

T/ACCEM

团 体 标 准

T/ACCEM XXXX—XXXX

连续碳纤维强韧化超高温陶瓷基复合材料

Continuous carbon fiber toughened ultra-high temperature ceramic matrix
composites

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国商业企业管理协会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 材料 2

5 技术要求 2

6 试验方法 3

7 检验规则 4

8 标志、包装、运输和贮存 5

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。

本文件由安徽梦克斯航空科技有限公司提出。

本文件由中国商业企业管理协会归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

本文件为首次发布。

连续碳纤维强韧化超高温陶瓷基复合材料

1 范围

本文件规定了连续碳纤维强韧化超高温陶瓷基复合材料（以下简称“复合材料”）的术语和定义、分类与命名、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存。

本文件适用于高速飞行器用的30%含量碳纤维的复合材料，其它领域的应用也可参考使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 191 包装储运图示标志
- GB/T 1184 形状和位置公差 未注公差值
- GB/T 3365 碳纤维增强塑料孔隙含量和纤维体积含量试验方法
- GB/T 6388 运输包装收发货标志
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 30019 碳纤维 密度的测定
- GB/T 31959 碳纤维热稳定性的测定
- GB/T 23806 精细陶瓷断裂韧性试验方法单边预裂纹梁(SEPB)法
- GB/T 44307 碳纤维增强塑料 纤维质量含量的测定 热重分析法(TG)
- GJB 8736 连续纤维增强陶瓷基复合材料常温拉伸性能试验方法
- GJB 8737 连续纤维增强陶瓷基复合材料常温压缩性能试验方法
- GJB 10311 连续纤维增强陶瓷基复合材料高温力学性能试验方法
- JC/T 2405 室温下连续纤维增强陶瓷基复合材料弯曲强度试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

连续碳纤维强韧化超高温陶瓷基复合材料 continuous carbon fiber toughened ultra-high temperature ceramic matrix composites

以陶瓷材料为基体，以连续碳纤维为增强材料，结合了陶瓷材料的高温稳定性和碳纤维的增强增韧效果的复合材料。

3.2

碳纤维 carbon fibre

由有机纤维热解重组所制得的碳含量超过90 % (质量分数) 的纤维。

3.3

高强型碳纤维 high strength carbon fiber

具有较高拉伸强度的碳纤维。

3.4

连续纤维 continuous fiber

连续长丝 continuous filament
长度与由其组成的纱或丝束的长度相同的纤维。

3.5

超高温 ultrahigh temperature
1800℃ 及以上的温度。

4 材料

4.1 碳纤维

碳纤维性能指标应符合表 1 的要求。

表 1 性能指标

纤维类别	项目	指标
高强型碳纤维	室温下拉伸强度/MPa	≥4200
	室温下拉伸弹性模量/GPa	≥200

4.2 基体陶瓷

硼化锆陶瓷/硼化钪陶瓷作为基体陶瓷及其他类基体陶瓷，且满足最终产品的性能要求。

5 技术要求

5.1 外观与尺寸

- 5.1.1 复合材料部件的外观应符合标准样板或图样要求。
- 5.1.2 表面应平整，无裂纹、凹坑、划痕、磨痕、划伤、腐蚀、毛刺、涂层损伤、高温变色等缺陷。
- 5.1.3 纤维浸渍良好，无杂质；色泽均匀，同批产品无明显色差。
- 5.1.4 复合材料部件的尺寸和公差应符合图样要求；图样上未标注的，应按 GB/T 1184 的规定。

5.2 性能要求

5.2.1 复合材料性能要求

复合材料性能应符合表 2 的要求。

表 2 性能指标

项目			指标
物理性能	碳纤维含量允许偏差/%		±3
	单位面积质量允许偏差/%		±7
	孔隙率/%		≤10
	密度/（g/cm ³ ）	硼化锆陶瓷基	3.0~3.6
硼化钪陶瓷基		4.6~5.2	
力学性能	拉伸强度/MPa	超高温（1800℃）	≥80
		室温（23℃）	≥120
	拉伸模量/GPa	超高温（1800℃）	≥1.0
		室温（23℃）	≥30
	弯曲强度/MPa	超高温（1800℃）	≥150
		室温（23℃）	≥200
	弯曲模量/GPa	超高温（1800℃）	≥10
		室温（23℃）	≥40

表 2 性能指标（续）

项目			指标
	压缩强度/MPa	超高温（1800℃）	≥100
		室温（23℃）	≥200
	压缩模量/GPa	超高温（1800℃）	≥10
		室温（23℃）	≥40
	超高温（1800℃）下层间剪切强度/MPa		≥20
	室温（23℃）下断裂韧性/（MPa·m ^{1/2} ）		≥8
热稳定性能	碳纤维质量损失率/%		≤0.1

5.2.2 复合材料部件要求

- a) 部件在高温、低温和高低温交替情况下应保证完整的功能，在试验过程中及试验后应符合设计文件要求。
- b) 部件在日光、臭氧、雨雪、湿度、温度等条件下应保证完整的功能，在试验过程中及试验后应符合设计文件要求。
- c) 部件在浸渍或接触周边上常用的燃料、油、润滑脂、药品或溶剂时，测试布上不应有颜色痕迹，应符合设计文件要求，部件表面不应出现任何可视变化，不应有软化、发黏、斑点、颜色显著变化。
- d) 部件经振动试验后，应符合设计文件要求，不应出现开裂、折断、剥离和永久变形等现象。
- e) 部件经抗冲击性能试验后，应符合设计文件要求，不应出现开裂、折断、剥离和永久变形等现象。
- f) 部件经划痕试验后，应符合设计文件要求，不应出现肉眼可见的划伤。
- g) 抗碎石冲击性应符合设计文件要求。
- h) 禁用物质要求应符合所成型部件的相关规定。

6 试验方法

6.1 试验条件

除特殊规定外，应在下列条件进行试验：

- a) 环境温度：23℃±2℃；
- b) 环境相对湿度：50%±10%。

6.2 外观与尺寸

- 6.2.1 在照明均匀,照度不小于 800 lx，距离部件表面 300 mm~500 mm，垂直于部件进行目测、与标准样板进行比较，应避免在垂直日光下检验。
- 6.2.2 外观用目测应平整光滑,光泽和颜色符合图纸要求。
- 6.2.3 按图纸要求用专用检具进行检测。

6.3 物理性能试验

6.3.1 碳纤维含量试验

按GB/T 44307的规定进行，其结果应符合表1的要求。

6.3.2 单位面积质量

按GB/T 44307的规定进行，其结果应符合表1的要求。

6.3.3 孔隙率试验

按GB/T 3365的规定进行，其结果应符合表1的要求。

6.3.4 密度

密度试验按 GB/T 30019 规定的方法进行，其结果应符合表 1 的要求。

6.4 力学性能试验

6.4.1 拉伸性能试验

- a) 常温拉伸强度/模量性能试验按 GJB 8736 的方法进行，其结果应符合表 1 的要求；
- b) 超高温拉伸强度/模量性能试验按 GJB 10311 的方法进行，其结果应符合表 1 的要求。

6.4.2 弯曲性能试验

- a) 常温弯曲强度/模量性能试验按 JC/T 2405 的方法进行，其结果应符合表 1 的要求；
- b) 超高温弯曲强度/模量性能试验按 GJB 10311 的方法进行，其结果应符合表 1 的要求。

6.4.3 压缩性能试验

- a) 常温压缩强度/模量性能试验按 GJB 8737 的方法进行，其结果应符合表 1 的要求；
- b) 超高温压缩强度/模量性能试验按 GJB 10311 的方法进行，其结果应符合表 1 的要求。

6.4.4 层间剪切强度试验

超高温层间剪切强度性能试验按 GJB 10311 的方法进行，其结果应符合表 1 的要求。

6.4.5 断裂韧性试验

按GB/T 23806的方法进行，其结果应符合表1的要求。

6.4.6 热稳定性能试验

按GB/T 31959的方法进行，其结果应符合表1的要求。

6.5 部件要求的试验

按照应用的复合材料产品部件的要求进行相关试验和检验。

7 检验规则

7.1 检验分类

分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

复合材料部件出厂需本厂质检部门检验，检验合格后附合格证方可出厂，出厂检验项目见表2。

表 3 检验项目

序号	检验项目	出厂检验	型式检验	技术要求	试验方法
1	外观与尺寸	5.1	6.2	√	√
2	碳纤维含量	5.2.1	6.3.1	√	√
3	孔隙率	5.2.1	6.3.2	√	√
4	单位面积质量	5.2.1	6.3.3	√	√
5	密度	5.2.1	6.3.4	√	√
6	拉伸性能	5.2.1	6.4.1	—	√
7	弯曲性能	5.2.1	6.4.2	—	√
8	压缩性能	5.2.1	6.4.3	—	√
9	层间剪切强度	5.2.1	6.4.4	—	√

表 3 检验项目（续）

序号	检验项目	出厂检验	型式检验	技术要求	试验方法
10	断裂韧性	5.2.1	6.4.5	—	√
11	热稳定性	5.2.1	6.4.6	—	√
12	部件要求	5.2.2	6.5	√	√
注：“√”表示必检项，“—”表示不检项。					

7.3 型式检验

- 7.3.1 常规情况下型式检验一般一年一次，型式检验项目符合表 2 内容。
- 7.3.2 有下列情况之一时，也应进行型式检验：
- a) 新产品或老产品转厂生产时；
 - b) 正式生产的产品在结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
 - c) 产品停产1年以上，重新恢复生产时；
 - d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
 - e) 国家有关部门提出进行型式检验的要求时。

7.4 判定规则

7.4.1 出厂检验

出厂检验项目全部符合本文件要求时出厂检验判为合格，有一项不符合的则判为不合格。

7.4.2 型式检验

型式检验项目符合本文件规定时则判定该产品合格，若有不符合规定的则判为型式检验不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

应符合GB/T 13306的规定，字迹应清晰、耐久，内容包括：

- 产品型号和名称；
- 制造厂名称；
- 批号。

8.2 包装

- 8.2.1 使用干燥、防潮、防尘的密封袋，包装箱应干燥、防潮、防尘、防霉。
- 8.2.2 应根据分类、规格及货运重量规定成套包装,但可采用不同的包装方式。不论采用何种包装方式,都应捆扎包装平整、牢固可靠,如有特殊要求,可由厂方与用户协商确定。
- 8.2.3 包装贮存图示标志和运输包装收发标志应按 GB/T 191 和 GB/T 6388 执行。

8.3 运输及贮存

- 8.3.1 在运输、装卸过程中应轻装轻卸，不应随意抛掷，注意防水、防潮、防火。
- 8.3.2 储存产品的库房应干燥通风,产品应离热源1 m以上,不与地面直接接触,应存放整齐、保持清洁,严禁与酸、碱、油类、有机溶剂等相接触,也不应露天堆放。