

DB32

江苏省地方标准

DB32/T 5091—2025

超高分子量聚乙烯纤维热蠕变性能
试验方法

Test method for thermal creep properties of ultra high molecular
weight polyethylene fiber

2025-03-25 发布

2025-04-25 实施

江苏省市场监督管理局 发布
中国标准出版社 出版

目 次

前言Ⅲ

1 范围1

2 规范性引用文件1

3 术语和定义1

4 原理1

5 仪器2

6 试验通则2

7 试验步骤3

8 试验结果的计算和数值修约3

9 试验报告4

附录 A(资料性) 热蠕变速率的计算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。

本文件由江苏省超高分子量聚乙烯纤维标准化技术委员会提出并归口。

本文件起草单位：连云港市纤维检验中心、江苏神鹤科技发展有限公司、九州星际科技有限公司、中国石化仪征化纤有限责任公司、连云港市标准化研究中心、宿迁市纤维检验所、徐州市检验检测中心、连云港神特新材料有限公司、连云港市质量技术监督综合检验检测中心、常州市华纺织仪器有限公司。

本文件主要起草人：蒋玲玲、邱星翔、王新鹏、牛艳丰、梁燕、阮洋、薛采智、陈群、徐爱武、尚斌、叶青、孙运、张贺轩、胡伟伟、蒋干兵、孙伟平。

超高分子量聚乙烯纤维热蠕变性能 试验方法

1 范围

本文件描述了超高分子量聚乙烯纤维的热蠕变性能试验方法。
本文件适用于名义线密度 22.0 dtex~6 650.0 dtex 超高分子量聚乙烯纤维的热蠕变性能测试。

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 4146(所有部分) 纺织品 化学纤维
- GB/T 6529 纺织品 调湿和试验用标准大气
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 14343 化学纤维 长丝线密度试验方法
- GB/T 14344 化学纤维 长丝拉伸性能试验方法

3 术语和定义

GB/T 4146(所有部分)界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

热蠕变性能 thermal creep property
在一定温度和加载负荷的作用下,纤维材料随加载时间增加而呈现的应变情况。

3.2

热蠕变伸长率 percentage of thermal creep elongation
在一定温度和加载负荷的作用下,纤维材料的伸长与其初始长度之比。
注:以百分率表示。

3.3

热蠕变伸长时间 thermal creep elongation time
在一定温度和加载负荷的作用下,纤维材料应变达到规定热蠕变伸长率时所需的时间。

3.4

热蠕变速率 thermal creep rate
在一定温度和加载负荷的作用下,稳定蠕变阶段内纤维材料热蠕变伸长率变化值对蠕变时长比值。

4 原理

在一定的温度条件下,对试样施加固定的负荷,记录试样的热蠕变曲线,计算热蠕变伸长率、热蠕变伸长时间、热蠕变速率。

5 仪器

热蠕变性能测试仪:恒温控制装置,控制范围为室温至 120℃,控温精度 1.0℃;长度测量装置,测量范围为 0 mm~450 mm,测量精度为 0.1 mm;负荷加载装置,加载精度为 1 g;数据采集装置,实时采集测量时间、试样长度等数据。

6 试验通则

6.1 取样

6.1.1 对于批样,随机抽取 6 个卷装,对抽取的每个卷装,去除 100 m 表层丝,从每个卷装上剪取 500 mm 长的丝束作为 1 个试样,每个卷装取 2 个试样,共计制备 12 个试样。

6.1.2 对于 1 个卷装样品,去除 100 m 表层丝,剪取 500 mm 长的丝束作为 1 个试样,共计制备 6 个试样。

6.2 调湿

试样调湿应符合 GB/T 6529 的规定,调湿时间不少于 2 h。

6.3 试验条件

6.3.1 试验温度

试验温度一般设置为 70℃,其他温度条件由供需双方协商确定。

6.3.2 加载负荷

6.3.2.1 概述

试样加载负荷按线密度或断裂强力确定。加载负荷设定为单位面积负载 300 MPa 或 10% 断裂强力,其他加载负荷条件由供需双方协商确定。

6.3.2.2 线密度

6.3.2.2.1 按 GB/T 14343 测试试样线密度。

6.3.2.2.2 按式(1)计算试样加载负荷。

$$W = 1.052 \times 10^{-2} \times T \times P \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

W ——试样加载负荷,单位为克(g);

T ——试样线密度,单位为分特(dtex);

P ——试样单位面积负载,单位为兆帕(MPa)。

示例 1:试样线密度 888 dtex,单位面积负载为 300 MPa,按式(1)计算,则该试样加载负荷 2 803 g。

6.3.2.3 断裂强力

6.3.2.3.1 按 GB/T 14344 测试试样断裂强力。

6.3.2.3.2 按式(2)计算试样加载负荷。

$$W = 1.0204 \times F \times A \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

W ——试样加载负荷，单位为克(g)；

F ——试样断裂强力，单位为厘牛(cN)；

A ——百分比。

示例 2：试样断裂强力 44 000 cN，加载负荷为 10% 断裂强力，按式(2)计算，则该试样加载负荷 4 490 g。

6.3.2.4 结果处理

试样加载负荷，按 GB/T 8170 规定修约至 1 g。

6.3.3 加载时间

试样加载时间根据产品性能选择 24 h、48 h、72 h、100 h、200 h 等，或至试样断裂。

7 试验步骤

7.1 依据 6.3 要求，设定热蠕变性能测试仪的试验温度、加载负荷、加载时间等参数。

7.2 将调湿后的试样一端固定，另一端多次缠绕在连接负荷的辅助链条上，确保试样初始有效长度为 $300\text{ mm} \pm 10\text{ mm}$ ，应保证试样不打滑、不受损伤，且试样丝束应整齐、无毛丝。

7.3 挂上托盘，在托盘上放置一定克重的砝码，达到试样加载负荷；为保证同一批试验的试样承受负荷条件的一致性，将所有试样都垂直悬挂在测试装置内，再依次加载负荷；施加负荷时应缓慢，以避免试样受到不规则的冲击力而造成损伤或测试数据异常。

7.4 将热蠕变性能测试仪温度升至试验温度，开始热蠕变试验，记录试样起始长度 l_0 。

7.5 待试样断裂，或达到设定的加载时间，记录试样热蠕变曲线，并保存数据；试验过程中应打开试验舱门，并注意避免震动，造成测试数据无效。

7.6 试验过程中，如发生试样滑脱，应重新制备试样，重新进行试验。

8 试验结果的计算和数值修约

8.1 按式(3)计算试样的热蠕变伸长率，保留两位小数。

$$\epsilon_i = \frac{l_i - l_0}{l_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

ϵ_i ——时间为 i 时的试样热蠕变伸长率；

l_i ——时间为 i 时的试样长度，单位为毫米(mm)；

l_0 ——试样起始长度，单位为毫米(mm)。

8.2 试样第一次达到或超过热蠕变伸长率 ϵ_i 的时间，为试样热蠕变伸长时间 $t_{\epsilon i}$ ，精确到 10 min。

8.3 按式(4)计算试样的热蠕变速率，参见附录 A，用科学计数法 $a \times 10^n$ 表示，其中 $1.00 \leq a < 10.00$ 。

$$\epsilon = \frac{\epsilon_{ti} - \epsilon_{t0}}{(t_i - t_0) \times 3\,600} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

ϵ ——试样热蠕变速率($t_0 \sim t_i$)，单位为负一次方秒(s^{-1})；

ϵ_{ti} ——试样热蠕变伸长率(t_i)，以 % 表示；

ϵ_{t0} ——试样热蠕变伸长率(t_0)，以 % 表示；

t_i ——试样热蠕变时间，单位为小时(h)；

t_0 ——试样热蠕变时间,单位为小时(h)。

8.4 取算术平均值作为试验结果,按 GB/T 8170 规定进行修约。

9 试验报告

试验报告应包括下列内容:

- a) 本文件的编号;
- b) 试样名称、规格、数量;
- c) 试验条件(试验温度、加载负荷、加载时间等);
- d) 试样的线密度或断裂强力;
- e) 试样热蠕变伸长率、热蠕变伸长时间、热蠕变速率;
- f) 偏离本文件的任何细节和试验中的异常现象。

附录 A
(资料性)
热蠕变速率的计算

A.1 图 A.1 所示为试样热蠕变曲线。从中可知,试样热蠕变分为初始蠕变阶段、稳定蠕变阶段和加速蠕变阶段。

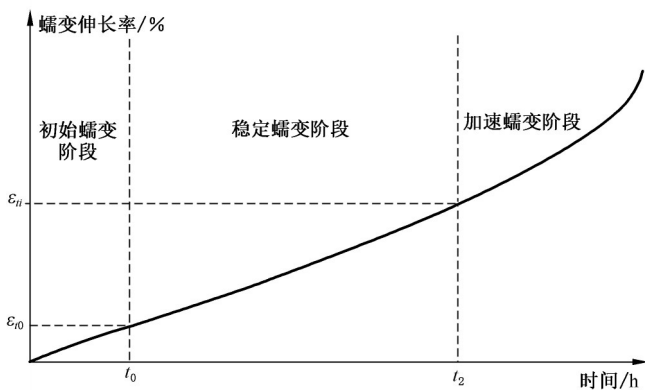


图 A.1 热蠕变曲线

A.2 热蠕变曲线过原点后,选取一段斜率近乎为直线段的区域作为稳定蠕变阶段,在此区间选定热蠕变时间 t_0 和 t_i ,并在热蠕变曲线上找出对应的热蠕变伸长率 ϵ_{t_0} 和 ϵ_{t_i} ,由此计算试样的热蠕变速率。