

团 体 标 准

T/CAQI 471—2025

超高分子量聚乙烯纤维检验方法

Test method for ultra high molecular weight polyethylene fiber

2025 - 09 - 16 发布

2025 - 10 - 15 实施

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 检验项目	1
5 检验方法	2
附录 A（规范性） 耐切割性能检验	6

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这些专利的责任。

本文件由华兴中科标准技术（北京）有限公司提出。

本文件由中国质量检验协会归口。

本文件起草单位：九州星际科技有限公司、中国纺织科学研究院有限公司、湖南中泰特种装备有限责任公司、浙江四兄绳业有限公司、江苏璟邦新材料有限公司、安徽威亚新材料技术有限公司、中国石化仪征化纤有限责任公司、山东新兴安全防护设备股份有限公司、山东裕龙石化有限公司、中国科学院宁波材料技术与工程研究所、华兴中科标准技术（北京）有限公司。

本文件主要起草人：周新基、牛艳丰、赵鑫峰、李婷、丁金友、陈功林、郑梦泽、高波、张远军、王宇骅、喻峰、马赛、孔美、陈俊华、宋伟、洪亮、陈珣、陈鹏、李华、任国静、刘永庆。

超高分子量聚乙烯纤维检验方法

1 范围

本文件规定了超高分子量聚乙烯纤维检验的检验项目、描述了相应的检验方法。
本文件适用于超高分子量聚乙烯纤维的检验。

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 3291.1 纺织 纺织材料性能和试验术语 第1部分:纤维和纱线
- GB/T 3291.3 纺织 纺织材料性能和试验术语 第3部分:通用
- GB/T 4146.3 纺织品 化学纤维 第3部分:检验术语
- GB/T 12000—2017 塑料 暴露于湿热、水喷雾和盐雾中影响的测定
- 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 24541—2022 手部防护 机械危险防护手套
- GB/T 31899 纺织品 耐候性试验 紫外光曝晒
- FZ/T 50048 化学纤维 长丝接触瞬间凉感性能试验方法
- FZ/T 50063 系泊绳用化纤长丝耐磨性能试验方法 纱-纱摩擦
- FZ/T 54151 抗蠕变超高分子量聚乙烯长丝

3 术语和定义

GB/T 3291.1、GB/T 3291.3及GB/T 4146.3中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

超高分子量聚乙烯纤维 ultra high molecular weight polyethylene fiber
分子量100万以上线性聚乙烯制得的纤维。

3.2

断裂强力保持率 breaking force retention rate
试样经处理后的断裂强力与处理前的断裂强力的比值，以百分率表示。

4 检验项目

超高分子量聚乙烯纤维检验项目见表1。

表1 检验项目

序号	项目
1	线密度
2	断裂强度
	断裂伸长率
	初始模量
3	凉感性能
4	耐磨性能
5	抗蠕变性能
6	耐切割性
7	耐热性

序号	项目
8	抗紫外线性能
9	耐酸性
10	耐盐雾性能
*拉伸性能通过检验得到断裂强度、断裂伸长率、初始模量，计算断裂强力保持率来判定。	

5 检验方法

5.1 线密度

线密度检验宜采用线密度自动化检测设备，如不具备条件，按照GB/T 14343规定的方法进行。

5.2 拉伸性能

拉伸性能试验按照GB/T 19975规定的方法进行。其中，夹具应符合下列规定。

a) 采用如图 1 夹具：缆柱形夹具或半圆形夹具。

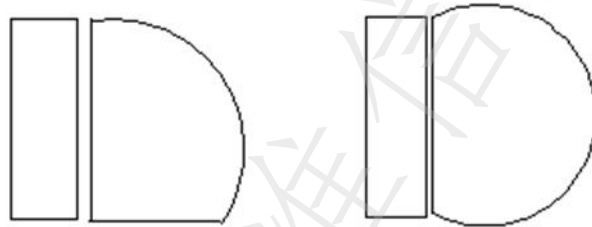
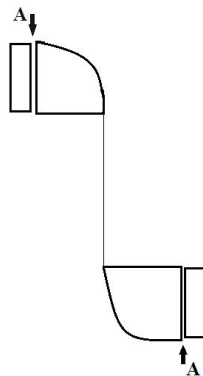


图 1 夹具示意图

- b) 夹具：不生锈，材质宜使用铝合金，不应对夹具使用系数校正。
- c) 导丝槽：光洁，无异物，槽与槽之间不应交叉。
- d) 隔距长度：第一个夹持器和第二个夹持器的夹持点在起始位置时，测量的纱线总长度。
- e) 缆柱形夹持器的夹持点示意图见图 2。



说明：
A——夹持点。

图 2 缆柱形夹持器的夹持点示意图

5.3 凉感性能

凉感性能检验按照FZ / T 50048规定的方法进行。

5.4 耐磨性能

耐磨性能检验按照FZ/T 50063规定的方法进行。

5.5 抗蠕变性能

抗蠕变性能检验按照FZ/T 54151规定的方法进行。

5.6 耐切割性能

耐切割性能检验按照附录A进行。

5.7 耐热性

5.7.1 检验方法选择

耐热性检验方法分为专用设备检验和非专用设备检验。

5.7.2 专用设备检验方法

5.7.2.1 检验设备

高温电子织物强力机。

5.7.2.2 检验条件

检验条件应符合以下规定：

- 隔距长度 500 mm；
- 拉升速度 250 mm/min；
- 预加张力 (0.05 ± 0.01) cN/dtex；
- 温度 (80 ± 1) °C，升温速率 5 °C/min；
- 热处理时长 1 h。

5.7.2.3 检验步骤

5.7.2.3.1 检验步骤如下：

- a) 样品卷装（外观损伤、成型不良、脏污的卷装不应作为待测样）去除 100m 表层丝，用高温电子织物强力机测试处理前的断裂强力；
- b) 测试 5 次，取其算术平均值作为结果；
- c) 再用高温电子织物强力机将试样按要求夹持好，保持预加张力，将高温电子织物强力机升温到规定温度开始计时，完成热处理后启动强力机测试断裂强力；
- d) 测试完成将强力机降温，待温度下降到 25 °C 后，再进行下次测试；
- e) 测试 5 次，取其算术平均值作为结果。

5.7.2.3.2 计算断裂强力保持率。

5.7.3 非专用设备检验方法

5.7.3.1 检验设备

检验设备应符合以下规定。

- 烘箱：最大温度 200 °C，允许偏差 ± 3 °C。
- 缕纱测长仪：纱框周长为 (1.000 ± 0.002) m，误差不超过 $\pm 1\%$ 。
- 纤维强力仪：应符合 GB/T 19975 的规定。
- 挂钩式预张力砝码。
- 纱架：用于热处理时悬挂长丝试样用的工具。

5.7.3.2 检验条件

检验条件应符合以下规定：

- 烘箱温度 80 °C；
- 升温速率 5 °C/min；
- 热处理时长 1 h；
- 挂丝长度：无损长度约 90 cm。

5.7.3.3 检验步骤

5.7.3.3.1 试样制备应符合以下规定：

- a) 样品卷装（外观损伤、成型不良、脏污的卷装不应作为待测样）去除 100 m 表层丝；
- b) 取长度约 1.2 m(大于试样架长度)的试样；
- c) 每个试样取样间隔 2 m，共制取 20 个试样；
- d) 10 个试样按 5.2 规定测试处理前断裂强力，10 个试样用于热处理后测试断裂强力。

5.7.3.3.2 检验步骤如下：

- a) 根据试样的名义线密度计算预张力砝码的质量；
- b) 把 10 个试样悬挂在烘箱内纱架上；
- c) 每个试样底部施加 (0.05 ± 0.01) cN/dtex 的张力；
- d) 按照检验条件热处理后，冷却至室温；
- e) 无损部分试样按 5.2 规定测试断裂强力，并计算其平均值。

5.7.3.3.3 计算断裂强力保持率。

5.8 抗紫外线性能

5.8.1 检验设备

检验设备如下：

- 紫外老化试验箱，应符合 GB/T 31899 的规定；
- UVA—340 荧光紫外灯，波长 280 nm~400 nm；
- 试样架，长度大于 1 m；
- 恒温烘箱。

5.8.2 检验条件

检验循环时间：样品经 8 h 紫外光暴露，接着 4 h 冷凝暴露为一个检验循环。总的检验循环时间一般规定为 24 h 的倍数，本检验定为 168 h。

暴露温度和辐照度如下：

- 紫外光暴露温度为 $60 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ ；
- 冷凝暴露温度为 $50 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ ；
- 辐照度 $(0.89 \pm 0.02) \text{ W/m}^2$ 。

5.8.3 检验过程

5.8.3.1 试样制备应符合以下规定：

- a) 样品卷装（外观损伤、成型不良、脏污的卷装不应作为待测样）去除 100 m 表层丝；
- b) 取长度约 1.2 m(大于试样架长度)的试样；
- c) 每个试样取样间隔 2 m，共制取 20 个试样；
- d) 10 个试样按 5.2 规定测试处理前断裂强力，10 个试样用于热处理后测试断裂强力。

5.8.3.2 检验步骤如下：

- a) 将 10 个试样平铺于紫外光老化试验箱的试样架上，并用薄金属片将纤维两端固定，检验面一侧对着荧光紫外灯；
- b) 调节仪器达到规定的检验条件；
- c) 在检验阶段，应定时检查试样和仪器，确保仪器有充足的水。重复检验循环，直到达到规定的暴露时间；
- d) 检验循环结束后，从紫外光老化试验箱中取出试样（应为湿润状态），将每个试样卷成圈，放入恒温烘箱内， $60 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ 烘干 2 h，冷却至室温后，将试样拉直，按 5.2 规定测试断裂强力，并计算其平均值。

5.8.3.3 计算断裂强力保持率。

5.9 耐酸性

5.9.1 耐酸性检验用试剂、设备如下：

- 30%硫酸溶液；

——恒温烘箱。

5.9.2 检验步骤如下：

- a) 样品卷装（外观损伤、成型不良、脏污的卷装不应作为待测样）去除 100m 表层丝，用倒卷机将聚四氟卷筒表层绕上样品卷装上的丝；
- b) 将聚四氟卷筒上的丝按 5.2 规定测试处理前断裂强力，取 5 次数据算术平均值作为结果；
- c) 再将剩余丝和聚四氟卷筒一起浸泡在盛有 30% 硫酸溶液容器中，浸泡 24h，取出聚四氟卷筒，用三级水冲洗，直至 pH 试纸测试为中性时为止；
- d) 将聚四氟卷筒，放入恒温烘箱内， $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 烘干 2 h，冷却至室温后，将试样拉直，按 5.2 规定测试断裂强力，取 5 次数据算术平均值作为结果。

5.9.3 计算断裂强力保持率。

5.10 耐中性盐雾检验

样品卷装（外观损伤、成型不良、脏污的卷装不应作为待测样）去除 100 m 表层丝，将丝绕到样品架上，按 GB/T 12000—2017 中 4.2.3 规定的方法进行耐中性盐雾检验，要求检验后样品无变色、破损等外观变化。

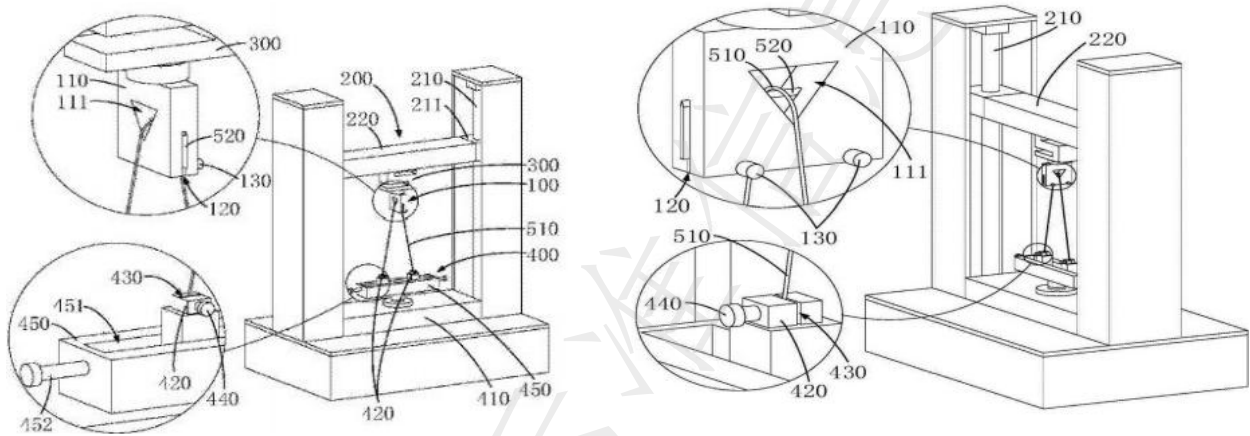
附录 A (规范性) 耐切割性能检验

A.1 原理

将挂置在刀具组件中且两端被夹丝座夹住的纤维长丝拉伸，直至割断，通过力传感器可获得纤维长丝被割断时的力值，用来表征纤维长丝的耐切割性能。

A.2 耐切割性能测试装置要求

超高分子量聚乙烯纤维耐切割性能测试仪结构如图A.1所示。



说明：

刀具组件（100），其与拉丝组件（200）上的力传感器（300）相连；

夹丝座（400），其用于夹住挂置在所述刀具组件（100）中的纤维长丝的两端；

控制模块总成，其适于控制所述拉丝组件（200）背向所述夹丝座（400）移动，以使所述刀具组件（100）拉动纤维长丝直至割断，并接收所述力传感器（300）发送的力值信号。

刀片夹板（110），其一端与所述力传感器（300）相连，并开有穿线孔（111）；

刀片夹槽（120），其开设在所述刀片夹板（110）的另一端，并与所述穿线孔（111）连通；

刀片锁紧件（130），其设置在所述刀片夹板（110）上，并穿过所述刀片夹槽（120）。

升降丝杆（210），其设置在所述夹丝座（400）上，并与所述控制模块电性连接；

横梁（220），其与所述升降丝杆（210）的滑块（211）相连，且底部设有所述力传感器（300）。

底座（410），其上设有一对位于所述刀具组件（100）正下方两侧的夹台（420）；

夹丝槽（430），其开设在所述夹台（420）的顶端；

长丝锁紧件（440），其设置在所述夹台（420）上，并穿过所述夹丝槽（430）。

所述底座（410）上设有跨距调节台（450）；

所述跨距调节台（450）的顶部开有与所述夹台（420）适配的滑槽（451），且滑槽（451）的两端开有螺孔；

两根调节螺杆（452）分别穿过所述螺孔与所述滑槽（451）中的一个夹台（420）相连。

图 A.1 耐切割性能测试仪结构示意图

A.3 试样准备

试样准备步骤如下：

- a) 样品卷装（外观损伤、成型不良脏污的卷装不应作为待测样）去除 100 m 表层丝，合股成 6400 D 复丝束，合股时按照 5 个/10 cm 进行加捻并收卷；
- b) 从合股复丝卷装上剪取 5 根 200 mm 长的丝束，作为试样；
- c) 先进行调温调湿 2 h，调湿温度为 $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ，调湿的相对湿度为 $(65 \pm 5) \%$ 。

A.4 检验条件

检验条件应符合以下规定：

- 刀片：符合 GB 24541—2022 中 6.3.1d) 的规定；
- 拉升速度：250 mm/min；
- 隔距长度：500 mm。

A.5 检验步骤

将检验所用的刀片520插入刀片夹槽120中，旋紧刀片锁紧件130，使刀片夹槽120夹住刀片520，将剪取的丝束一端固定在420上，夹紧螺丝440，再将丝束另一端穿过刀具组件穿线孔111，然后固定在另一侧420上，夹紧螺丝440（整个过程保持丝处于松弛状态，防止丝束被刀口切割）。对称调整螺丝452，使测试丝束收紧，丝束贴到刀口上。之后启动升降丝杆210，带动刀片520背向夹台420移动，使刀片520拉动纤维长丝直至割断，通过力传感器300可获得纤维长丝被割断时的力值，记录拉断时的拉力值N。调整刀具组件前后位置，检验下个试样（每个试样在刀片520的不同位置进行检验）。

A.6 结果计算

以5次检验的算术平均值作为检验结果。