ICS 93.080.30
P 66

团　体　标　准

T/CECS ××××—20××

热塑性纤维增强复合材料筋

Thermoplastic fiber reinforced composite bar

征求意见稿

20××-××-××发布　　20××-××-××实施

中国工程建设标准化协会 发布

目　　录

前　言.....IV
1 范围.....5
2 规范性引用文件.....5
3 术语和定义.....5
4 分类、规格和标记.....6
4.1 分类.....6
4.1.1 增强纤维.....6
4.1.2 热塑性树脂基体.....6
4.1.3 热塑性纤维增强复合材料筋.....7
4.1.4 表面状态.....7
4.2 规格.....7
4.3 标记.....7
5 一般要求.....7
5.1 原材料.....7
5.1.1 增强纤维.....7
5.1.2 热塑性树脂.....7
5.2 外观.....8
5.2.1 热塑性纤维增强复合材料光圆筋.....8
5.2.2 热塑性纤维增强复合材料粘砂筋.....8
5.2.3 热塑性纤维增强复合材料螺纹筋.....8
5.3 直径偏差.....8
5.3.1 热塑性纤维增强复合材料光圆筋.....8
5.3.2 热塑性纤维增强复合材料螺纹筋.....8
5.3.3 热塑性纤维增强复合材料粘砂筋.....8
6 性能要求.....8
6.1 物理性能.....8
6.1.1 纤维浸渍度.....8
6.1.2 孔隙率.....9
6.1.3 纤维体积含量.....9
6.1.4 玻璃化转变温度.....9
6.2 力学性能.....9

征求意见稿

6.2.1 拉伸性能.....9
6.2.2 弯曲性能.....9
6.2.3 横向剪切性能.....9
6.2.4 弯折性能.....10
6.3 筋-混凝土界面性能.....10
6.4 耐湿热性能.....10
7 试验.....10
7.1 试验环境.....10
7.2 试验方法.....10
7.2.1 物理性能.....10
7.2.2 力学性能.....10
7.2.3 筋-混凝土界面性能.....10
7.2.4 耐湿热性能.....10
8 检验规则.....11
8.1 检验类型.....11
8.1.1 出厂检验.....11
8.1.2 型式检验.....11
8.2 组批、抽样和判定规则.....11
8.2.1 组批.....11
8.2.2 抽样.....11
8.2.3 判定规则.....11
9 标志、包装、运输和贮存.....11
9.1 标志.....11
9.2 包装.....12
9.2.1 成圈包装.....12
9.2.2 直条包装.....12
9.2.3 其他要求.....12
9.3 运输.....12
9.4 贮存.....12
9.5 合格证.....12
9.5.1 执行标准号.....12
9.5.2 检验项目.....12
9.5.3 检验结果.....13
9.5.4 检验/出厂日期.....13
9.5.5 合格印章.....13
附　录 A.....14

征求意见稿

附　录 B 15
附　录 C 17

征求意见稿

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》和 GB/T 20001.10—2014《标准编写规则 第 10 部分：产品标准》的规定起草。

本文件按中国工程建设标准化协会《关于印发<2018 年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字〔2018〕30 号）的要求制定。

请注意本文件的某些内容可能直接或间接涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国工程建设标准化协会提出。

本文件由中国工程建设标准化协会公路分会归口管理。

本标准主要起草单位：哈尔滨工业大学、北京科技大学

本标准参加起草单位：中国建筑材料科学研究总院有限公司、中石化上海石油化工有限公司、浙江理工大学、广东工业大学、哈尔滨玻璃钢研究院有限公司、阿美远东（北京）商业服务有限公司

本标准主要起草人：咸贵军、岳清瑞、李娟、高瑞军、黄翔宇、辛美音、沈海娟、周平、郭瑞、白艳博、李承高、刘晓刚、汪鸿翔、柯特、董少策、潘云锋、陆中宇、梁钒、张云峰、王安妮、田凌宇、王璐晨、张朴轩、王建翎、宁昭、陈儒圣、李锦豪、王梓豪、金耀

本文件主要审查人：杨勇新

征求意见稿

热塑性纤维增强复合材料筋

1 范围

本文件规定了热塑性纤维增强复合材料筋的术语和定义、分类、规格和标记，一般要求、性能要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输与贮存等。

本文件适用于工程结构中受力构件用连续碳纤维、玻璃纤维、芳纶或混杂纤维等增强聚丙烯、尼龙等热塑性树脂基复合材料筋。

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 1.1-2020 标准化工作导则 第一部分：标准化文件的结构和起草规则

GB/T 26743-2011 结构工程用纤维增强复合材料筋

GB/T 2577-2005 玻璃纤维增强塑料树脂含量试验方法

GB/T 36800.2-2018 塑料 热机械分析法（TMA） 第 2 部分：线性热膨胀系数和玻璃化转变温度的测试

GB/T 13096-2008 拉挤玻璃纤维增强塑料杆力学性能试验方法

GB/T 30022-2013 纤维增强复合材料筋基本力学性能试验方法

GB/T 31539-2015 结构用纤维增强复合材料拉挤型材

GB/T 1446-2005 纤维增强塑料性能试验方法总则

GB 50608-2020 纤维增强复合材料工程应用技术标准

GB/T 43113-2023 碳纤维增强复合材料耐湿热性能评价方法

JG/T 351-2012 纤维增强复合材料筋

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

热塑性树脂 thermoplastic resins

以聚丙烯、尼龙、聚丙烯酸酯等为代表的线型或含少量支链线型结构的高分子聚合物，可再次熔融、冷却定型和循环使用的树脂基体。

3.2

征求意见稿

复合材料 composites

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，又具有原单一组分材料所无法获得的更优异的特性且期间存在界面的多相固体材料。

3.3

热塑性纤维增强复合材料筋 fiber reinforced thermoplastic resin composite bars

连续纤维增强聚丙烯、尼龙、聚丙烯酸酯等热塑性树脂基棒状复合材料制品，用于工程结构的受力构件或增强材料。

3.4

纤维浸渍度 fiber impregnation degree

复合材料中被浸渍的纤维根数占纤维总根数的百分数。

3.5

孔隙率

复合材料中孔隙体积占整个复合材料体积的百分数。

3.6

纤维体积含量 fiber volume fraction

纤维体积占复合材料体积的百分数。

3.7

玻璃化转变温度 glass transition temperature

产生玻璃化转变的温度范围的近似中值。

4 分类、规格和标记

4.1 分类

4.1.1 增强纤维

热塑性纤维增强复合材料筋的增强纤维包括玻璃纤维、碳纤维、芳纶纤维与混杂纤维，分别以 GF、CF、AF 与 HF 表示。

4.1.2 热塑性树脂基体

热塑性纤维增强复合材料筋的树脂基体包括聚丙烯、尼龙与丙烯酸酯，分别以 PP、PA、

征求意见稿

PM 表示。

4.1.3 热塑性纤维增强复合材料筋

根据增强纤维与树脂基体不同，热塑性纤维增强复合材料筋包括碳纤维增强聚丙烯、尼龙和聚丙烯酸酯复合材料筋，分别为 CFPPB、CFPAB 和 CFPMB；玻璃纤维增强聚丙烯、尼龙和聚丙烯酸酯复合材料筋分别为 GFPPB、GFPAB 和 GFPMB；芳纶纤维增强聚丙烯、尼龙和聚丙烯酸酯复合材料筋分别为 AFPPB、AFPAB 和 AFPMB；混杂纤维增强聚丙烯、尼龙和聚丙烯酸酯复合材料筋分别为 HFPPB、HFPAB 和 HFPMB。

4.1.4 表面状态

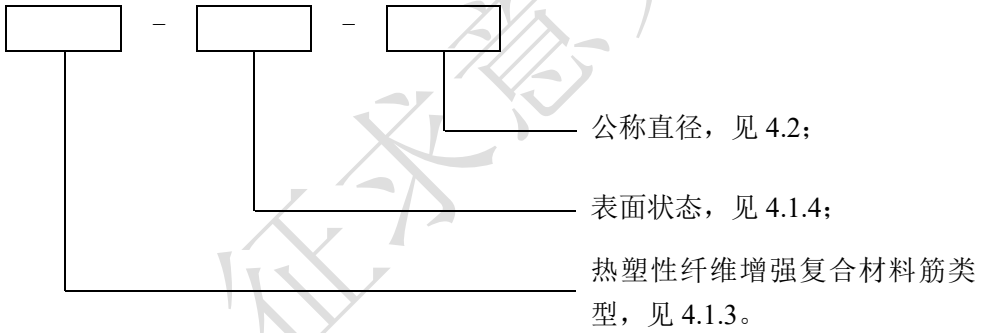
热塑性纤维增强复合材料筋按筋表面状态分为光圆筋（P）、螺纹筋（D）与粘砂筋（S）。

4.2 规格

热塑性纤维增强复合材料筋按公称直径可分为 6 mm、8 mm、10 mm、12 mm、14 mm、16 mm、20 mm 等规格。

4.3 标记

热塑性纤维增强复合材料筋按增强纤维与树脂种类、表面状态和公称直径进行标记。



示例 1：公称直径为 10mm 的玻璃纤维增强聚丙烯复合材料螺纹筋标记为：GFPPB-D-10。

5 一般要求

5.1 原材料

5.1.1 增强纤维

热塑性纤维增强复合材料筋使用连续碳纤维、连续玻璃纤维、连续芳纶纤维或连续混杂纤维应符合国家产品标准规定。

5.1.2 热塑性树脂

热塑性纤维增强复合材料筋选用的树脂应符合相关国家产品标准规定。

征求意见稿

5.2 外观

5.2.1 热塑性纤维增强复合材料光圆筋

热塑性纤维增强复合材料光圆筋应顺直，外表面应光滑平整、色泽均匀，无气泡、起皱、裂纹、纤维裸露及纤维浸润不良等缺陷。

5.2.2 热塑性纤维增强复合材料粘砂筋

热塑性纤维增强复合材料粘砂筋表面应粘有河砂或机制石英砂，砂粒径应均匀适中且在筋材表面均匀分布，表面无其他夹杂物，无裂纹及纤维裸露等缺陷。

5.2.3 热塑性纤维增强复合材料螺纹筋

热塑性纤维增强复合材料螺纹筋整体顺直无弯曲，表面光滑，螺纹应沿筋材以基本均匀的距离间隔螺旋排列，螺纹深度均匀，无明显裂纹、气泡、毛刺、断丝及裸露纤维等缺陷。

5.3 直径偏差

5.3.1 热塑性纤维增强复合材料光圆筋

热塑性纤维增强复合材料光圆筋公称直径与实测直径偏差符合表 1 规定。

表1 热塑性纤维增强复合材料光圆筋直径（d）偏差　　单位：毫米

直径	d ＜ 10	10 ≤d ＜ 20	d ≥ 20
偏差	± 0.4	± 0.5	± 0.8

5.3.2 热塑性纤维增强复合材料螺纹筋

热塑性纤维增强复合材料螺纹筋公称直径与实测直径的正负偏差应≤10%。

5.3.3 热塑性纤维增强复合材料粘砂筋

热塑性纤维增强复合材料粘砂筋公称直径与实测直径正负偏差应≤10%。

6 性能要求

6.1 物理性能

热塑性纤维增强复合材料筋物理性能应包括纤维浸渍度、孔隙率、纤维含量和软化温度。

6.1.1 纤维浸渍度

热塑性纤维增强复合材料筋浸渍度应≥90%。

征求意见稿

6.1.2 孔隙率

热塑性纤维增强复合材料筋孔隙率应≤5%。

6.1.3 纤维体积含量

热塑性纤维增强复合材料筋纤维体积含量应≥50%。

6.1.4 玻璃化转变温度

热塑性纤维增强复合材料筋玻璃化转变温度应≥60℃。

热塑性纤维增强复合材料筋的玻璃化转变温度应符合表 2 的规定。

表 2 热塑性纤维增强复合材料筋的玻璃化转变温度

树脂基体	玻璃化转变温度（℃）
PP	≥-20
PA	≥60
PM	≥100

6.2 力学性能

热塑性纤维增强复合材料筋力学性能应包括拉伸性能、弯曲性能、横向剪切性能和弯折性能。

6.2.1 拉伸性能

热塑性纤维增强复合材料筋的拉伸性能指标应符合表 32 的规定。

表 3 热塑性纤维增强复合材料筋的拉伸性能

增强纤维种类	拉伸强度标准值（MPa）	弹性模量（GPa）	伸长率（%）
碳纤维	≥1800	≥120	≥1.5
玻璃纤维	≥700	≥38	≥2.3

6.2.2 弯曲性能

热塑性纤维增强复合材料筋的弯曲性能指标应符合表 4 的规定。

表 4 热塑性纤维增强复合材料筋的弯曲性能

增强纤维种类	弯曲强度标准值（MPa）	弯曲模量（GPa）
碳纤维	≥800	≥90
玻璃纤维	≥600	≥30

6.2.3 横向剪切性能

热塑性纤维增强复合材料筋的横向剪切性能指标应符合表 5 的规定。

表 5 热塑性纤维增强复合材料筋的弯曲性能

增强纤维种类	横向剪切强度标准值（MPa）
碳纤维	180

征求意见稿

玻璃纤维	120

6.2.4 弯折性能

弯折后热塑性纤维增强复合材料筋在弯折区的拉伸强度应≥40%直筋拉伸强度标准值。

6.3 筋-混凝土界面性能

热塑性纤维增强复合材料筋-混凝土界面粘结强度应≥8MPa。

6.4 耐湿热性能

在 60℃的海水溶液中湿热老化 1000 小时，碳纤维增强复合材料筋拉伸强度保留率应≥80%，玻璃纤维增强复合材料筋拉伸强度应≥60%。

7 试验

7.1 试验环境

试验环境为实验室环境，实验室标准环境应按照相应国家标准规定执行。

7.2 试验方法

7.2.1 物理性能

热塑性纤维增强复合材料筋物理性能应按如下要求测试：

1）热塑性纤维增强复合材料筋的纤维浸渍度按本文件附录 A 方法进行测试；

2）热塑性纤维增强复合材料筋的孔隙率按本文件附录 B 方法进行测试。

3）热塑性纤维增强复合材料筋的纤维含量按标准 GB/T 2577-2005 方法进行测试；

4）热塑性纤维增强复合材料筋的玻璃化转变温度按 GB/T 36800.2-2018 方法进行测试。

7.2.2 力学性能

热塑性纤维增强复合材料筋力学性能应按如下要求测试：

1）热塑性纤维增强复合材料筋的拉伸性能应按 GB/T 26743-2011 方法进行测试；

2）热塑性纤维增强复合材料筋的弯曲性能应按 GB/T 13096-2008 方法进行测试；

3）热塑性纤维增强复合材料筋的横向剪切性能应按 GB/T 30022-2013 方法进行测试；

4）热塑性纤维增强复合材料筋的弯折性能应按本文件附录 C 方法进行测试。

7.2.3 筋-混凝土界面性能

热塑性纤维增强复合材料筋-混凝土界面粘结性能应按 GB/T 30022-2013 方法进行测试。

7.2.4 耐湿热性能

热塑性纤维增强复合材料筋耐湿热性能应按 GB/T 43113-2023 方法进行测试。

征求意见稿

8 检验规则

8.1 检验类型

热塑性纤维增强复合材料筋的检验分为出厂检验和型式检验。

8.1.1 出厂检验

每批产品进行外观、尺寸偏差、物理和力学性能的检验。

8.1.2 型式检验

有下列情况之一时，应按第 6 章要求的全部项目进行型式检验：

a) 新产品或者老产品转厂生产的试制定型鉴定时；

b) 正式生产后，如材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

c) 正常生产每年不少于一次；

d) 停产一年以上恢复生产时；

e) 出厂检验结构与上次型式检验有较大差异时。

8.2 组批、抽样和判定规则

8.2.1 组批

以同一规格、同一材料、同一生产工艺，稳定连续生产的 500 根为一批，不足此数量时，按一批计。

8.2.2 抽样

1） 外观检验和尺寸偏差采取一次随机抽样，每批取样数量为 5 根；

2） 物理和力学性能采用二次随机抽样，样本数各为 5 根。

8.2.3 判定规则

1） 采取一次抽样法时，所抽样本全部符合要求或仅有一个不符合要求时，则判定该批为合格；否则判定该批不合格。

2） 采取二次抽样法时，在第一次所抽样本中全部符合要求则判定该批为合格；如有 2 个或 2 个以上不符合要求，则判定该批不合格。当有 1 个试样不符合要求时则进行第二次抽样，当两次抽样不符合要求的样本总数为 1 时则判定该批合格，否则判定该批不合格。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

产品包装上应清楚表明下列内容：

a） 制造企业名称、地址；

b） 产品名称、牌号和规格；

征求意见稿

c） 产品标记、商标；

d） 生产日期、批号及保质期；

e） 产品的数量；

f） 贮存和运输注意事项。

9.2 包装

热塑性复合材料筋产品包装应分为成圈包装和直条包装。

9.2.1 成圈包装

产品以脱胎成圈的形式包装运输，必要时使用卷盘机辅助盘绕成圈，其盘绕半径应大于等于 18 倍被盘绕成卷热塑性复合材料筋的公称直径，并且不小于 3.0 m。最大外形尺寸应满足相应的运输条件。

9.2.2 直条包装

产品经切割后采用直条包装，直条包装热塑性复合材料筋最大长度应满足相应的运输条件。

9.2.3 其他要求

产品用结实、柔软的包装材料包装，热塑性复合材料筋之间绑扎紧密，防止相互撞击和摩擦，包装中附包装标志和产品检验合格证，合格证内容包括 10.2 中规定项目。

9.3 运输

运输车辆以及堆放处应有防雨、防潮设施。装卸时不可损伤包装，应避免撞击、油污、日光直射和雨淋、浸水。

9.4 贮存

热塑性复合材料筋贮存在室内干燥通风处，防油污染，避免火种，隔离热源和化学腐蚀物品。

9.5 合格证

9.5.1 执行标准号

执行标准号应按本文件执行。

9.5.2 检验项目

检验项目应包含以下内容：

a） 纤维、树脂类型、外观、公称直径等基础信息；

b） 尺寸偏差性；

c） 物理性能、力学性能应按第 6 节规定执行。

征求意见稿

9.5.3 检验结果

a） 光筋、螺纹筋产品外观应满足 5.2 节规定；

b） 产品尺寸偏差性应满足 5.3 节规定；

c） 产品各项性能应分别满足第 6 节规定。

9.5.4 检验/出厂日期

产品合格证应分别注明产品检验日期、出厂日期，检验员签字及盖章。

9.5.5 合格印章

产品检验合格后，应由相关检验机构在产品检验报告上加盖检验机构公章或者检验专用章，由授权签字人在其技术能力范围内签字。

征求意见稿

附　录 A

（规范性）

热塑性纤维复合材料筋浸渍度的测试方法

A.1 范围

本试验方法适用于测试热塑性纤维增强复合材料筋的浸渍度。

A.2 原理

在热塑性复合材料筋的横截面上，通过超景深光学显微镜观测试样在整个横截面上被浸渍的纤维数目与总纤维数目的百分比，即为该试样的浸渍度。

A.3 试验设备

1） 超景深光学显微镜，能放大到 1200 倍以上。

2） 磨片、抛光设备。

A.4 试验方法

热塑性纤维增强复合材料筋浸渍度的试验方法如下：

1） 在不同位置处截取长度为 20 ± 2 mm 的热塑性纤维增强复合材料筋试样，有效平行试样不少于 3 个；

2） 用室温固化粘结剂（如环氧胶粘剂）浸泡试样，待固化完全后将试样抛磨处理至表面平整光滑；

3） 利用超景深光学显微镜观测试样的横截面，测试热塑性纤维增强复合材料筋的浸渍度。

A.5 试验结果处理

浸渍度按式（B.1）进行计算：

$$D_{\mathrm{imp}} = \frac{\eta_{\mathrm{i}}}{\eta} \times 100 \qquad \text{（A.1）}$$

式中：

D_{imp} —— 热塑性纤维增强复合材料筋横截面的浸渍度，无量纲（%）；

η_{i} —— 超景深光学显微镜图像中被浸渍的纤维数目，无量纲；

η ——总纤维数目，无量纲。

征求意见稿

附　录 B

（规范性）

热塑性纤维复合材料筋孔隙率的测试方法

B.1 范围

本试验方法适用于测试热塑性纤维增强复合材料筋的孔隙率。

B.2 原理

试样称重，并在指定温度下烧失，然后试样再称重，由烧失前后的质量及密度确定试样的理论密度，同时实测试样的实际密度，由理论密度与实际密度的数学关系计算获得试样的孔隙率。

B.3 试验设备

1） 马弗炉，在 450℃~650℃之间，控制精度为 ± 20℃；

2） 分析天平，感量为 0.1 mg；

3） 干燥箱。

B.4 试验方法

热塑性纤维增强复合材料筋浸渍度的试验方法如下：

1） 试验前，试样需经外观检查，如有缺陷和不符合尺寸要求者，应予作废，有效平行试样不少于 3 个；

2） 按标准 GB/T 2577-2005 附录 A 中规定的方法测试纤维含量与热塑性树脂含量；

3） 由材料供应商提供的参数确定纤维和热塑性树脂的密度，计算出试样的理论密度；

4） 由实际密度和理论密度计算孔隙率。

B.5 试验结果处理

热塑性纤维增强复合材料筋的理论密度按式（C.1）进行计算：

$$\rho_0 = \frac{M_{\mathrm{f}} + M_{\mathrm{m}}}{\dfrac{M_{\mathrm{f}}}{\rho_{\mathrm{f}}} + \dfrac{M_{\mathrm{m}}}{\rho_{\mathrm{m}}}} \qquad \text{（B.1）}$$

式中：

ρ_0 —— 热塑性纤维增强复合材料筋的理论密度，单位为克每立方厘米（g/cm^3）；

ρ_{m} —— 热塑性树脂密度，单位为克每立方厘米（g/cm^3）；

ρ_{f} —— 纤维密度，单位为克每立方厘米（g/cm^3）；

M_{f} —— 纤维质量，单位为克（g）；

M_{m}—— 树脂质量，单位为克（g）。

热塑性纤维增强复合材料筋的孔隙率按式（C.2）进行计算：

征求意见稿

$$\varphi = \frac{\rho_0 - \rho}{\rho} \times 100 \qquad \text{（B.2）}$$

式中：

φ —— 热塑性纤维增强复合材料筋的孔隙率，无量纲（%）；

ρ —— 热塑性纤维增强复合材料筋的实际密度，单位为克每立方厘米（g/cm^3）。

征求意见稿

附　录 C

（规范性）

热塑性纤维复合材料筋弯折性能的测试方法

C.1 范围

本试验方法规定了热塑性纤维复合材料筋弯折性能的测试方法。

C.2 仪器

C.2.1 试验机

试验仪器采用电子万能试验机，试验机应该满足以下要求：

1) 试样的极限破坏荷载应在试验机加载能力的 15%-85%；

2) 试验机夹具之间的最小长度应符合试样测试的基本要求。

C.2.2 应变测试装置

用于测试热塑性纤维增强复合材料筋材伸长的引伸计或应变片应能记录在测试范围内的所有变化。

C.2.3 试样拉伸装置

试样拉伸装置由上部装置和下部装置组成，其中上部装置为测试区域，设置两个角部弯曲楔块，下部装置用于对试样锚具的固定作用。试验中将弯折后的筋材放置在试样拉伸装置侧面、角部弯曲楔块侧面以及顶部延伸的凹槽中，如图 A.1。

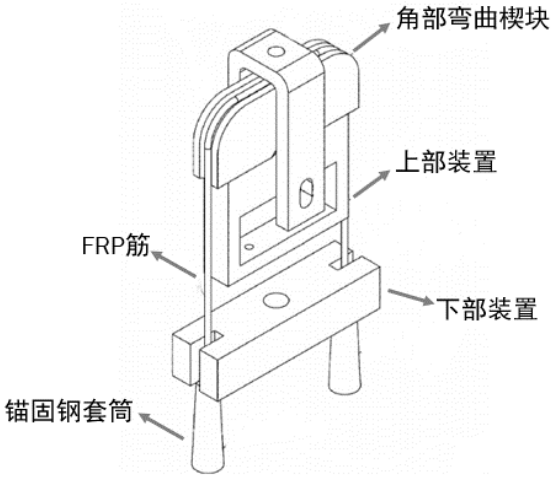


图 A.1 热塑性纤维复合材料筋弯折性能测试装置示意图

C.3 试件制备

C.3.1 制备方法

热塑性纤维复合材料弯折筋的制备利用热塑性树脂加热融化、冷却固化成型的特点，通过加热达到热塑性树脂的软化温度后使热塑性纤维复合材料筋材软化，然后采用弯折装置对筋材软化部位进行弯折，待筋材冷却固化成型后获得热塑性纤维复合材料弯折筋试样。

试样尺寸的选择应适用于图 A.1 所示的试样拉伸装置，中间直段部分应位于试样拉伸装置凹槽的中心，弯折区域弯折内半径应与试样拉伸装置中的角部弯曲楔块尺寸相对应，一般设置为弯折筋试样直径的整数倍。试件下部的锚固系统应提供可靠的锚固，保证试件在弯曲部分发生破坏。

C.3.2 试件数量

每组试件建议至少为 5 个，破坏发生在锚具附近处或筋材从锚具中滑出的试件应予作废，同时从同一批筋材中补做相应数量的试件重新进行试验。

C.4 试验条件

在温度（23 ± 3）℃，相对湿度（50% ± 10%）的标准试验环境下进行试样制作、试样储存和试样测试。

C.5 试验方法

热塑性纤维复合材料筋弯折性能测试方法具体如下：

1） 将试件和拉伸装置安装到试验机上，并用试验机拉伸夹具将试样拉伸装置的上下两个钢杆固定。试样中轴线与拉力机上、下夹头中心线重合。试件和拉伸装置不应产生扭曲。

2） 将应变测试装置安装在试件上，应变计应安装在试件的弯折区域和两侧的直段区域，连接数据记录设备。施加初荷载（小于预期失效荷载的 5%），检查并调整试样及应变测试系统，使其处于正常工作状态。

3） 试验中应保持均匀加载，建议加载速度为 2.0 mm/min。加载过程中连续记录应变和荷载值。试验加载至试样破坏，记录最大荷载值及试件破坏形态。

C.5 试验结果处理

C.5.1 弯折筋的拉伸强度按公式（A.1）计算，取每组试件的算术平均值，取三位有效数字。

$$S=P/2A \qquad (C.1)$$

式中：

S —— 拉伸强度，单位为兆帕（MPa）；

P —— 试件的破坏荷载，单位为牛顿（N）；

A —— 试件的横截面面积，单位为平方毫米（mm^2）。

C.5.2 弯折筋的拉伸模量通过破坏荷载的20%~50%之间的荷载-应变曲线确定，按公式（A.2）计算，取每组试件的算术平均值，取三位有效数字。

$$E_L=\Delta P/（2A\Delta\varepsilon） \qquad (C.2)$$

式中：

E_L —— 拉伸模量，单位为吉帕（GPa）；

ΔP —— 20%和 50%破坏荷载的差值，单位为牛顿（N）；

A —— 试件的横截面面积，单位为平方毫米（mm^2）；

$\Delta\varepsilon$ —— 对应 20%和 50%破坏荷载的应变差值，无量纲。

征求意见稿