

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/CASME

团 体 标 准

T/CASME XXXX—XXXX

低空飞行器用中温环氧玻璃纤维织物预浸料规范

Specification for Medium Temperature Curing Epoxy Resin Glass Fiber Fabric
Prepreg for Low Altitude Aerial Vehicle

(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。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国中小商业企业协会 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 缩略语 2

5 要求 2

6 质量保证规定 5

7 交货准备 8

8 说明事项 9

附录 A（规范性） 单层固化厚度测试 11

参考文献 12

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。本文件的发纤维织物机构不承担识别专利的责任。

本文件由中航复合材料有限责任公司提出。

本文件由中国中小商业企业协会归口。

本文件起草单位：××××、××××、××××。

本文件主要起草人：××××、××××、××××。

低空飞行器用中温环氧玻璃纤维织物预浸料规范

1 范围

本文件规定了低空飞行器用中温环氧玻璃纤维织物预浸料的要求、质量保证规定、交货准备、说明事项等内容。

本文件适用于中温固化环氧树脂体系浸渍的玻璃纤维织物预浸料（以下简称预浸料）。

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 1447	定向纤维增强塑料拉伸性能试验方法	
GB/T 3355	纤维增强塑料纵横剪切试验方法	
GB/T 4550	试验用单向纤维增强塑料平板的制备	
HB 5342	复合材料航空制件工艺质量控制	
HB 7736.3	复合材料预浸料物理性能试验方法	第3部分：纤维面密度的测定
HB 7736.4	复合材料预浸料物理性能试验方法	第4部分：挥发份含量的测定
HB 7736.5	复合材料预浸料物理性能试验方法	第5部分：树脂含量的测定
HB 7736.6	复合材料预浸料物理性能试验方法	第6部分：树脂流动度的测定
HB 7736.7	复合材料预浸料物理性能试验方法	第7部分：凝胶时间的测定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

预浸料 *prepreg*

用于制造复合材料的浸渍树脂基体的纤维或织物经预复合的一种中间材料。

3.2

复合材料 *composite material*

由树脂基体和纤维增强材料，通过物理或化学方法复合而成的一种多相固体材料。

3.3

树脂批 *resin lot*

以1~2个批次原材料，同一工艺条件下，同一生产周期内（不大于7 d），连续生产的树脂为1个批次，生产过程允许不超过72 h的中断，中断期间，生产设备及参数设置状态不发生改变，且在该设备上没有生产其他产品。

3.4

织物批 *fabric lot*

采用同一批原材料、同一品种规格、连续生产的单位产品为一批。一个卷装即为一个单位产品。

3.5

预浸料批 *prepreg lot*

以一个批次树脂，一个批次纤维织物，在同一工艺条件下、不大于30 d连续生产的预浸料为1个批次，连续生产过程中允许不超过72 h的中断，中断期间，生产设备及参数设置状态不发生改变，且在该设备上没有生产其他产品的预浸料为一批。

3.6

卷号 reel number

预浸料（或纤维等）产品中成卷包装的产品编号，用于追溯成卷包装产品的制造信息。

3.7

贮存寿命 storage life

在-18℃或更低温度下贮存，材料能保持其操作寿命和力学性能寿命且符合材料规范的所有其它要求的最长贮存时间。

3.8

操作寿命 working life

材料保持其零件的可制造性（粘性和/或铺覆性）且符合材料规范性能要求的离开冷藏环境的最长时间。

3.9

力学性能寿命 mechanical life

在操作寿命内铺叠，材料仍符合材料规范力学性能要求的离开冷藏环境的最长时间。

3.10

不合格品 nonconforming product

使用不符合材料规范的原材料生产出的产品；未按材料规范要求进行正确检验的产品；检验或测试结果不符合材料规范要求的产品；缺少生产过程或原材料可追溯性的产品；超过材料规范规定的最大存储寿命或者外置时间要求的产品等。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

KC：关键特性，材料规范规定的与产品特定工程性能相关的特性（数值），其波动对产品的性能、使用寿命或可制造性等产生重大影响的材料特性。应从稳定生产的最终产品测量得到。关键特性的控制范围可通过统计分析得到，该统计方法服从行业认可的工业标准。

PCD：过程控制文件，一种文档，用于记录和描述预浸料生产的操作步骤和控制要求，是系统工程师制造过程中的一个重要步骤，它能够确保在生产过程中按照设计要求进行操作，并能够提供必要的控制和监测信息。

5 要求

5.1 原材料

5.1.1 基体树脂

基体树脂应符合下列要求：

- 用于制造符合本规范的预浸料的树脂基体应为 100℃~150℃固化的环氧树脂，其组分应按照 PCD 规定、测试、供应和加工；
- 树脂在常规处理时不应产生任何过度的健康问题或皮肤刺激，并且在预浸料产品加工过程中不应产生需要特殊环境措施的排放物；
- 树脂组成、树脂制备和产品加工应由 PCD 控制，并在材料鉴定期间进行评估。

5.1.2 增强材料

增强材料为玻璃纤维织物，典型织物规格见表1，仅列举典型织物指标值，其他规格可由供需双方商定。

表 1 典型玻璃纤维织物规格

序号	产品类别	单位面积重量, g/m^2	厚度, mm	拉伸断裂强力, N/25mm	
				经向	纬向
1	玻璃纤维织物 I 型	105 ± 10	0.11 ± 0.011	≥ 300	≥ 300
2	玻璃纤维织物 II 型	220 ± 10	0.22 ± 0.020	≥ 1200	≥ 1100
3	玻璃纤维织物 III 型	295.4 ± 10	0.275 ± 0.030	≥ 1300	≥ 1200

5.1.3 复验

基体树脂和增强纤维经复验合格后,方可投产使用。

5.2 制造方法

5.2.1 预浸料成卷供应,预浸料制备按专用工艺文件进行。

5.2.2 预浸料幅宽根据织物规格而定,长度为 50 m~100 m,推荐每卷长度为 50 m。预浸料的长度和宽度可以根据需要协商调整。

5.3 预浸料性能

5.3.1 外观和缺陷

预浸料外观应均匀、平整。预浸料中出现下列缺陷时为不允许缺陷:

- 目视可见的外来杂质;
- 目视可见的不溶解固化物;
- 连续的贫、富树脂区面积大于 10 cm^2 ;
- 每平方米内的纤维束断裂多于一处;
- 距纤维织物边超过 25 mm 区域内的卷曲和皱折;
- 经纱和纬纱应互相垂直并平行于预浸料的径向和纬向,在整幅宽度(不包括纤维织物边)内,其平行偏差超过 50 mm;在任选的 500 mm 宽度内,其平行偏差超过 25 mm;
- 造成明显的纤维扭曲或厚度变化超过公称厚度 50%的毛团,或毛团累计总面积每平方米超过 2 cm^2 。

5.3.2 缺陷标识

预浸料中出现的所有不允许缺陷,均应采用与预浸料颜色不同的标识进行标记,并标出始末端,该长度不计入交付数量。每卷预浸料有效长度不少于90%,每卷缺陷不多于5处。缺陷标签应易从预浸料上揭下,且不损伤预浸料。

5.3.3 物理性能

预浸料的物理性能应满足表2的要求。

注:表2仅列举典型预浸料物理性指标值,其他可根据具体玻璃纤维织物的规格规定。

表 2 预浸料物理性能

序号	项目	指标值(平均值)		
		玻璃纤维织物 I 型	玻璃纤维织物 II 型	玻璃纤维织物 III 型
1	玻璃纤维织物面密度*/(g/m^2)	105 ± 10	220 ± 10	295.4 ± 10
2	挥发份含量/%	≤ 1.5		
3	树脂含量*/%	依据客户需求而定,公差 $\pm 10\%$ 范围内		

序号	项目	指标值（平均值）
4	树脂流动度/%	根据具体树脂规格规定，公差 $\pm 10\%$ 范围内
5	凝胶时间/℃	根据具体树脂规格规定
注1：标注出的性能为预浸料的K值。 注2：经供需方协商可供应其他树脂含量的预浸料。		

5.4 层合板性能

5.4.1 物理性能

层合板的物理性能应满足表3的要求。

注：表3仅列举典型层合板物理性能指标值，其他可根据具体玻璃纤维织物的规格规定。

表3 层合板物理性能

序号	项目	参考值		
		玻璃织物 I 型	玻璃织物 II 型	玻璃织物 III 型
1	单层固化厚度/mm	0.100 ± 0.010	0.200 ± 0.020	0.265 ± 0.038
2	玻璃化转变温度($\tan \delta$ 峰值温度)/℃	>110		

5.4.2 力学性能

层合板的力学性能应满足表4的要求。

注：表4仅列举典型层合板力学性能指标值，其他可根据具体玻璃纤维织物的规格规定。

表4 层合板力学性能

序号	项目	参考值		
		玻璃织物 I 型	玻璃织物 II 型	玻璃织物 III 型
1	经向弯曲强度/MPa	≥ 450	≥ 500	≥ 550
2	经向弯曲模量/GPa	18 ± 3	20 ± 3	22 ± 3
3	短梁强度/MPa	≥ 50	≥ 53	≥ 55
4	经向拉伸强度/MPa	≥ 350	≥ 380	≥ 400
5	经向拉伸模量/GPa	22 ± 3	22 ± 3	22 ± 3
6	纬向拉伸强度/MPa	≥ 320	≥ 340	≥ 360
7	纬向拉伸模量/GPa	22 ± 3	22 ± 3	22 ± 3
8	经向压缩强度/MPa	≥ 400	≥ 340	≥ 300
9	经向压缩模量/GPa	24 ± 4	24 ± 4	24 ± 4
10	纬向压缩强度/MPa	≥ 400	≥ 340	≥ 300
11	纬向压缩模量/GPa	24 ± 4	24 ± 4	24 ± 4

12	面内剪切强度(5%应力)/MPa	≥ 42	≥ 44	≥ 46
13	面内剪切模量/GPa	3.3 ± 1	3.3 ± 1	3.3 ± 1

6 质量保证规定

6.1 检验分类

本标准规定的检验分类如下：

- a) 鉴定检验；
- b) 质量一致性检验。

6.2 鉴定检验

6.2.1 通则

有下列情况之一时，应进行鉴定检验：

- a) 原材料或工艺变更；
- b) 生产设备改变；
- c) 生产场地改变；
- d) 产品停产两年以上后恢复生产时；
- e) 需方要求时。

6.2.2 检验项目

鉴定检验项目及相应检验方法的章条号见表5。

表 5 检验项目表

序号	检验项目	鉴定检验	质量一致性检验	要求章条号	检验方法章条号
1	外观	●	●	5.3.1	6.4.1
2	玻璃纤维织物面密度	●	●	5.3.4	6.4.2.1
3	挥发份含量	●	—	5.3.4	6.4.2.2
4	树脂含量	●	●	5.3.4	6.4.2.3
5	树脂流动度	●	—	5.3.4	6.4.2.4
6	凝胶时间	●	—	5.3.4	6.4.2.5
7	单层固化厚度	●	●	5.4.1	6.4.3.4
8	玻璃化转变温度	●	●	5.4.1	6.4.3.5
9	经向弯曲强度	●	●	5.4.2	6.4.3.6
10	经向弯曲模量	●	●	5.4.2	6.4.3.6
11	短梁强度	●	●	5.4.2	6.4.3.7
12	经向拉伸强度	●	—	5.4.2	6.4.3.8
13	经向拉伸模量	●	—	5.4.2	6.4.3.8

14	纬向拉伸强度	●	—	5.4.2	6.4.3.8
15	纬向拉伸模量	●	—	5.4.2	6.4.3.8
16	经向压缩强度	●	—	5.4.2	6.4.3.9
17	经向压缩模量	●	—	5.4.2	6.4.3.9
18	纬向压缩强度	●	—	5.4.2	6.4.3.9
19	纬向压缩模量	●	—	5.4.2	6.4.3.10
20	面内剪切强度	●	—	5.4.2	6.4.3.10
21	面内剪切模量	●	—	5.4.2	6.4.3.10
注：●为必检项目；—为不检项目。					

6.2.3 合格判据

检验结果全部符合本标准的要求为鉴定检验合格。

6.3 质量一致性检验

6.3.1 检验项目

每批产品均应进行质量一致性检验。检验项目见表5。

6.3.2 组批规则

以1个批次树脂，1个批次纤维织物，在同一工艺条件下，不大于30 d连续生产的预浸料为1个批次，连续生产过程中允许不超过于72 h的中断，中断期间，生产设备及参数设置状态不发生改变，且在该设备上没有生产其他产品。

6.3.3 抽样方法

外观应逐卷检验，预浸料物理性能按表6抽样检验，层合板物理性能及力学性能每批随机抽取1卷检验。检验用料至少在距预浸料两侧和端边各50 mm的任一区域内随机取样。

表6 抽样方案

预浸料卷数	随机最少取样卷数
1~3	1
4~10	2
11~30	3
31~75	4
76~100	5
≥101	不少于预浸料总卷数的5%

6.3.4 合格判据

6.3.4.1 检验结果符合要求者为合格。

6.3.4.2 外观检验不合格，判该卷预浸料不合格。对其它不符合要求的项目，允许取双倍试样对不符合要求的项目复验一次，复验结果符合要求者为合格；仍不符合要求，则该批为不合格。

6.4 检验方法

6.4.1 外观和缺陷

目视和用相应量具检查。

6.4.2 预浸料物理性能

6.4.2.1 玻璃纤维织物面密度

按HB 7736.3的规定进行。

6.4.2.2 挥发份含量

按HB 7736.4的规定进行。

6.4.2.3 树脂含量

按HB 7736.5的规定进行。

6.4.2.4 树脂流动度

按HB 7736.6的规定进行，测试压力为 $700\text{kPa} \pm 70\text{kPa}$ 。

6.4.2.5 凝胶时间

按HB 7736.7的规定进行，采用滑板法，使用玻璃板。

6.4.3 层合板性能

6.4.3.1 层合板要求

层合板应满足下列要求：

- a) 试验用层合板应致密，断面目视无可见气孔；
- b) 目视无分层、夹杂等缺陷。

6.4.3.2 剪裁铺层

按HB 5342的要求进行裁剪和铺贴预浸料，封装按GB/T 4550进行。

6.4.3.3 层合板固化

各类型的制件可根据具体情况调整。建议成型采用烘箱真空袋或热压罐法固化，完成真空袋封装后，应进行真空渗漏检查；抽真空，真空度不低于 0.090MPa ， 5min 内真空表读数下降不应当超过 0.010MPa 。

6.4.3.4 单层固化厚度

按附录A要求进行。

6.4.3.5 玻璃化转变温度

按GB/T 40396的规定三点弯曲模式进行。

6.4.3.6 弯曲强度和弯曲模量

参见ASTM D 790的规定，弯曲的跨厚比为16:1。

6.4.3.7 短梁强度

参见ASTM D 2344的规定。

6.4.3.8 拉伸强度和拉伸模量

按GB/T 1447的规定进行。

6.4.3.9 压缩强度和压缩模量

参见ASTM D 695的规定。

6.4.3.10 纵横剪切强度和纵横剪切模量

按GB/T 3355的规定进行。

7 交货准备

7.1 包装

7.1.1 预浸料用聚乙烯薄膜覆盖（薄膜厚度不小于0.1mm）。预浸料各层之间应用双面有色隔离材料隔开。每卷预浸料密封在透明的无缺陷包装袋中。包装袋的缺陷是指目视可见的空气、湿气或其他污染物自由通过的不连续部分，如孔、切口、撕裂等。

7.1.2 预浸料外包装应为硬包装箱，水平放置。箱内预浸料卷两端应用软固定支撑以防碰伤。

7.1.3 包装箱内每卷材料应附有缺陷记录单。

7.1.4 包装箱内附有产品合格证以及质量一致性检验报告。

7.2 标识

7.2.1 每卷预浸料芯轴上标识应清晰完整，标识内容应包括：

- a) 产品牌号；
- b) 产品名称；
- c) 执行标准；
- d) 产品批号、卷号；
- e) 贮存条件和贮存寿命；
- f) 制造日期和生产单位。

7.2.2 外包装箱上标识应清晰完整，标识内容应包括：

- a) 产品牌号；
- b) 产品名称；
- c) 执行标准；
- d) 产品批号、卷号；
- e) 贮存条件和贮存寿命；
- f) 制造日期和生产单位；
- g) 注明小心轻放、防潮、放置方向标记。

7.3 运输

7.3.1 运输时预浸料应水平放置，防止受潮，避免碰撞或剧烈震动。

7.3.2 预浸料宜在-18℃以下运输，若在26℃以下运输，应记录运输温度和时间，运输时间从操作寿命和力学性能寿命中扣除。

7.4 贮存

7.4.1 预浸料应在密封状态下，平放于支架上。

7.4.2 预浸料在密封状态下的贮存寿命（自生产日期起累计时间）：-18℃以下 360 d。

7.4.3 预浸料应在其贮存寿命、操作寿命和力学寿命内使用。在-18℃~26℃、相对湿度不大于65%及密封状态条件下，预浸料的操作寿命为480h，预浸料力学寿命为720h。贮存寿命、操作寿命和力学寿命关系见图3。

7.4.4 预浸料产品在高于-18℃下存放，记录其累计存放时间并从预浸料操作寿命和力学操作寿命中相应扣除。

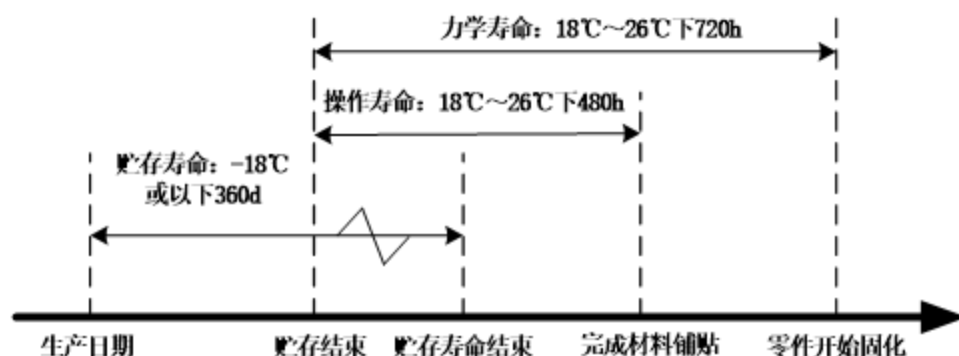


图1 预浸料产品的贮存期、操作寿命和力学操作寿命

7.5 质量证明文件

每批预浸料应附有供方质量检验部门签发的质量证明文件，其上注明：

- 产品名称、牌号、规格；
- 批号、数量；
- 本标准号；
- 生产单位、生产日期和贮存寿命；
- 各项检验结果；
- 质量检验部门印记。

8 说明事项

8.1 预定用途

中温环氧玻璃纤维织物预浸料预定用于航空、航天、电子、舰船和汽车等复合材料制件。

8.2 规格

预浸料宽度可根据用户要求调整。

8.3 代号

预浸料代号由以下各项组成：

- 表示基体树脂种类的树脂牌号，后接“/”；
- 表示玻璃纤维织物的纤维牌号，后接“/”；
- 以百分数表示预浸料的名义树脂含量。

示例：ACTECH®1203/EW301F/38，其中：ACTECH®1203 为 127℃固化改性环氧树脂体系，EW301F 为玻璃纤维织物，38 为预浸料的名义树脂含量 38%。

8.4 应用指南

8.4.1 预浸料适用于模压法、软模法、真空袋法和热压罐法制造复合材料制件。

8.4.2 预浸料在 18℃~26℃、相对湿度小于 65% 的环境使用。

8.4.3 预浸料从冷库中取出后应在 18℃~26℃、相对湿度不大于 65% 环境下放置一段时间（一般不少于 6 小时），表面水汽擦除后，外包装表面无新的水汽生成，才能打开预浸料包装袋。

8.5 未用完的预浸料应及时放入包装袋中，密封后放回冷库，并记录在室温下放置的时间，计入操作寿命。

8.5.1 预浸料的剪裁铺贴操作人员应带手套，每个班要至少更换一次。

8.5.2 预浸料的边料和废料应集中处理，不得随意丢弃。

8.5.3 预浸料的剪裁铺贴应在符合 HB 5342 规定的净化间中进行。

8.5.4 制件制备时可参照试验用层合板的制备工艺，确定具体的工艺参数。

8.6 订购文件

合同或订单中应注明下列内容：

- a) 本标准号；
- b) 产品名称和牌号；
- c) 规格和数量；
- d) 包装要求；
- e) 其他要求。

附录 A
(规范性)
单层固化厚度测试

- A.1 仪器：直径 6.35mm (0.25”) 的平头千分尺或等效测量设备。
- A.2 试样：力学性能测试所用的层压板可用于单层固化厚度测试。
- A.3 试样数量：每批材料不少于 3 个试样，或按照规定文件的要求。
- A.4 试验步骤：
- a) 采用千分尺或等效设备测量固化后层压板的厚度。远离试样板边缘进行测量，以避免因边缘富树脂或缺胶造成的厚度不一致。测量应均匀分散的取点。精确到：0.001mm。
 - b) 至少进行 5 次测量，并计算层压板平均厚度 ($\bar{T}$)，精确到：0.001mm。
 - c) 按式 (A.1) 根据层压板的层数 (P) 计算平均单层固化厚度 (T_{ave})，精确到：0.001mm。

$$T_{ave} = \bar{T}/P \dots\dots\dots (A.1)$$

- A.5 试验报告
- 试验报告中应包含至少3个试样的单个试验结果与平均值。

参 考 文 献

- [1] ASTM D 695 硬质塑料的抗压性能的标准试验方法(Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics)
 - [2] ASTM D 790 非增强和增强塑料及电绝缘材料弯曲性能标准试验方法(Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials)
 - [3] ASTM D 792 塑料密度和相对密度测试方法 (Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement)
 - [4] ASTM D 2344 聚合物基复合材料及其层压板短梁强度标准试验方法 (Standard Test Method for Short-Beam Strength of Polymer Matrix Composite Materials and Their Laminates)
-