系数 ..... 7.14  
 标准鉴定方案 ..... 7.45  
 玻璃化转变温度 ..... 6.31  
 剥离层 ..... 5.79  
 泊松比 ..... 6.49  
 不连续纤维 ..... 3.39  
 不连续纤维增强复合材料 ..... 5.10  
 部件 ..... 7.56
- C**
- 材料变异性 ..... 7.47  
 材料等同性 ..... 7.48  
 材料工作极限 ..... 6.130  
 材料互换性[评定] ..... 7.49  
 材料鉴定 ..... 7.44  
 材料验收 ..... 7.46  
 操作寿命 ..... 4.19  
 侧压强度 ..... 6.100  
 层合板 ..... 5.30  
 层合板取向 ..... 5.40  
 层间 ..... 5.38  
 层内 ..... 5.39  
 层数 ..... 5.37  
 层压板 ..... 5.30  
 缠绕[成型] ..... 5.96  
 长梁弯曲试验 ..... 6.101  
 长丝 ..... 3.30  
 长纤维增强塑料 ..... 5.15  
 常规编织物 ..... 3.73  
 超声 C 扫描检测 ..... 6.132  
 超声相控阵检测 ..... 6.133  
 冲击后压缩强度 ..... 6.71  
 充填孔拉伸强度 ..... 6.66  
 充填孔压缩强度 ..... 6.67  
 重复性 ..... 7.30  
 重复性条件 ..... 7.31  
 重复性限 ..... 7.32  
 初始模量 ..... 6.53  
 储存期 ..... 4.18  
 次部件 ..... 7.55  
 粗纱 ..... 3.43  
 促进剂 ..... 4.11
- D**
- 大丝束 ..... 3.35  
 代表性样本 ..... 7.9  
 单胞 ..... 3.53  
 [单]层 ..... 5.35  
 单层压厚 ..... 6.47  
 单丝 ..... 3.31  
 单位面积质量 ..... 6.17  
 单向机织物 ..... 3.62  
 单向预浸料 ..... 5.23  
 导热系数 ..... 6.112  
 等静压 ..... 5.118  
 低温干态 ..... 6.120  
 典型[结构]件 ..... 7.54  
 典型基准值 ..... 7.40  
 电偶腐蚀 ..... 6.114  
 定型剂 ..... 4.1  
 端部切口弯曲试验 ..... 6.84  
 短梁强度 ..... 6.62  
 短切丝束 ..... 3.44  
 短切纤维复合材料 ..... 5.14  
 短纤纱 ..... 3.48  
 断裂伸长率 ..... 6.58  
 缎纹织物 ..... 3.61  
 对称层合板 ..... 5.42  
 多层多向机织物 ..... 3.68  
 多相性 ..... 6.2  
 多轴向经编织物 ..... 3.82

多轴向纬编织物 ..... 3.83

**E**

二次胶接 ..... 5.63

二维编织物 ..... 3.70

二维机织物 ..... 3.58

**F**

反应熔渗 ..... 5.115

反应性熔体浸渍 ..... 5.115

纺织品 ..... 3.36

非结构型数据 ..... 7.59

非连续纤维 ..... 3.39

非连续纤维纱 ..... 3.48

非连续纤维增强复合材料 ..... 5.10

非织造织物 ..... 3.84

分布 ..... 7.27

分层 ..... 5.90

分切[预浸]窄带 ..... 5.25

分切丝 ..... 5.25

分位点 ..... 7.18

分位数 ..... 7.18

蜂窝芯材 ..... 5.55

缝合织物 ..... 3.91

浮辊法剥离强度 ..... 6.107

浮辊法剥离试验 ..... 6.106

幅宽 ..... 6.23

辅助材料 ..... 5.77

复合材料 ..... 5.1

复合材料与金属组[合]件 ..... 5.17

复合模塑 ..... 5.100

复丝 ..... 3.32

富树脂区 ..... 5.84

**G**

干斑 ..... 5.86

干喷湿纺 ..... 3.17

干态 ..... 6.115

干纤维区 ..... 5.86

干预浸带 ..... 5.27

高模型碳纤维 ..... 3.10

高强高模碳纤维 ..... 3.12

高强型碳纤维 ..... 3.9

高强中模碳纤维 ..... 3.11

高温干态 ..... 6.122

高温湿态 ..... 6.124

高压树脂传递模塑 ..... 5.106

高压压缩树脂传递模塑 ..... 5.107

割线模量 ..... 6.56

隔离膜 ..... 5.81

工业级碳纤维 ..... 3.14

公差 ..... 7.19

共固化 ..... 5.65

共胶接 ..... 5.64

钩接强力 ..... 6.14

固化 ..... 4.14

固化残余应力 ..... 5.68

固化后单层厚度 ..... 6.47

固化剂 ..... 4.12

固化应力 ..... 5.68

固化周期 ..... 5.66

关键工艺参数 ..... 7.63

关键特性 ..... 7.62

滚筒剥离强度 ..... 6.103

滚筒剥离试验 ..... 6.102

过程控制文件 ..... 7.60

过程能力指数 ..... 7.65

过程性能 ..... 7.66

**H**

含碳量 ..... 6.5

焊接 ..... 5.110

赫格利斯编织物 ..... 3.74

横观各向同性 ..... 5.47

烘干态 ..... 6.116

红外热成像检测 ..... 6.136

宏观[性能](复合材料) ..... 5.51

后固化 ..... 5.67

化学气相沉积 ..... 5.111

化学气相浸渗 ..... 5.112

化学气相渗透 ..... 5.112

环境补偿系数 ..... 6.128

环氧当量 ..... 6.28

灰分(碳纤维) ..... 6.7

挥发分 ..... 6.34

挥发分含量 ..... 6.35

回收碳纤维	3.15
回收碳纤维性能保留率	6.140
混合模式比	6.89
混合型断裂	6.87
混合型断裂韧性	6.88
混合型临界应变能释放率	6.88
混杂物	3.94
混杂纤维复合材料	5.16

## J

机织物	3.54
积木式验证试验方法	7.51
基体	4.8
基体含量	6.38
激光错位散斑干涉	6.135
极限挤压强度	6.76
集束性	6.16
挤压面积	6.72
挤压强度	6.74
挤压载荷	6.73
计算机层析成像	6.134
加强片	6.44
夹层结构	5.53
夹芯结构	5.53
夹杂	5.89
架桥	5.87
剪切强度	6.59
剪切散斑干涉	6.135
浆料浸渗	5.113
胶粘剂	4.10
校准端载荷分裂试验	6.83
结构完整性	7.57
结构型数据	7.58
界面	5.49
界面相	5.50
金属基复合材料	5.5
浸胶纱	6.43
浸润剂	4.2
浸润剂含量	6.6
浸渍碳化	5.116
经编织物	3.80
经密	6.20
经纱	3.55

经纱面	3.57
晶须	3.28
精密度	7.29
聚丙烯腈基碳纤维	3.4
聚合物基复合材料	5.2
均衡层合板	5.41
均衡对称层合板	5.43
均压板	5.76
均质性	6.1

## K

开孔拉伸强度	6.64
开孔压缩强度	6.65
空隙	5.88
空隙含量	6.42
孔隙	5.88
孔隙率	6.42
块状模塑料	5.20

## L

拉挤〔成型〕	5.97
拉伸剪切强度	6.105
拉伸剪切试验	6.104
老化	6.125
离散系数	7.14
力学性能寿命	4.20
沥青基碳纤维	3.6
连续纤维	3.38
连续纤维纱	3.47
连续纤维增强复合材料	5.11
连续长丝	3.38
裂纹滑开型断裂	6.81
裂纹撕开型断裂	6.85
裂纹张开型断裂	6.78
临界值	7.24
菱形编织物	3.72
落锤冲击损伤阻抗	6.70

## M

面板	5.56
面板凹陷	5.57
面板皱屈	5.58
面密度	6.17

面内剪切强度 ..... 6.61  
 名义值 ..... 6.45  
 模具 ..... 5.75  
 模压〔成型〕 ..... 5.98  
 磨碎纤维 ..... 3.41  
 母体 ..... 7.1  
 母体标准差 ..... 7.5  
 母体方差 ..... 7.4  
 母体平均值 ..... 7.2  
 母体中位数 ..... 7.3  
 木质素基碳纤维 ..... 3.7

N

耐磨性能 ..... 6.27  
 黏度 ..... 6.29  
 粘合 ..... 5.62  
 粘胶基碳纤维 ..... 3.5  
 黏性(预浸料) ..... 6.37  
 捻度 ..... 6.10  
 捻向 ..... 6.11  
 凝胶 ..... 4.13  
 凝胶时间 ..... 6.30

O

偶联剂 ..... 4.4

P

配混料 ..... 5.18  
 批 ..... 7.36  
 批次间变异系数 ..... 7.16  
 批次内变异系数 ..... 7.15  
 疲劳极限 ..... 6.93  
 疲劳强度 ..... 6.91  
 疲劳寿命 ..... 6.90  
 偏差 ..... 7.6  
 偏移剪切强度 ..... 6.60  
 片状模塑料 ..... 5.19  
 贫树脂区 ..... 5.85  
 平衡含湿量 ..... 6.119  
 平均含湿量 ..... 6.117  
 平拉强度 ..... 6.98  
 平面机织物 ..... 3.58  
 平纹织物 ..... 3.59

平压强度 ..... 6.99  
 铺层 ..... 5.36  
 铺缝织物 ..... 3.92  
 铺覆性 ..... 6.26  
 铺贴 ..... 5.69

Q

起毛量 ..... 6.15  
 气相生长碳纤维 ..... 3.8  
 牵切纱 ..... 3.50  
 牵切纤维 ..... 3.49  
 前驱体浸渍热解 ..... 5.117  
 切线模量 ..... 6.55  
 屈曲 ..... 6.111  
 曲梁强度 ..... 6.63  
 去胶 ..... 5.94

R

气体扩散层(燃料电池) ..... 5.29  
 热变形温度 ..... 6.32  
 热固性树脂 ..... 4.7  
 热固性树脂基复合材料 ..... 5.3  
 热塑性树脂 ..... 4.6  
 热塑性树脂基复合材料 ..... 5.4  
 热压罐成型 ..... 5.102  
 人工老化〔试验〕 ..... 6.126  
 绒 ..... 3.40  
 容差 ..... 7.19  
 容限系数 ..... 7.21  
 容许限 ..... 7.20  
 熔融纺丝 ..... 3.18  
 熔体纺丝 ..... 3.18  
 蠕变 ..... 6.96  
 蠕变率 ..... 6.97  
 弱胶接 ..... 5.92

S

三维编织物 ..... 3.71  
 三维层联编织物 ..... 3.78  
 三维多向编织物 ..... 3.77  
 三维机织物 ..... 3.65  
 三维角联锁织物 ..... 3.67  
 三维四向编织物 ..... 3.76

三维正交织物 .....	3.66	损伤容限 .....	6.68
三向编织物 .....	3.75	损伤阻抗 .....	6.69
三向机织物 .....	3.64		
纱线 .....	3.46	<b>T</b>	
纱线横截面积 .....	6.12	台架寿命 .....	4.20
上浆 .....	3.24	弹性 .....	6.51
上浆剂 .....	4.2	弹性模量 .....	6.52
上浆剂含量 .....	6.6	碳/碳复合材料 .....	5.7
设计值 .....	7.42	碳含量(碳纤维) .....	6.5
伸长[率] .....	6.57	碳化 .....	3.22
渗透率 .....	6.25	碳纤维 .....	3.1
声发射检测 .....	6.138	碳纤维复合材料 .....	5.9
湿法纺丝 .....	3.16	碳纤维复合材料回收 .....	5.120
湿法模压 .....	5.99	碳纤维开纤织物 .....	3.63
湿铺贴 .....	5.71	碳纤维拉挤件 .....	5.28
湿强度 .....	6.127	碳纤维前驱体 .....	3.3
石墨化 .....	3.23	碳纤维原丝 .....	3.3
石墨纤维 .....	3.2	碳纤维毡 .....	3.87
室温干态 .....	6.121	碳纤维纸 .....	3.85
室温湿态 .....	6.123	碳纤维制品 .....	3.37
试件 .....	7.50	陶瓷基复合材料 .....	5.6
试样 .....	7.50	填料 .....	4.9
试样名义厚度 .....	6.46	条件挤压强度 .....	6.75
适用期 .....	4.23	统计过程控制 .....	7.64
手工铺贴 .....	5.70	团状模塑料 .....	5.21
寿命放大系数 .....	6.129	退化 .....	5.91
寿命分散系数 .....	6.129	脱浆纤维 .....	3.26
受控工艺参数 .....	7.61	脱胶 .....	5.93
受控消耗性材料 .....	5.77	脱模布 .....	5.80
树脂 .....	4.5		
树脂传递模塑 .....	5.104	<b>W</b>	
树脂基复合材料 .....	5.2	外置时间 .....	4.21
树脂流动度 .....	6.36	外置寿命 .....	4.21
树脂膜熔渗 .....	5.109	弯曲硬挺度(织物) .....	6.22
树脂膜渗透 .....	5.109	网胎 .....	3.86
数字图像相关 .....	6.139	微观结构 .....	6.4
双悬臂梁试验 .....	6.80	微观形貌 .....	6.3
水泥基复合材料 .....	5.8	纬编织物 .....	3.81
丝 .....	3.29	纬密 .....	6.21
丝束 .....	3.42	纬纱 .....	3.56
丝束预浸带 .....	5.26	未上浆纤维 .....	3.25
丝数 .....	3.33	未粘结 .....	5.95
随炉件 .....	5.82	无纺布 .....	3.84

无捻粗纱 ..... 3.43  
 无屈曲织物 ..... 3.82  
 无损检测 ..... 6.131  
 无纬布 ..... 3.62

X

吸胶材料 ..... 5.78  
 吸湿平衡 ..... 6.118  
 细编穿刺织物 ..... 3.90  
 细观[性能](复合材料) ..... 5.52  
 细节件 ..... 7.54  
 纤维 ..... 3.27  
 纤维表观直径 ..... 6.8  
 纤维方向 ..... 3.52  
 纤维含量 ..... 6.39  
 纤维浸润性 ..... 6.24  
 纤维面密度 ..... 6.33  
 纤维体积含量 ..... 6.41  
 纤维网毡 ..... 3.86  
 纤维增强复合材料 ..... 5.12  
 纤维质量含量 ..... 6.40  
 弦模量 ..... 6.54  
 显著性 ..... 7.25  
 显著性水平 ..... 7.26  
 线密度 ..... 6.9  
 线性热膨胀系数 ..... 6.113  
 小试样 ..... 7.52  
 小丝束 ..... 3.34  
 斜纹织物 ..... 3.60  
 芯材 ..... 5.54  
 芯材剪切失稳 ..... 5.60  
 许用值 ..... 7.41

Y

压痕硬度 ..... 6.110  
 杨氏模量 ..... 6.52  
 氧化纤维 ..... 3.21  
 样本 ..... 7.7  
 样本标准差 ..... 7.13  
 样本大小 ..... 7.8  
 样本方差 ..... 7.12  
 样本平均值 ..... 7.10  
 样本中位数 ..... 7.11

液态金属浸渗 ..... 5.114  
 液体成型 ..... 5.103  
 应变能释放率 ..... 6.77  
 应力水平 ..... 6.92  
 应力松弛 ..... 6.95  
 应力—应变曲线 ..... 6.50  
 硬挺度(纱线) ..... 6.13  
 油剂 ..... 4.3  
 有效位数 ..... 7.17  
 宇航级碳纤维 ..... 3.13  
 预浸带 ..... 5.24  
 预浸料 ..... 5.22  
 预压实 ..... 5.74  
 预氧化 ..... 3.19  
 预氧丝 ..... 3.20  
 预制体 ..... 3.93  
 元件 ..... 7.53  
 运输寿命 ..... 4.22

Z

载荷放大系数 ..... 6.129  
 再现性 ..... 7.33  
 再现性条件 ..... 7.34  
 再现性限 ..... 7.35  
 增材制造 ..... 5.119  
 增强材料 ..... 3.95  
 增强体 ..... 3.95  
 粘接失效 ..... 5.93  
 粘结剂 ..... 4.1  
 展开丝束 ..... 3.45  
 针刺整体毡 ..... 3.88  
 针刺织物 ..... 3.89  
 针织物 ..... 3.79  
 真空袋成型 ..... 5.101  
 真空辅助树脂传递模塑 ..... 5.105  
 真空辅助树脂导入 ..... 5.108  
 整体复合材料结构 ..... 5.61  
 正交各向异性 ..... 5.46  
 正交铺层层合板 ..... 5.45  
 正交三向织物 ..... 3.66  
 正则化 ..... 7.43  
 织物厚度 ..... 6.18  
 织物密度 ..... 6.19

织物增强复合材料 .....	5.13	Ⅱ型临界应变能释放率 .....	6.82
制造缺陷 .....	5.83	Ⅲ型层间断裂韧性 .....	6.86
皱褶 .....	5.59	Ⅲ型断裂 .....	6.85
贮存期 .....	4.18	Ⅲ型临界应变能释放率 .....	6.86
贮存寿命 .....	4.18	A 基准值 .....	7.37
准各向同性层合板 .....	5.44	A 阶段 .....	4.15
准确度 .....	7.28	A 值 .....	7.37
准直 .....	3.51	B 基准值 .....	7.38
自动铺带 .....	5.73	B 阶段 .....	4.16
自动铺丝 .....	5.72	B 值 .....	7.38
自动纤维铺放 .....	5.72	C 阶段 .....	4.17
总体 .....	7.1	k 样本数据 .....	7.23
组分 .....	5.48	k 样本统计量 .....	7.22
组合件 .....	7.55	S-N 曲线 .....	6.94
		S 基准值 .....	7.39
		S 值 .....	7.39
3D 打印 .....	5.119	T 型剥离强度 .....	6.109
3D 机织物 .....	3.65	T 型剥离试验 .....	6.108
I 型层间断裂韧性 .....	6.79	X-Y 平面 .....	5.34
I 型断裂 .....	6.78	X-射线透射检测 .....	6.137
I 型临界应变能释放率 .....	6.79	X 轴 .....	5.31
Ⅱ型层间断裂韧性 .....	6.82	Y 轴 .....	5.32
Ⅱ型断裂 .....	6.81	Z 轴 .....	5.33

## 英文对应词索引

3D braided fabric .....	3.71
3D printing .....	5.119
3D woven fabric .....	3.65

## A

A-basis .....	7.37
Accelerator .....	4.11
accuracy .....	7.28
acoustic emission testing .....	6.138
additive manufacturing .....	5.119
adhesion .....	5.62
adhesive .....	4.10
aerospace grade carbon fiber .....	3.13
aging .....	6.125
air gap spinning .....	3.17

<b>aliquot</b> .....	7.9
<b>allowables</b> .....	7.41
<b>apparent fiber diameter</b> .....	6.8
areal density .....	6.17
<b>artificial aging</b> .....	6.126
artificial weathering .....	6.126
<b>ash</b> .....	6.7
<b>A-stage</b> .....	4.15
<b>autoclave molding</b> .....	5.102
<b>automated fiber placement</b> .....	5.72
automated tape laying .....	5.73
<b>automatic fiber placement</b> .....	5.72
<b>automatic tape laying</b> .....	5.73
<b>auxiliary material</b> .....	5.77
A-value .....	7.37
<b>average moisture content</b> .....	6.117

**B**

<b>balanced laminate</b> .....	5.41
<b>balanced symmetrical laminate</b> .....	5.43
<b>batch</b> .....	7.36
<b>B-basis</b> .....	7.38
<b>bearing area</b> .....	6.72
<b>bearing load</b> .....	6.73
<b>bearing strength</b> .....	6.74
<b>binder</b> .....	4.1
<b>binder coated tow</b> .....	5.27
<b>bleeder</b> .....	5.78
<b>braid</b> .....	3.69
<b>braided fabric</b> .....	3.69
<b>breaking elongation</b> .....	6.58
<b>bridging</b> .....	5.87
<b>B-stage</b> .....	4.16
<b>buckling</b> .....	6.111
<b>building-block verification test approach</b> .....	7.51
<b>bulk moulding compound</b> .....	5.20
B-value .....	7.38

**C**

<b>calibrated end-loaded split test</b> .....	6.83
<b>carbon content</b> .....	6.5
<b>carbon felt</b> .....	3.87
<b>carbon fiber</b> .....	3.1

carbon fiber composite .....	5.9
carbon fiber composite recycling .....	5.120
carbon fiber paper .....	3.85
carbon fiber precursor .....	3.3
carbon fiber products .....	3.37
carbon fiber pultrusion products .....	5.28
carbon fiber spread-tow fabric .....	3.63
carbon/carbon composite .....	5.7
carbonization .....	3.22
caul .....	5.76
caul plate .....	5.76
cement matrix composite .....	5.8
ceramic matrix composite .....	5.6
chemical vapor deposition .....	5.111
chemical vapor infiltration .....	5.112
chopped fiber composite .....	5.14
chopped strands .....	3.44
chord modulus .....	6.54
climbing drum peel strength .....	6.103
climbing drum peel test .....	6.102
clustered .....	6.16
cobond .....	5.64
cocure .....	5.65
coefficient of linear thermal expansion .....	6.113
coefficient of variation .....	7.14
coefficient of variation between different batches .....	7.16
coefficient of variation within a batch .....	7.15
cold temperature/dry .....	6.120
collimated .....	3.51
component .....	7.56
composite .....	5.1
composite material .....	5.1
composites and metal assemblies .....	5.17
compound .....	5.18
compression molding .....	5.98
compressive strength after impact .....	6.71
computed tomography .....	6.134
constituent .....	5.48
continuous fiber .....	3.38
continuous filament .....	3.38
continuous-filament yarn .....	3.47
controlled expendable materials .....	5.77
controlled process parameter .....	7.61

core .....	5.54
core shear instability .....	5.60
coupling agent .....	4.4
coupon .....	7.52
crack opening fracture .....	6.78
crack sliding fracture .....	6.81
crack tearing fracture .....	6.85
creep .....	6.96
critical values .....	7.24
crossply laminate .....	5.45
cross-sectional area of yarn .....	6.12
C-stage .....	4.17
cure .....	4.14
cure cycle .....	5.66
cure residual stress .....	5.68
cure stress .....	5.68
cured ply thickness .....	6.47
curing agent .....	4.12
curved beam strength .....	6.63

## D

damage resistance .....	6.69
damage resistance to drop-weight impact .....	6.70
damage tolerance .....	6.68
debond .....	5.94
debulking .....	5.74
degradation .....	5.91
delamination .....	5.90
design value .....	7.42
desized fiber .....	3.26
detail .....	7.54
deviation .....	7.6
diamond braided fabric .....	3.72
die .....	5.75
digital image correlation .....	6.139
direction of twist .....	6.11
disbond .....	5.93
discontinuous fiber .....	3.39
discontinuous fiber-reinforced composite .....	5.10
distribution .....	7.27
double cantilever beam test .....	6.80
dough moulding compound .....	5.21
drapability .....	6.26

dry .....	6.115
dry fiber area .....	5.86
dry spot .....	5.86
dry spray wet spinning .....	3.17

## E

edgewise compressive strength .....	6.100
elasticity .....	6.51
element .....	7.53
elevated temperature/dry .....	6.122
elevated temperature/wet .....	6.124
elongation .....	6.57
end notched flexure test .....	6.84
environmental compensation coefficient .....	6.128
epoxy equivalent weight .....	6.28

## F

fabric count .....	6.19
fabric-reinforced composite .....	5.13
face sheet .....	5.56
face sheet dimpling .....	5.57
face sheet wrinkle .....	5.58
fatigue life .....	6.90
fatigue limit .....	6.93
fatigue strength .....	6.91
fiber .....	3.27
fiber areal weight .....	6.33
fiber content .....	6.39
fiber content by mass .....	6.40
fiber content by volume .....	6.41
fiber direction .....	3.52
fiber net felt .....	3.86
fiber-reinforced composite .....	5.12
fiber wettability .....	6.24
filament .....	3.29, 3.30
filament count .....	3.33
filament winding .....	5.96
filamentary fiber-reinforced composite .....	5.11
filled-hole compressive strength .....	6.67
filled-hole tensile strength .....	6.66
filler .....	4.9
filling .....	3.56
fine weave pierced fabric .....	3.90

<b>finish</b> .....	4.3
<b>flatwise compression strength</b> .....	6.99
<b>flatwise tension strength</b> .....	6.98
<b>flexural stiffness</b> .....	6.22
<b>floating roller peel resistance</b> .....	6.107
floating roller peel strength .....	6.107
<b>floating roller peel test</b> .....	6.106
<b>flock</b> .....	3.40
<b>fuzz mass</b> .....	6.15

**G**

<b>galvanic corrosion</b> .....	6.114
<b>gas diffusion layer</b> .....	5.29
<b>gel</b> .....	4.13
<b>gel time</b> .....	6.30
<b>glass transition temperature</b> .....	6.31
<b>graphitization</b> .....	3.23

**H**

<b>hand lay-up</b> .....	5.70
<b>handling life</b> .....	4.19
<b>heat deflection temperature</b> .....	6.32
<b>heavy tow</b> .....	3.35
<b>Hercules braided fabric</b> .....	3.74
<b>heterogeneity</b> .....	6.2
<b>high modulus carbon fiber</b> .....	3.10
<b>high pressure compression resin transfer molding</b> .....	5.107
<b>high pressure resin transfer molding</b> .....	5.106
<b>high strength and high modulus carbon fiber</b> .....	3.12
<b>high strength and medium modulus carbon fiber</b> .....	3.11
<b>high strength carbon fiber</b> .....	3.9
<b>homogeneity</b> .....	6.1
<b>honeycomb core</b> .....	5.55
<b>hybrid</b> .....	3.94
<b>hybrid fiber composite</b> .....	5.16

**I**

<b>impregnated roving</b> .....	6.43
<b>impregnated tow</b> .....	6.43
<b>impregnation and carbonization</b> .....	5.116
<b>inclusion</b> .....	5.89
<b>indentation hardness</b> .....	6.110
<b>industrial grade carbon fiber</b> .....	3.14

infrared thermography testing .....	6.136
initial modulus .....	6.53
in-plane shear strength .....	6.61
integral composite structure .....	5.61
interface .....	5.49
interlaminar .....	5.38
interphase .....	5.50
intralaminar .....	5.39
in-transit life .....	4.22
isostatic pressing .....	5.118

## K

key characteristic .....	7.62
key process parameter .....	7.63
knitted fabric .....	3.79
k-sample data .....	7.23
k-sample statistics .....	7.22

## L

lamina .....	5.35
laminate .....	5.30
laminate orientation .....	5.40
large tow .....	3.35
laser shearography .....	6.135
layer .....	5.35
lay-up .....	5.36, 5.69
life enhancement factor .....	6.129
life scatter factor .....	6.129
lignin-based carbon fiber .....	3.7
linear density .....	6.9
liquid composite molding .....	5.103
liquid metal infiltration .....	5.114
load enhancement factor .....	6.129
long beam flexure test .....	6.101
long fiber reinforced thermoplastics .....	5.15
loop tenacity .....	6.14
lot .....	7.36

## M

macro .....	5.51
manufacturing defect .....	5.83
mass per unit area .....	6.17
material acceptance .....	7.46

<b>material equivalency</b>	7.48
<b>material interchangeability</b>	7.49
<b>material operational limit</b>	6.130
<b>material qualification</b>	7.44
<b>material variability</b>	7.47
<b>matrix</b>	4.8
<b>matrix content</b>	6.38
mechanical life	4.20
<b>melt spinning</b>	3.18
<b>meso</b>	5.52
<b>metal matrix composite</b>	5.5
micro	5.52
<b>micro appearance</b>	6.3
<b>microstructure</b>	6.4
<b>milled fibers</b>	3.41
<b>mixed-mode critical strain energy release rate</b>	6.88
<b>mixed-mode fracture</b>	6.87
<b>mixed-mode fracture toughness</b>	6.88
<b>mixed-mode ratio</b>	6.89
mode I critical strain energy release rate	6.79
<b>mode I fracture</b>	6.78
<b>mode I interlaminar fracture toughness</b>	6.79
mode II critical strain energy release rate	6.82
<b>mode II fracture</b>	6.81
<b>mode II interlaminar fracture toughness</b>	6.82
mode III critical strain energy release rate	6.86
<b>mode III fracture</b>	6.85
<b>mode III interlaminar fracture toughness</b>	6.86
<b>modulus of elasticity</b>	6.52
<b>moisture equilibrium</b>	6.118
<b>moisture equilibrium content</b>	6.119
<b>mold</b>	5.75
<b>monofilament</b>	3.31
<b>multiaxial warp-knitted fabric</b>	3.82
<b>multiaxial weft-knitted fabric</b>	3.83
<b>multifilament</b>	3.32
<b>multi-ply multidirectional woven fabric</b>	3.68
<b>N</b>	
<b>needle punched fabric</b>	3.89
<b>needled integral felt</b>	3.88
<b>nominal specimen thickness</b>	6.46
<b>nominal value</b>	6.45

non-crimp fabric .....	3.82
<b>nondestructive testing</b> .....	6.131
nonwoven fabric .....	3.84
<b>normalization</b> .....	7.43

## O

<b>offset bearing strength</b> .....	6.75
<b>offset shear strength</b> .....	6.60
<b>open-hole compressive strength</b> .....	6.65
<b>open-hole tensile strength</b> .....	6.64
<b>orthotropic</b> .....	5.46
orthotropy .....	5.46
<b>out-time</b> .....	4.21
<b>oven dry</b> .....	6.116
<b>overmolding</b> .....	5.100
<b>oxidized fiber</b> .....	3.21

## P

<b>PAN-based carbon fiber</b> .....	3.4
<b>peel ply</b> .....	5.79
<b>percent elongation at failure</b> .....	6.58
<b>performance retention of recycled carbon fiber</b> .....	6.140
<b>permeability</b> .....	6.25
<b>phased array ultrasonic testing</b> .....	6.133
<b>pitch-based carbon fiber</b> .....	3.6
<b>plain weave fabric</b> .....	3.59
<b>plane woven fabric</b> .....	3.58
<b>ply</b> .....	5.35
<b>ply count</b> .....	5.37
<b>Poisson's ratio</b> .....	6.49
<b>polymer matrix composite</b> .....	5.2
<b>population</b> .....	7.1
<b>population mean</b> .....	7.2
<b>population median</b> .....	7.3
<b>population standard deviation</b> .....	7.5
<b>population variance</b> .....	7.4
<b>porosity</b> .....	5.88, 6.42
<b>postcure</b> .....	5.67
<b>pot life</b> .....	4.23
<b>precision</b> .....	7.29
<b>precursor infiltration pyrolysis</b> .....	5.117
<b>preform</b> .....	3.93
<b>preimpregnate</b> .....	5.22

preoxidation .....	3.19
pre-oxidized fiber .....	3.20
prepreg .....	5.22
prepreg tow .....	5.26
process capability index .....	7.65
process control document .....	7.60
process performance .....	7.66
processing control panel .....	5.82
proportional limit .....	6.48
pultrusion .....	5.97

## Q

quantile .....	7.18
quasi-isotropic laminate .....	5.44

## R

ratio of creep .....	6.97
rayon -based carbon fiber .....	3.5
reactive melt infiltration .....	5.115
recycled carbon fiber .....	3.15
regular braided fabric .....	3.73
regular tow .....	3.34
reinforcement .....	3.95
reinforcing material .....	3.95
release fabric .....	5.80
release film .....	5.81
repeatability .....	7.30
repeatability conditions .....	7.31
repeatability limit .....	7.32
reproducibility .....	7.33
reproducibility conditions .....	7.34
reproducibility limit .....	7.35
resin .....	4.5
resin film infusion .....	5.109
resin flow of prepreg .....	6.36
resin matrix composite .....	5.2
resin transfer molding .....	5.104
resin-impregnated yarn .....	6.43
resin-rich area .....	5.84
resin-starved area .....	5.85
room temperature/dry .....	6.121
room temperature/wet .....	6.123
roving .....	3.43

## S

sample	7.7
sample mean	7.10
sample median	7.11
sample size	7.8
sample standard deviation	7.13
sample variance	7.12
sandwich [construction]	5.53
satin weave fabric	3.61
S-basis	7.39
secant modulus	6.56
secondary bonding	5.63
shear strength	6.59
shearography	6.135
sheet moulding compound	5.19
shelf life	4.18
short-beam strength	6.62
significance	7.25
significance level	7.26
significant digit	7.17
single-filament	3.31
sizing	3.24、4.2
sizing agent	4.2
sizing content	6.6
slit tape	5.25
slurry infiltration	5.113
small tow	3.34
specimen	7.50
spread tow	3.45
spun yarn	3.48
staging life	4.20
standard qualification plan	7.45
staple fiber	3.39
staple fiber yarn	3.48
statistical process control	7.64
stiffness	6.13
stitched fabric	3.91
storage life	4.18
strain energy release rate	6.77
strand	3.42
stress level	6.92
stress relaxation	6.95

stress-life curve .....	6.94
stress-strain curve .....	6.50
stretch-broken fiber .....	3.49
stretch-broken fiber yarn .....	3.50
structural integrity .....	7.57
structured data .....	7.58
subcomponent .....	7.55
S-value .....	7.39
symmetrical laminate .....	5.42

## T

tab .....	6.44
tack .....	6.37
tailored fiber placement fabric .....	3.92
tangent modulus .....	6.55
tensile lap-shear strength .....	6.105
tensile lap-shear test .....	6.104
textile .....	3.36
thermal conductivity .....	6.112
thermoplastic resin .....	4.6
thermoplastic resin matrix composite .....	5.4
thermoplastics .....	4.6
thermoset resin .....	4.7
thermoset resin matrix composite .....	5.3
thickness of fabric .....	6.18
three-dimensional multidirectional braided fabric .....	3.77
three-dimensional angle-interlock woven fabric .....	3.67
three-dimensional braided fabric .....	3.71
three-dimensional four-directional braided fabric .....	3.76
three-dimensional multilayer interlock braided fabric .....	3.78
three-dimensional orthogonal fabric .....	3.66
three-dimensional woven fabric .....	3.65
three-directional orthogonal fabric .....	3.66
tolerance .....	7.19
tolerance limit .....	7.20
tolerance limit factor .....	7.21
tool .....	5.75
tow .....	3.42
towpreg .....	5.26
T-peel strength .....	6.109
T-peel test .....	6.108
transverse isotropy .....	5.47
transversely isotropic .....	5.47

traveler .....	5.82
triaxial braided fabric .....	3.75
triaxial woven fabric .....	3.64
twill weave fabric .....	3.60
twist .....	6.10
two-dimensional braided fabric .....	3.70
two-dimensional woven fabric .....	3.58
typical basis .....	7.40

## U

UD tape .....	5.24
ultimate bearing strength .....	6.76
ultrasonic C-scanning testing .....	6.132
unbond .....	5.95
unidirectional prepreg .....	5.23
unidirectional woven fabric .....	3.62
unit cell .....	3.53
unsized fiber .....	3.25
unstructured data .....	7.59

## V

vacuum assisted resin injection .....	5.108
vacuum assisted resin transfer molding .....	5.105
vacuum bag molding .....	5.101
vapor grown carbon fiber .....	3.8
viscose-based carbon fiber .....	3.5
viscosity .....	6.29
void .....	5.88
void content .....	6.42
volatile .....	6.34
volatile content .....	6.35

## W

warp .....	3.55
warp (end) count .....	6.20
warp surface .....	3.57
warp-knitted fabric .....	3.80
weak bond .....	5.92
wearable capability .....	6.27
weft .....	3.56
weft (pick) count .....	6.21
weft-knitted fabric .....	3.81
welding .....	5.110

wet compression molding .....	5.99
wet lay-up .....	5.71
wet spinning .....	3.16
wet strength .....	6.127
whisker .....	3.28
width .....	6.23
working life .....	4.23
woven fabric .....	3.54
wrinkle .....	5.59

**X**

X-axis .....	5.31
X-ray testing .....	6.137
X-Y plane .....	5.34

**Y**

yarn .....	3.46
Y-axis .....	5.32
Young's modulus .....	6.52

**Z**

Z-axis .....	5.33
--------------	------

