

GB/T XXXX - XXXX
《连续玻璃纤维增强热塑性单向预浸料》

编制说明

(征求意见稿)

标准编制组

2022年1月

GB/T XXXX - XXXX 《连续玻璃纤维增强热塑性单向预浸料》

编制说明（征求意见稿）

1 工作简况

1.1 标准制订的目的和意义

连续玻璃纤维增强热塑性预浸料是以玻璃纤维无捻粗纱为增强材料、以热塑性塑料为基体制成的一种单向增强的用于制造复合材料的中间材料。该产品是近年发展起来的一种新型材料，具有良好的机械性能，较高的机械强度和弹性模量，其拉伸强度可达到 1000MPa 以上，能与金属材料相媲美，同时又具有金属材料所不具备的优异的耐腐蚀性能，是汽车制造、航空航天、国防军工、输油管道、冷链物流、建筑工程、海洋工程等领域创新的突破性新材料。与热固性预浸料相比，它具有更好的可加工性能和工艺适用性，柔韧性延展性好，密度较低并可回收循环利用等特点，可满足制造复合材料的不同需求。

同时，连续玻纤增强热塑性预浸料作为“中国制造 2025”中 9.2 关键战略材料中高性能纤维及复合材料的重要产品，是实现战略新兴产业创新驱动发展战略的重要物质基础，已经在我国一些需求迫切、应用价值大或者国家政策明确支持的市场领域得到广泛应用。

因此，制定连续玻纤增强热塑性预浸料的国家标准，对该产品质量水平的提升、生产技术的进步具有重要的促进作用，支撑和保障该材料在国家重点发展领域的应用需求，为推动我国新材料产业的发展提供重要的技术支撑。

1.2 任务来源

2019 年 10 月，南京玻璃纤维研究设计院有限公司向全国玻璃纤维标委会（TC245）递交标准草案和项目建议书；2019 年 12 月在玻纤标委会厦门年会上向标委会全体委员进行立项汇报；2020 年 7 月，经委员会委员投票表决，一致同意向国家标准化管理委员会提交项目申报书；2020 年 9 月，通过了国标委审评中心的立项答辩；2020 年 11 月，项目在全国标准信息公共服务平台公示；2020 年 12 月 28 日，国标委以国标委发[2020]53 号文《关于下达 2020 年第四

批推荐性国家标准计划的通知》下达了制定《连续玻璃纤维增强热塑性塑料单向预浸料》国家标准的项目，项目计划号为 20204815-T-609，周期 2 年，项目由中国建筑材料联合会主管，全国玻璃纤维标准化技术委员会归口。

1.3 标准制订工作的过程

计划下达后，项目承担单位南京玻璃纤维研究设计院有限公司立即成立了标准制订工作组，确定了项目负责人。并于 2021 年 3 月 31 日在南京召开了标准制订项目启动会，邀请了江苏奇一、中集创赢、华美新材等多家单位参加，会上对标准制定中所需遵循的基本原则、标准的基本构架、工作组人员组成和分工以及项目计划进度进行了充分的讨论和落实，同时结合各参会单位的意见，对标准中的指标和试验方法进行商讨与确认，收集了生产企业的部分产品数据。按照分工和计划进度安排，期间多家工作组单位提供了各自的试验数据，交由南京玻璃纤维研究设计院整理汇总。

项目组经过对试验方法进行研究和对指标的实测数据进行整理和分析，初步完成标准征求意见稿（初稿）和编制说明（初稿），并于 2021 年 9 月 23 日在浙江桐乡组织 10 余家单位召开标准制订工作组第二次会议，讨论征求意见稿（初稿）和编制说明（初稿）。会上，工作组成员提出产品分类应按照拉伸性能的指标分为普通型、高强型、高模型以及高强高模型；讨论玻纤含量允许偏差、宽度厚度允许偏差的具体指标；要求补充低玻纤含量的力学性能验证实验给出材料的拉伸强度和弹性模量的最低下限。根据第二次工作组会议的意见，编制组又补充了部分规格产品的验证试验并完善了征求意见稿和编制说明，并于 2022 年 1 月向全行业和社会征求意见。

2 标准编制原则和主要内容的说明

2.1 标准编制原则

本标准按照 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》给出的规则起草。按以下原则进行编制：

- (1) 根据热塑性预浸料的行业现状和技术发展成熟度，增强体为连续玻璃纤维纱，暂未考虑玻璃纤维织物或碳纤维及其他增强纤维；

(2) 本标准以广泛应用的规模化生产的产品为对象,以成熟量产的 PP、PE、PA 热塑性树脂作为基体,也为其他树脂留有发展的空间。

2.2 主要内容的说明

2.2.1 范围

规定如下:“本标准规定了连续玻璃纤维增强热塑性单向预浸料的术语和定义、分类和标记、要求、试验方法、检验规则、包装和标志、运输及贮存。本标准适用于以热塑性树脂为基体,以连续玻璃纤维为增强材料,通过一定生产工艺制成的一种单向增强的,可用于制备热塑性复合材料的中间材料。”

在范围中,明确规定了本标准的适用范围,是“以连续玻璃纤维为增强材料、以热塑性树脂为基体生产的一种单向的、用于制备热塑性复合材料的中间材料”。其中的“连续玻璃纤维”“热塑性树脂”“单向增强”等词语明确的规定了本标准的适用对象。

2.2.2 规范性引用文件

主要内容是标准引用的基础标准及试验方法标准,其中 GB/T1040.5 的试样拉伸速率和厚度另行规定。

其余标准均为不带年代号引用,其最新版本(包括所有的修改单)适用。

2.2.3 术语和定义

由于热塑性单向预浸料是一种全新的复合材料中间体,所以,仅对产品的基体和增强体进行了定义,确定了以连续玻璃纤维中的“玻璃纤维无捻粗纱”为增强材料,以热塑性树脂为基体,为未来的生产技术发展留出了空间。

该产品定义在工作组会议上由业内知名专家进行了充分的讨论,并准确清晰的进行了阐述。

2.2.4 分类和代号

产品按树脂基体种类分为:PP、PE、PA 及其他基体,涵括了目前国内外量产的三种树脂基体,并给出了不同树脂基体产品的分类空间。

产品中玻璃纤维的含量、玻璃纤维的玻璃成分以及生产的工艺等多种因素对产品的力学性能产生影响,因此按照预浸料主要应用性能——力学性能,将

预浸料分为四种类型：普通型、高强型、高模型、高强高模型。

2.2.5 产品规格

产品按照基体种类，典型的树脂给出了 PP、PE 和 PA 三类；典型的产品玻纤含量 50%~70%，厚度 0.15mm~0.40mm，单位面积质量 250g/m²~600g/m²，PE 类宽度为 50mm~100mm、PP 与 PA 类宽度 600mm 和 1200mm。标准给出的典型规格是生产企业可供用户选择的常规规格，便于需方选择、供方推荐。

2.2.6 产品要求、试验方法和指标确定

标准制订过程中，项目组多次召开工作会议，并与行业内主要专家、生产厂商技术人员、企业标准负责人等进行多次讨论，确定验证试验的方案。验证试验主要针对物理性能和力学性能两方面开展，根据验证试验的结果，确定本标准的试验方法和技术指标要求。具体内容及说明如下：

(1) 外观

单向预浸料的外观要求主要有三个方面：（1）增强材料玻璃纤维应是应连续平行准直地排列；（2）不应有明显可见的贫、富塑料区；（3）预浸料表面平整，无可见的纤维裸露，无褶皱、气泡、明显划伤、凹陷、杂质等缺陷。

(2) 玻璃成分

预浸料中增强材料玻璃纤维的种类决定预浸料的力学性能，而玻璃纤维的种类又是以纤维化学成分来区分的。因此，需对玻璃纤维的化学成分做出要求。

目前，随着国内外玻璃纤维行业技术水平的发展和政府环保要求的提高，各大玻璃纤维制造商除传统 E 玻璃纤维，推出了新型玻璃纤维，如无氟无硼的 ECR 玻璃纤维和 R 玻璃纤维等新型玻璃纤维。新型的玻璃纤维成分中不含氟化物和硼化物，减少了向空气中排放颗粒物，同时玻璃纤维的力学性能和化学稳定性优于传统的 E 玻璃纤维。

基于目前国内外玻纤产业发展的特点和趋势，本标准对玻璃纤维的成分进行了规定，主要参考 GB/T18369《玻璃纤维无捻粗纱》标准中各种玻璃的化学成分规定。

具体要求如下：

E 玻璃纤维碱金属氧化物质量含量应不大于 0.8%，或碱金属氧化物质量含量不大于 1.2%同时三氧化二硼和氟（F⁻）的含量（质量含量）不大于 0.5%；

ECR 玻璃纤维碱金属氧化物质量含量应不大于 1.2%，氟（F⁻）质量含量应不大于 0.3%，三氧化二硼质量含量应不大于 0.1%；

R 玻璃纤维碱金属氧化物质量含量不大于 1.0%，三氧化二铝质量含量应不低于 20%，氟（F⁻）质量含量应不大于 0.2%。

（3）单位面积质量

预浸料的单位面积质量是反映预浸料产品均匀性的重要评价指标，是复合材料加工、设计、结构计算和验证必不可少的重要参数。因此，单位面积质量应满足不超过标称值的±5 %的质量要求。

按照 GB/T32788.6 的规定对材料的单位面积质量进行验证试验。其中 3 组样品做了实验室间的比对，验证试验结果见表 1。

表 1 单位面积质量试验结果

编号	标称单位面积质量/g.m ⁻²	实测结果/g.m ⁻²	偏差/%
1	350	363	3.7
2	250	244	-2.4
3	500	511	2.2
4	510	520	2.0
5	300	288	-4.0
6	470	471	0.2
7	510	516	1.1
8	300	304	1.3
9	470	482	2.6
10	400	401	0.2
11	340	346	1.8

12	485	491	1.2
13	340	340	0
14	350	354	1.1
15	250	259	3.6
16	500	506	1.2
17	450	461	2.4
18	340	337	-0.9
19	470	467	-0.6
20	370	364	-1.6

由表 1，20 组实测数据与企业标称值的偏差值均可控制在 $\pm 5\%$ 的范围内。同时，对 3 组不同规格样品进行实验室间比对，发现测试数据与标称值偏差均可控制在 $\pm 5\%$ 范围内。故单位面积质量允许偏差指标值设定在 $\pm 5\%$ 。

(4) 玻璃纤维含量

预浸料的玻璃纤维含量是影响预浸料力学性能的重要指标，玻纤含量越高，材料的拉伸强度和拉伸弹性模量越高，因此，玻璃纤维含量的允许偏差应不超过标称值 $\pm 5\%$ 。

按照 GB/T 32788.6 的规定取 3 个试样，然后按照 GB/T 2577 的试验步骤进行验证试验，按本标准的计算方法求得预浸料的玻璃纤维含量，其中 5 组样品做了实验室间的比对，试验结果如表 2。

表 2 玻璃纤维含量试验结果

试样编号	标称玻璃纤维含量/%	玻璃纤维含量/%	偏差
1	PP60	60.4	+0.4
2	PP70	69.2	-0.8
3	PE60	64.4	+4.4
4	PP68	66.0	-2.0

5	PP60	62.0	+2.0
6	PE60	59.4	-0.6
7	PP68	67.3	-0.7
8	PP60	60.8	+0.8
9	PE60	58.8	-1.2
10	PP70	70.1	+0.1
11	PP60	60.9	+0.9
12	PE65	65.2	+0.2
13	PP70	70.4	+0.4
14	PE65	65.0	0
15	PP65	64.4	-0.6
16	PE70	69.8	-0.2
17	PA63	62.9	-0.1
18	PP68	67.6	-0.4
19	PP67	65.8	-1.2
20	PE62	62.6	+0.6

由表 2 中玻璃纤维含量的数据可以得出：20 组玻璃纤维含量数据与企业标称值的偏差均可控制在 ± 5 的范围内，且通过对 5 组样品进行实验室间的比对，发现实验室间的偏差正负均一致，而且偏差基本在 2 的范围内，说明试验的可靠性较好。故玻璃纤维含量允许偏差指标值设定为 ± 5 。

(5) 力学性能

预浸料作为复合材料的中间材料，在复合材料的设计和应用过程中，力学性能中拉伸强度和弹性模量是衡量产品的重要指标。根据热塑性预浸料的产品特性，项目组通过查阅文献及对试验方法进行研究，并通过大量的验证试验发现：在拉伸试验中，随着外力作用速度的提高，拉伸强度值随之提高，外力作

用速度对材料的拉伸强度有着显著影响。这是由于预浸料的材料特性决定了其拉伸破坏过程是一种松弛过程，因此，根据 GB/T1040.5-2008《塑料 拉伸性能的测定 第5部分：单向纤维增强复合材料的试验条件》，项目组对不同拉伸速率下的拉伸强度进行试验，结果如表 3、图 1。

表 3 预浸料试样在不同拉伸速率下的拉伸强度试验结果

拉伸速率 mm/min	2	5	10	50	100	150	200
拉伸强度 MPa	1066	1131	1251	1289	1369	1271	1252

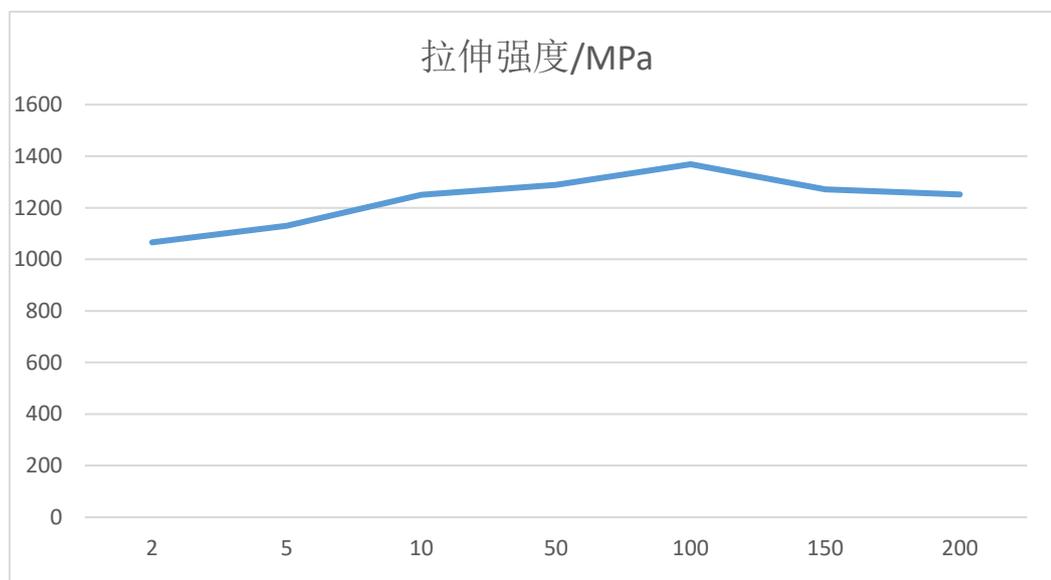


图 1 试样在不同拉伸速率下的拉伸强度趋势

通过图 1 在不同拉伸速率下拉伸强度的趋势分析，拉伸速率在 100mm/min 的条件下得到的拉伸强度值最大，因此试验中选择采用 100mm/min 的拉伸速率。另外由于预浸料的厚度一般小于 1mm，根据 GB/T1040.5-2008 标准要求，选择 A 型试样，测试条件规定测定拉伸强度的试样宽度为 15mm±0.5mm，总长度为 250mm，厚度取预浸料的厚度，测定拉伸弹性模量的拉伸试验速度仍按标准 2mm/min 执行。

按照上述试验条件规定，共 4 个实验室进行了验证试验，验证试验结果见表 4、表 5。

表 4 预浸料拉伸强度、拉伸模量试验结果

编号	试样类型	拉伸强度 MPa	平均值 MPa	标准差 MPa	$\bar{x} - 2S$ MPa	拉伸模量 GPa	平均值 GPa	标准差 GPa	$\bar{x} - 2S$ GPa
1	PA63	864.2	838.9	34.8	769.4	35.16	34.6	1.0	32.6
		845.8				35.05			
		776.5				32.56			
		831.7				34.99			
		876.5				35.09			
2	PP68	1072.5	1063.1	47.8	967.5	34.71	36.4	1.4	33.6
		1032.5				36.20			
		1005.2				35.57			
		1058.3				36.57			
		1146.9				38.85			
3	PP67	1061.9	1122.2	35.2	1051.8	36.45	37.0	1.5	34.0
		1144.6				36.05			
		1117.3				37.17			
		1119.6				39.70			
		1167.4				35.48			
4	PE70	934.1	929.0	32.1	896.9	35.98	36.6	1.2	34.2
		900.8				38.34			
		988.3				37.26			
		902.2				36.81			
		919.6				34.68			
5	HDPE65	1042.3	1007.8	24.4	959	35.36	35.0	1.0	33.0
		980.8				33.29			
		1029.7				35.60			
		1002.0				34.56			
		984.5				36.16			

表 5 预浸料拉伸强度、拉伸模量试验结果

编号	试样类型	拉伸强度 MPa	拉伸弹性模量 GPa
1	PP40	555.7	16.2
2	PP50	515.7	---
3	PP60-1	881.8	26.9
4	PP60-2	1020.0	31.9
5	PP60-3	---	27.5

6	PP67	1345.3	37.0
7	PP70-1	1104.0	37.3
8	PP70-2	---	32.0
9	HDPE50	551.9	---
10	PE60-1	906.0	30.4
11	PE60-2	---	34.1
12	PE70	986.7	36.6
13	PA60-1	757.3	28.3
14	PA60-2	827.3	30.8
15	PA63	866.6	34.6

根据表 4、表 5 的结果，测试预浸料中，拉伸强度最小值为玻纤含量为 50% 的试样，最大值为玻纤含量 67% 的试样，玻纤含量 40% 的试样拉伸强度达到 555MPa，而玻纤含量 70% 的试样也并没有得到最高的拉伸强度，这说明拉伸强度与玻纤含量有一定的相关性，但并不是玻纤含量越高，拉伸强度越大。这是因为决定预浸料拉伸强度的因素不仅与玻璃纤维含量有关，还与玻纤的成分和生产的工艺等都有相关性，比如采用高性能玻璃纤维作为增强材料会得到更高的拉伸强度。因此根据预浸料的拉伸性能将材料分成四种类型，分别是普通型、高强型、高模型、高强高模型。并根据验证试验的结果分别给出了 C、T、M、TM 四种类型的力学性能（拉伸强度和拉伸弹性模量）要求。

预浸料拉伸强度和拉伸弹性模量要求见表 6。

表 6 力学性能要求

按力学性能分类	拉伸强度 MPa	拉伸弹性模量 GPa
C	≥500	≥26
T	≥1000	≥26
M	≥500	≥32
TM	≥1000	≥32

(6) 宽度、厚度和卷长

预浸料的宽度、厚度和卷重的允许偏差见表 6。

表 6 宽度、厚度和卷重的允许偏差

宽度		厚度	卷长
标称宽度	允许偏差		
<600 mm	±1 mm	任一点的厚度不得超过标称厚度的 ±10%。	不允许负偏差
≥600 mm	±3 mm		

预浸料一般以卷状形式交付,由于产品的卷长一般较长,不便于测量,因此,通过整卷质量、单位面积质量和宽度计算卷长,考虑到客户使用情况,标准对卷长提出了不允许负偏差的要求。

宽度方面,由于目前国内大多数企业生产预浸料的设备幅宽为 600mm 或 1200mm,考虑到交通与管道应用领域的复合材料用户使用对宽度的偏差要求不一致,经工作组会议讨论,宽度<600mm 的允许偏差设定为±1mm,宽度≥600mm 的允许偏差设定为 ±3mm。

厚度方面,用精度为 0.001mm 的螺旋测微计,沿两个裁切边在整个幅宽方向(距预浸料自然边 10mm 以内除外)单边分别进行分布均匀的 5 次测量,以毫米为单位,保留到小数点后两位,记录每个单值。预浸料厚度的控制取决于各企业生产预浸料的工艺水平,工作会上各企业对控制产品厚度的能力进行了充分的讨论,将任一点的厚度要求为不得超过标称厚度的±10%。

3 标准中如果涉及专利,应有明确的知识产权说明

本标准不涉及专利。

4 产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果等情况;

连续玻纤增强热塑性预浸料是“中国制造 2025”中 9.2 关键战略材料中高性能纤维及复合材料的重要产品,2009 年我国正式开始量产,经过 10 多年的发展,其生产技术日趋成熟,基本掌握了其核心生产技术。目前国内有生产企业近 20 家,拥有 70 余条生产线,具备 20 万吨的生产能力,实现年产值约 30 亿元。

作为实现我国战略新兴产业创新驱动发展战略的重要物质基础，连续玻璃纤维增强热塑性预浸料在诸多领域得以应用，并且发展趋势显现向好。例如，在超大输量油气管道的制造中，采用该产品缠绕增强管道可大幅减轻管道重量提高强度并提升管道的耐腐蚀的性能，满足能源工程的油气管道市场的需求；在海洋工程、舰船设备等高端装备上使用该产品可有效抵抗海水对设备的腐蚀，提高使用寿命；在当前国内生鲜电商蓬勃发展和国际冷藏集装箱更新换代的背景下，该产品制造的厢体轻质高强且光洁耐腐，满足了冷链运输业的迫切需求。

5 采用国际标准和国外先进标准情况；

无。

6 与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性；

本标准不涉及法律法规和强制性标准的内容。与国家法律法规和强制性标准无冲突。

7 重大分歧意见的处理经过和依据；

本标准暂无重大分歧意见。

8 标准性质的建议说明；

本标准建议为推荐性标准。

9 贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法、实施日期等）；

建议自发布后 6 个月内实施，由全国玻璃纤维标准化技术委员会负责组织进行宣贯。

10 废止现行相关标准的建议；

无

11 其它应予说明的事项。

无其它应说明的事项。