

生物基聚酰胺56帘线的性能研究

戴美萍, 王晓龙, 陆福梅, 刘全来, 江晓峰, 华润稼, 许其军

(江苏太极实业新材料有限公司, 江苏 扬州 225006)

摘要: 研究新型生物基聚酰胺56 (PA56) 纤维及浸胶帘布性能。结果表明: PA56纤维性能与锦纶66 (N66) 纤维相当; PA56浸胶帘布的常温和高温物理性能、耐热性能、动态疲劳性能及粘合性能与N66浸胶帘布差异不大。新型生物基PA56帘线可用作轮胎冠带层骨架材料。

关键词: 轮胎; 骨架材料; 生物基聚酰胺56帘线; 锦纶66帘线; 冠带层

中图分类号: TQ330.38⁺9

文章编号: 2095-5448 (2021) 09-0433-03

文献标志码: A

DOI: 10.12137/j.issn.2095-5448.2021.09.0433



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

子午线轮胎的骨架结构包括胎体、带束层和冠带层。冠带层的作用是限制带束层在轮胎高速运转状态下向外扩张, 维持轮胎形状, 降低轮胎滚动阻力^[1]。

目前, 轮胎冠带层用骨架材料主要是锦纶66帘线, 也有的使用芳纶或芳纶/锦纶66混合帘线。锦纶66帘线的优点是生热较低、在高温下具有高模量等, 缺点是具有明显的胎噪和平点效应。芳纶帘线同样具有低生热性能, 同时具有更高的玻璃化温度、强度和热模量, 更低的胎噪和平点效应, 缺点是价格较高^[2-4]。

随着生物科学技术的进步, 生物基新材料发展方兴未艾。20世纪初, 美国杜邦公司就开发了多种聚酰胺树脂, 其中聚酰胺56树脂可用于纤维生产^[5]。石油和化工工业使四碳、六碳等偶数碳的单体在工艺路线和经济成本上更具竞争优势。而受技术条件限制, 只有聚酰胺66和聚酰胺6树脂相继实现了工业纤维的商业化应用。近年来国内外一些企业相继开发出了可商业化的聚酰胺56树脂和纤维^[6-10], 推动了聚酰胺56纤维的技术研究和市场发展, 特别在民用纤维方面取得了较大的进展^[11-12]。

我公司开发了高强力聚酰胺56纤维并加工成

浸胶帘布, 可应用于轮胎冠带层。本工作进行了生物基聚酰胺56帘线的性能研究。

1 实验

1.1 主要原材料

930dtex生物基聚酰胺56 (简称PA56) 帘线 (聚酰胺56切片原料戊二胺从玉米中提取), 江苏太极实业新材料有限公司产品; 930dtex锦纶66 (简称N66) 帘线, 国内某公司产品。

1.2 主要设备和仪器

高速纺丝牵伸卷绕设备, 德国巴马格公司产品; 直捻机, 德国ALLMA公司产品; 喷气织机, 德国多尼乐公司产品; 浸胶机, 德国贝宁格公司产品; Instron 3343型强力测试仪, 美国Instron公司产品; RTC-II型帘线弯曲疲劳试验机和BELT带式屈挠疲劳试验机, 北京万汇一方科技发展有限公司产品。

1.3 性能测试

工业丝性能测试参照FZT 54013—2009, 浸胶帘布性能测试参照GB/T 9101—2017, 帘线耐热性测试参照FZT 54013—2009和GB/T 9101—2017, 弯曲疲劳性能测试参照GB/T 30315—2013, 带式屈挠疲劳性能测试参照GB/T 33100—2016, 粘合性能测试参照GB/T 9101—2017。

作者简介: 戴美萍 (1971—), 女, 江苏无锡人, 江苏太极实业新材料有限公司工程师, 硕士, 主要从事材料及产品性能检测工作。

E-mail: daimp@163.com

2 结果与讨论

2.1 常温静态性能

PA56纤维与N66纤维的主要性能对比见表1。

表1 930dtex PA56纤维与N66纤维的性能对比

项 目	PA56纤维	N66纤维
线密度/dtex	942.4	930.2
断裂强力/N	77.3	78.1
断裂强度/(cN·dtex ⁻¹)	8.20	8.31
断裂伸长率/%	19.8	19.4
4.7 cN·dtex ⁻¹ 定负荷伸长率/%	11.6	12.2
1%伸长初始模量/(cN·dtex ⁻¹)	51.6	55.8
5%伸长初始模量/(cN·dtex ⁻¹)	30.3	29.5
干热收缩率 ¹⁾ /%	9.2	5.1

注:1)温度 177℃,时间 1 min,预加张力 0.05 cN·dtex⁻¹。

从表1可以看出,与N66纤维相比,PA56纤维的干热收缩率较大,其他性能相当。

将PA56纤维制成浸胶帘布,与目前市场上的N66冠带层帘布的性能进行比较,具体见表2。

表2 930dtex/2 PA56浸胶帘布与N66浸胶帘布的性能对比

项 目	PA56帘布	N66帘布			
		厂家1	厂家2	厂家3	厂家4
断裂强力/N	144.6	143.4	148.1	150.1	151.8
断裂伸长率/%	26.7	26.9	22.6	23.7	24.5
44.1 N定负荷伸长率/%	10.2	10.5	9.3	8.7	9.6
66.6 N定负荷伸长率/%	12.8	13.3	11.8	11.1	12.2
88.2 N定负荷伸长率/%	15.1	15.7	13.8	13.2	14.4
100 N定负荷伸长率/%	16.5	17.1	14.8	14.4	15.5
5%定伸长负荷/N	17.2	16.5	20.1	21.7	19.7
干热收缩率 ¹⁾ /%	5.2	5.9	4.5	4.3	4.0
复捻捻度/(捻·m ⁻¹)	466	472	483	473	481

注:1)温度 177℃,时间 2 min,预加张力 100 g。

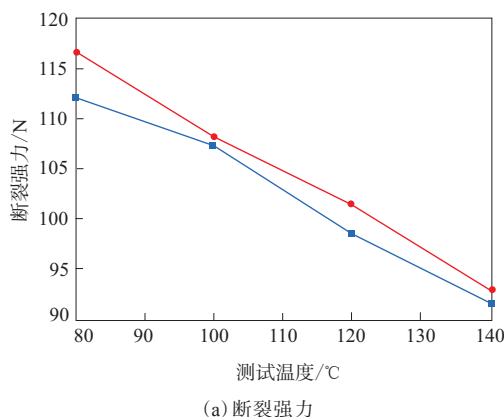
由表2可见,与N66浸胶帘布相比,PA56浸胶帘布的断裂强力略低。总体来说,PA56浸胶帘布性能基本满足冠带层帘布性能要求。

2.2 高温静态性能

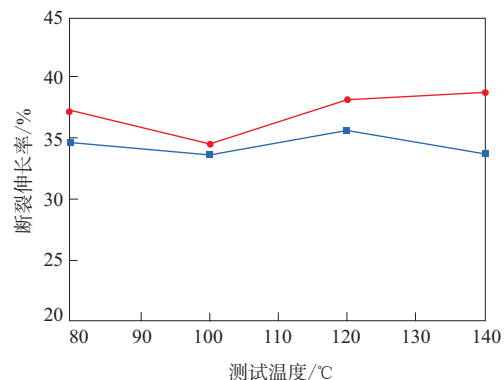
轮胎硫化和使用过程中的高温会造成骨架材料性能的变化。将浸胶帘线在鼓风烘箱中180℃×15 min条件下进行热处理,两种浸胶帘线性能随温度的变化如图1所示。由图1可见,在80~140℃温度范围内,PA56浸胶帘线的断裂强力和断裂伸长率略低于N66浸胶帘线,定负荷伸长率相近。

2.3 耐热性能

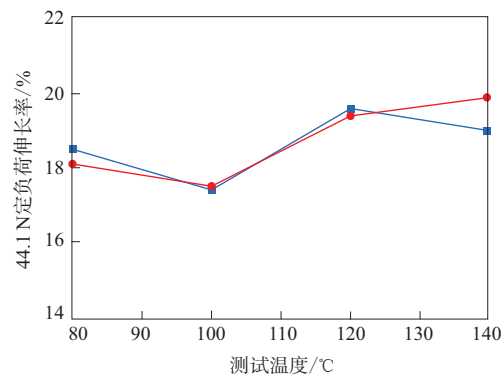
PA56和N66的930dtex工业纤维经180℃×4 h烘干后的强力保持率分别为90.0%和97.0%,



(a) 断裂强力



(b) 断裂伸长率



(c) 定负荷伸长率

■—PA56; ●—N66。

图1 两种浸胶帘线性能随温度的变化

930dtex/2浸胶帘布的强力保持率分别为92.6%和93.5%。由此可知,PA56纤维的强力保持率比N66纤维稍低。PA56浸胶帘布180℃×4 h热空气老化后的强力保持率与N66浸胶帘布相当。

2.4 动态疲劳性能

930dtex/2 PA56浸胶帘布和N66浸胶帘布的弯曲疲劳试验结果见表3。

表3 两种浸胶帘布的耐疲劳性能对比

试 样	带式屈挠疲劳		弯曲疲劳	
	粘合力保持率/%	帘线强力保持率/%	剩余强力/N	强力保持率/%
PA56-1	95	98	129.9	88.6
PA56-2	100	100	129.7	89.2
PA56-3	89	97	129.8	89.8
N66	90	97	137.4	90.7

由表3可见:PA56浸胶帘布与N66浸胶帘布带式屈挠疲劳后粘合力保持率和强力保持率差异不明显;两者弯曲疲劳测试后的强力保持率相当。

2.5 粘合性能

PA56浸胶帘布和N66浸胶帘布与轮胎胎体胶和冠带层胶的粘合性能测试结果见表4。

表4 浸胶帘布与胶料粘合性能

试 样	剥离力(N)/覆胶率(%)			H抽出力(N)/覆胶率(%)
	胎体胶 ¹⁾	冠带层胶 ²⁾	冠带层胶 ³⁾	冠带层胶 ²⁾
PA56-1	258.2/<80	219.1/<60	139.4/<100	124.8/7.7
PA56-2	215.1/<60	199.7/<60	133.5/<100	114.1/9.2
PA56-3	267.2/<80	231.6/<100	131.3/<100	135.7/7.2
N66	222.2/<80	272.2/<80	133.7/<100	128.7/6.3

注:1)硫化条件为160℃×15 min;2)硫化条件为160℃×20 min;3)硫化条件为160℃×120 min。

由表4可见,PA56浸胶帘布与胶料具有良好的粘合性能,与N66浸胶帘布的粘合性能相当。

3 结论

PA56浸胶帘布的静态常温和高温性能、动态疲劳性能、耐热性能以及粘合性能与N66浸胶帘布相当,可以作为轮胎冠带层骨架材料的可选材料之一。对生物基PA56性能的认识还需一个不断探索的过程。

参考文献:

[1] 高称意. 子午线轮胎冠带层用新材料[J]. 轮胎工业,2003,23(8): 467-469.

[2] 高称意. 轮胎用骨架材料的性能及其与轮胎性能的关系——轮胎帘子线的动态力学性能[J]. 弹性体,2002,12(3): 68-70.

[3] 黄兆阔,李伟,孟祥坤,等. 骨架材料对免充气轮胎承载性能和接地性能的影响[J]. 橡胶工业,2020,67(4): 294-301.

[4] 孙毅,徐玥,朱群伟,等. 芳纶纤维浸胶帆布的开发与生产[J]. 橡胶科技,2020,18(5): 277-279.

[5] YASSIR A G E H. Preparation and characterization of novel polyamide 56 fibers[D]. 上海: 东华大学,2014.

[6] 张晨. 生物基聚己二酸戊二胺聚合物与长丝性能研究[D]. 上海: 东华大学,2015.

[7] 孙朝续,孙朝续,徐晓辰,等. 一种聚酰胺5X纤维及其制备方法[P]. 中国:CN 106868624B,2019-08-23.

[8] CHEN Y H, CHAO T H, CHEN S Y, et al. Dull polyamide 56 fiber and method for manufacture the same[P]. USA: USP 9 731 446 (B2), 2017-08-15.

[9] 佚名. 日本尤尼吉可推出高温芳香族聚酰胺[J]. 塑料科技,2019, 47(2): 85.

[10] 佚名. Ascend将在K2019推出新款聚酰胺[J]. 塑料科技,2019, 47(11): 90.

[11] 马志军,牟臣,王浩,等. 生物基尼龙56地毯膨体丝的生产方法[P]. 中国:CN 104178823A,2014-12-03.

[12] 郝新敏,鞠景堂,赵鹏程,等. 一种生物基尼龙纤维及其制备方法[P]. 中国:CN 106012054A,2016-10-12.

收稿日期:2021-03-06

Study on Properties of Bio-based Polyamide 56 Cord

DAI Meiping, WANG Xiaolong, LU Fumei, LIU Quanlai, JIANG Xiaofeng, HUA Runjia, XU Qijun
(Jiangsu Taiji Industry New Materials Co., Ltd, Yangzhou 225006, China)

Abstract: The properties of new bio-based polyamide 56 (PA56) fiber and dipped cord were studied. The results showed that the properties of PA56 fiber were equivalent to those of nylon 66 (N66) fiber. Moreover, the properties of the PA56 dipped cord fabrics, such as the physical properties at room temperature and high temperature, heat resistance, dynamic fatigue properties and adhesive property, were similar to those of the N66 dipped cord fabrics. The new bio-based PA56 cord could be used as the skeleton material for tire cap ply.

Key words: tire; skeleton material; bio-based polyamide 56 cord; nylon66 cord; cap ply