



中华人民共和国国家标准

GB/T 33619—2017

芳纶及其混编纤维的三维织物

Three-dimensional fabrics of aramid and its hybrid fibers

2017-05-12 发布

2017-12-01 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

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国纺织工业联合会提出。

本标准由全国纺织品标准化技术委员会(SAC/TC 209)归口。

本标准起草单位:天津工业大学、纺织工业标准化研究所、中纺标检验认证有限公司、烟台泰和新材料股份有限公司、中国产业用纺织品行业协会。

本标准主要起草人:孙颖、章辉、吕静、陈利、郑宇英、徐路、刘梁森、张一帆、李嘉禄、赵瑾瑜、马千里。

芳纶及其混编纤维的三维织物

1 范围

本标准规定了芳纶及其混编纤维三维织物的术语和定义、分类与代号、要求、试验方法、检验规则、标志、包装和储运等。

本标准适用于以芳纶纤维为主要原料,并与碳纤维等其他高性能纤维混编、用作复合材料增强材料的三维编织物和三维机织物。

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。

GB/T 3362 碳纤维复丝拉伸性能试验方法

GB/T 4146.1 纺织品 化学纤维 第1部分:属名

GB/T 4666 纺织品 织物长度和幅宽的测定

GB/T 7689.1—2013 增强材料 机织物试验方法 第1部分:厚度的测定

GB/T 7689.2 增强材料 机织物试验方法 第2部分:经、纬密度的测定

GB/T 14343 化学纤维 长丝线密度试验方法

GB/T 19975 高强化纤长丝拉伸性能试验方法

GB/T 33613 三维编织物及其树脂基复合材料拉伸性能试验方法

GB/T 33621 三维编织物及其树脂基复合材料弯曲性能试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

三维编织物 3D braided fabrics

采用三维编织工艺,编织纱在空间四个方向上交错移动、相互交织,形成一个不分层的整体织物。

注:三维编织物的基础组织结构是三维四向,为了使材料在特定方向上具有较突出的性能,在三维四向编织结构基础上编入或同时编入平行于编织方向、宽度方向和厚度方向的五向纱(轴纱)、六向纱和七向纱,可分别形成三维五向、六向和七向编织结构,如图1所示。

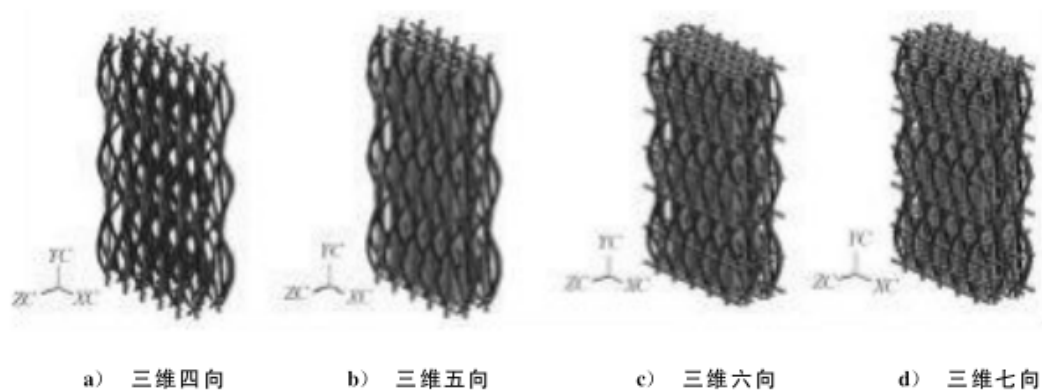


图 1 三维编织物结构示意图

3.2

三维机织物 3D woven fabrics

采用三维机织工艺,将两组或多组纱线系统交织在一起形成一个稳定的不分层整体结构的织物。

注:三维机织物中纱线不仅沿织物平面内的经纬向配置,而且有纱线贯穿或部分贯穿织物厚度方向。如图 2 所示。

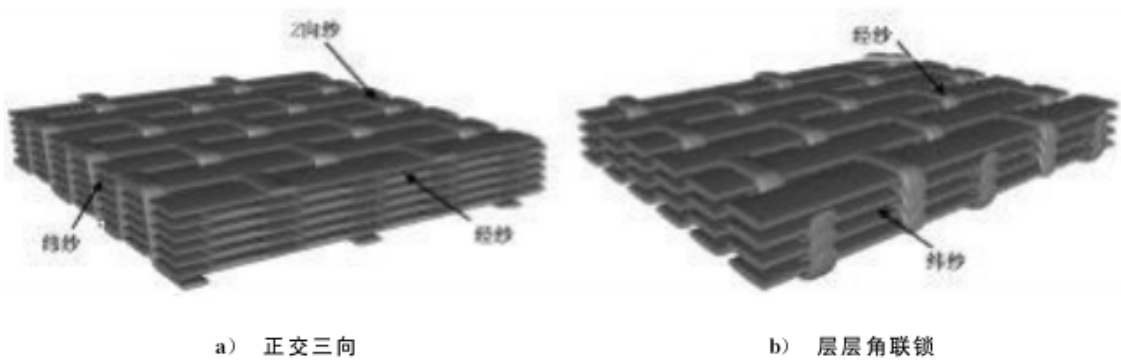


图 2 三维机织物结构示意图

3.3

编织单元 braiding unit cell

三维编织物中最小的完整编织单元,如图 3 所示。



图 3 三维编织物表面组织结构示意图

3.4

单胞长度 length of unit cell

花节长度 braided pitch length

编织结构长度方向(编织成型方向)上相同取向的编织纱线间的间距,是一个编织机器循环所形成的织物长度,如图 3 所示。

3.5

单胞宽度 width of unit cell

花节宽度 braided pitch width

编织结构宽度方向上相同取向的编织纱线间的间距,如图 3 所示。

3.6

编织角 braiding angle

三维编织物表面上,相同取向的编织纱倾斜排列所形成的编织纹理方向与编织长度方向之间的夹角。

3.7

纤维体积含量 fiber volume fraction

织物中各纱线系统的纤维体积之和与织物总体积之比。

4 分类与代号

4.1 分类

4.1.1 三维织物按织造方法分为三维编织物(B)和三维机织物(W)两大类。

4.1.2 三维编织物按组织结构分为三维四向(3D4d)、三维五向(3D5d)、三维六向(3D6d)、三维七向(3D7d),见图 1。

4.1.3 三维机织物按组织结构分为正交三向(3DO)、层层角连锁(2.5D),见图 2。

4.2 代号

三维织物的代号包括纤维材料、织造方法、组织结构、外形(仅对异形)或厚度(仅对板条形),形式为:



示例 1: AR/CF-B-3D5d-5 表示:芳纶与碳纤维混编的厚度为 5 mm 的三维五向编织物。

示例 2: AR/CF-W-3DO-8 表示:芳纶与碳纤维混织的厚度为 8 mm 的正交三向机织物。

5 要求

5.1 纤维材料

5.1.1 芳纶纤维

芳纶纤维性能应符合表 1 的要求,以满足织造工艺和结构复合材料增强材料的需求。对于有特殊

需求的产品,应根据最终产品的性能要求选用芳纶纤维。

表 1 芳纶纤维的主要性能要求

类别	技术指标	
	项目	要求
芳纶种类(复丝)	线密度/dtex	≥1 100
	线密度偏差/%	±3
	断裂强度/(cN/dtex)	≥20.0
	断裂伸长率/%	≥2.8

5.1.2 其他纤维

其他混编纤维可以包括碳纤维和玻璃纤维等,应符合相关产品国家标准的要求。

5.2 三维编织物

5.2.1 外观

三维编织物表面应纱线纹路清晰、编织纱线排列均匀,平整无变形,边缘平直整齐。三维编织物中疵点的控制应符合表 2 的规定。

表 2 三维编织物疵点控制要求

疵点名称	标疵范围
断纱	每 2 cm×2 cm 面积内不超过 1 束
编织角不匀	每 100 cm×100 cm 面积内不超过 2 处
破洞和破边	无
油污及夹杂物	无

5.2.2 物理性能

三维编织物物理性能应符合表 3 的要求。

表 3 三维编织物物理性能

项目	要求
尺寸偏差	按约定值
花节长度偏差/%	±5.0
编织角偏差/(°)	±3.0
纤维体积含量偏差/%	±5.0

5.2.3 力学性能

三维编织物力学性能以其树脂基复合材料力学性能表征,其复合材料力学性能应符合设计要求或

协议值。四种典型板条型三维编织物增强树脂基复合材料中三维编织物结构参数要求见表 4,采用树脂传递模塑(RTM)工艺制备三维编织复合材料,其复合固化工艺参数要求见表 5,其纵向拉伸强度、拉伸模量和断裂伸长率,纵向和横向的弯曲强度和弯曲模量等应符合表 6 要求。

表 4 典型板条型三维编织物结构参数要求

样品编号	编织结构	混杂方式	编织纱 选用规格	轴纱/六向纱 选用规格	花节长度 mm	编织角 (°)	纤维体积含量 %
1	B-3D5d	1	T700-12K	K49-1580×4	4.5±0.2	28±3	58±5
2		2	K49-1580×4	T700-12K	4.5±0.2	28±3	58±5
3	B-3D6d	1	T700-12K	K49-1580×4	5.0±0.2	28±3	58±5
4		2	K49-1580×4	T700-12K	5.0±0.2	28±3	58±5
注：混杂方式 1 表示编织纱是碳纤维，轴纱/六向纱是芳纶纤维；混杂方式 2 表示编织纱是芳纶纤维，轴纱/六向纱是碳纤维。							

表 5 三维机织物/三维编织物树脂基复合材料常用复合固化工艺参数要求

树脂体系				复合成型工艺	
树 脂	固化剂	促进剂	配比	成型方法	固化温度/固化时间
环氧树脂 TDE86#	甲基四氢苯酚	N,N-二甲基苯胺	100 : 85 : 1	树脂传递 模塑(RTM)	130 ℃/2 h 150 ℃/1 h 160 ℃/6 h 180 ℃/1 h

表 6 典型板条型三维编织物树脂基复合材料力学性能要求

试样 编号	代号	混杂方式	拉伸强度 MPa	拉伸模量 GPa	断裂伸长率 %	弯曲强度 MPa		弯曲模量 GPa	
						纵向	横向	纵向	横向
1	AR/CF-B-3D5d-4	1	≥635	≥37	0.7~1.0	≥260	≥57	≥58	≥5.5
2	AR/CF-B-3D5d-4	2	≥639	≥42	0.5~0.7	≥460	≥42	≥60	≥3.5
3	AR/CF-B-3D6d-4	1	≥406	≥32	1.9~2.2	≥223	≥295	≥37	≥25
4	AR/CF-B-3D6d-4	2	≥550	≥42	1.6~1.9	≥380	≥417	≥35	≥28
注:三维编织物力学性能不特指的情况下,一般表示编织方向或经向(即为纵向)力学性能。									

5.3 三维机织物

5.3.1 外观

三维机织物表面应纱线纹路清晰、平整无变形,经、纬纱线排列均匀,边缘平直整齐。三维机织物中疵点的控制要求应符合表 7 的规定。

表 7 三维机织物疵点控制要求

疵点	控制要求
Z 纱断纱	每 1 cm×1 cm 面积内不得超过 1 束
经纬纱断纱	每 100 cm×100 cm 面积内不得超过 2 束
稀疏路	每 100 cm×100 cm 面积内不超过 2 处
豁边	每 1 m 小于 10 cm
破洞和破边	无
油污及夹杂物	无

5.3.2 物理性能

板条型三维机织物物理性能应符合表 8 的要求,异型三维机织物物理性能应符合表 9 的要求。

表 8 板条型三维机织物物理性能

项目		要求
幅宽偏差/mm		±5.0
厚度偏差/%		±5.0
织物密度偏差/(根/cm)	经纱	±0.1
	纬纱	±0.2
纤维体积含量偏差/%		±5.0

表 9 异型三维机织物物理性能

项目		要求
织物密度偏差/(根/cm)	经纱	±0.2
	纬纱	±0.2
尺寸偏差		按约定值
纤维体积含量偏差/%		±5.0

5.3.3 力学性能

三维机织物力学性能以其树脂基复合材料力学性能表征,其复合材料力学性能应符合设计要求或协议值。三种典型板条型三维机织物增强树脂基复合材料中三维机织物结构参数要求见表 10,采用树脂传递模塑(RTM)工艺制备三维编织复合材料,其复合固化工艺参数要求见表 5,其纵向拉伸强度、拉伸模量和断裂伸长率,纵向和横向的弯曲强度和弯曲模量等应符合表 11 要求。

表 10 典型板条型三维机织物结构参数要求

结构	经纱 层数	纬纱 层数	厚度 mm	纤维体积 含量 %	碳纤维规格	芳纶纤维规格	经纱密度 根/cm	纬纱密度 根/cm
3DO	4	5	4±0.2	50±5	T700-12K	K49-1580×4	5±0.1	5±0.2

表 11 典型板条型三维机织物树脂基复合材料力学性能要求

试样 编号	代号	混杂方式	拉伸强度 MPa	拉伸模量 GPa	断裂伸 长率 %	弯曲强度 MPa		弯曲模量 GPa	
						纵向	横向	纵向	横向
1	AR-W-3DO-4	—	≥480	≥27	1.7~2.0	≥260	≥340	≥14.0	≥16.0
2	AR/CF-W-3DO-4	1	≥990	≥50		≥730	≥760	≥40.0	≥45.0
3	AR/CF-W-3DO-4	2	≥720	≥35		≥440	≥600	≥25.0	≥40.0
注：混杂方式 1 表示 Z 纱为芳纶纤维,经纬纱为碳纤维。混杂方式 2 表示 Z 纱为芳纶纤维,经纬纱为芳纶和碳纤维按 1：1 间隔排列。									

6 试验方法

6.1 纤维线密度

复丝线密度按 GB/T 14343 规定执行。

6.2 纤维拉伸性能

复丝断裂强度和断裂伸长率的测定按 GB/T 19975 和 GB/T 3362 规定执行。

6.3 幅宽

按 GB/T 4666 规定执行,精确至 0.1 mm。

6.4 厚度

板条型织物按 GB/T 7689.1—2013 中条件 2 规定执行,压脚面积为 25 cm²,压力推荐值为 200 cN/cm²。

异型织物采用针刺法测量。在自然且干燥状态下,将织物置于金属底板上,将带有小孔的圆盘形金属压块置于织物表面,使细针穿过压块小孔,刺入织物直至底板。在规定检测点,采用精度为 0.02 mm 的游标卡尺测量细针在压块外露出的长度,计算细针刺入织物的深度,以此作为测量结果。以 5 处测量结果的算术平均值为织物厚度值,结果保留一位小数。

6.5 织物密度

织物密度按 GB/T 7689.2 规定执行。

6.6 外观尺寸

可以根据约定,用卷尺、钢板尺或精度为 0.02 mm 游标卡尺分别沿织物 X、Y 方向测量 5 处,以 5 处测量结果的算术平均值为织物各方向的尺寸值,保留小数点后一位有效数字。

6.7 花节长度

在织物有效尺寸范围内,用钢板尺测量。沿三维编织物长度方向分别测量 5 个花节的总长度,测量 5 处后求其平均值,结果保留一位小数。

6.8 花节宽度

在织物有效尺寸范围内,用钢板尺测量。沿三维编织物宽度方向分别测量 5 个花节的总宽度,测量 5 处后求其平均值,结果保留一位小数。

6.9 编织角

三维编织物花节宽度与花节长度之比为编织角的正切值。

6.10 纤维体积含量

用精度为 0.01 g 的电子秤,称取织物的质量。由纤维束线密度和体密度计算芳纶纤维和其他混编纤维的体积比。纤维体积含量 V_f 按式(1)计算,保留小数点后两位有效数字。

$$V_f = \frac{m_f / \rho_f}{V} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:
 m_f —— 织物质量,单位为克(g);
 ρ_f —— 纤维体积密度,由芳纶纤维和其他混编纤维的体积比按照混合定律计算纤维体积密度,单位为克每立方厘米(g/cm³);
 V —— 织物体积,单位为立方厘米(cm³)。

6.11 复合材料拉伸性能

三维织物树脂基复合材料拉伸强度、拉伸模量和断裂伸长率的测定按 GB/T 33613 规定执行。

6.12 复合材料弯曲性能

三维织物树脂基复合材料弯曲强度和弯曲模量的测定按 GB/T 33621 规定执行。

6.13 夹杂物

目视检查被检试样的表面,不应有空洞、翘起、隆起等缺陷,这些缺陷若不能修整,并影响透照结果,除特殊规定外,不予检验。分别采取 0°和 30°的 X 光透射方法对试样进行透照并获得相应底片,X 射线照相机焦距不小于 900 mm,曝光量不小于 20 mA·min。每张射线底片上至少有一个像质计的影像,如果被检区截面厚度不同,应在每一有效透照区域内放置 2 个像质计,一个置于最厚区,一个置于最薄区。底片有效区无缺陷处的光学密度偏差应在像质计所在处密度值的 -15%~30%之间。按图样规定和有关质量技术文件的要求,对底片进行透照结果评定。

6.14 外观疵点

对织物正反面均进行外观疵点的检验,检验应在平台上进行,采用正常白昼北光或日光灯照明,目光与台面距离(60±10)cm。

7 检验规则

7.1 抽样

对所有产品全部检验。

7.2 检验项目

检验项目包括外观、物理性能、力学性能。

7.3 合格判定

对全部产品进行逐个检验。当 7.2 中的所有检验项目均符合要求时,则判定产品合格,否则判定该产品不合格。

8 标志

每个包装单元的明显部位应附有标志,包括下列内容或根据协议、合同规定:

- a) 生产单位名称和地址;
- b) 生产日期及批号;
- c) 产品名称和代号;
- d) 执行的标准编号;
- e) 原材料供应商及批次号;
- f) 检验日期及合格证;
- g) “保持干燥”等字样或标志。

9 包装和储运

9.1 产品用拷贝白纸、外套软塑料薄膜作内包装,用硬纸板箱或木箱作外包装,应保证产品质量不受损坏,保持外观整洁、干燥,便于运输。

9.2 产品在储运中应保持干燥、通风,应防酸碱和油污,防日晒,防雨淋。

参 考 文 献

- [1] GJB 1038.2A 纤维增强复合材料无损检测方法 第2部分:X射线照相检验
-