

高尺寸稳定型高模量低收缩聚酯浸胶帘线的性能研究

孙 钢, 潘冬俊

(江苏太极实业新材料有限公司, 江苏 扬州 225006)

摘要: 研究高尺寸稳定型高模量低收缩(HMLS)聚酯浸胶帘线的性能。结果表明, 与普通HMLS聚酯浸胶帘线相比, 高尺寸稳定型HMLS聚酯浸胶帘线的尺寸稳定性明显提高, 耐疲劳性能更优, 其余性能相当。

关键词: 聚酯浸胶帘线; 高尺寸稳定型; 高模量低收缩; 物理性能; 耐疲劳性能

中图分类号: TQ330.38⁺9; TQ342

文章编号: 2095-5448(2022)06-0277-03

文献标志码: A

DOI: 10.12137/j.issn.2095-5448.2022.06.0277



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

在20世纪80年代, 美国Allied Signal公司开发了高模量低收缩(HMLS)聚酯浸胶帘线, 其优异的综合性能使其在轮胎骨架材料领域得到广泛应用^[1-2]。该产品以高模量、低热收缩率、较好的尺寸稳定性和低滞后损失率为突出特点, 特别适用于子午线轮胎^[3-5]。聚酯浸胶帘线尺寸稳定性的提高可以提高轮胎的转弯和操纵性能, 改善硫化均匀性, 减小胎面磨耗量, 延长轮胎的使用寿命, 降低轮胎加工成本^[6-8]。但是与人造丝帘线相比, HMLS聚酯浸胶帘线的尺寸稳定性还存在一定的差距。因此, 提高聚酯浸胶帘线尺寸稳定性仍是纤维帘线生产企业的研究热点。

聚酯工业丝物理性能的提升是研发高尺寸稳定型HMLS聚酯浸胶帘线的基础, 高尺寸稳定型HMLS聚酯原丝采用一步法工艺生产, 其特点是在纺丝过程中, 通过提高纺程张力, 提高初伸丝的取向度和结晶度, 然后通过高温热风冷却、上油后牵伸、卷取, 纤维分子结晶并高度取向, 制得具有高尺寸稳定性的聚酯纤维。

作者简介: 孙钢(1979—), 男, 江苏淮安人, 江苏太极实业新材料有限公司工艺员, 学士, 主要从事帘布和帆布浸胶工艺方面的生产和技术管理工作。

E-mail: 3331904435@qq.com

聚酯帘布的浸胶处理工艺对于开发高尺寸稳定型HMLS聚酯浸胶帘布起着至关重要的作用。影响聚酯浸胶帘布性能的3个关键工艺要素, 即温度、张力、时间对浸胶热处理后帘线的物理性能影响很大, 要根据最终帘线的断裂强力、断裂伸长率、定负荷伸长率、干热收缩率、粘合力和刚度等指标综合平衡, 选择最适合的工艺参数。

本工作对高尺寸稳定型HMLS聚酯工业丝及其捻线、浸胶后的物理性能、浸胶帘线的模拟硫化性能和耐疲劳性能进行研究。

1 实验

1.1 主要原材料

1440dtex和1670dtex第2代HMLS(以下简称SR2)聚酯工业丝和第4代高尺寸稳定型HMLS(以下简称SR4)聚酯工业丝, 江苏太极实业新材料有限公司产品。

1.2 主要设备和仪器

高速纺丝牵伸卷绕设备, 日本TMT公司产品; 直捻机, 德国欧瑞康公司产品; 喷气织机, 比利时必佳乐公司产品; 二浴浸胶机, 德国贝宁格公司产品; 3343型强力测试机, 美国Instron公司产品; TST10型干热仪, 奥地利Lenzing Instruments公司

产品;Y(B)331D型半自动纱线捻度仪,温州大荣纺织标准仪器厂产品;平板硫化机,上海齐才液压机械有限公司产品;101A-1B型电热鼓风干燥箱,上海实验仪器厂有限公司产品;RTC-II型帘线弯曲疲劳试验机,北京万汇一方科技发展有限公司产品。

2 结果与讨论

2.1 聚酯工业丝的物理性能

SR2与SR4聚酯工业丝的物理性能对比见表1。

表1 SR2与SR4聚酯工业丝的物理性能对比

项 目	1440dtex		1670dtex	
	SR2	SR4	SR2	SR4
断裂强力/N	107.2	106.3	124.5	122.4
断裂伸长率/%	11.2	11.7	10.9	10.6
4.0 cN定负荷伸长率/%	5.7	5.4	5.2	4.9
干热收缩率 ¹⁾ /%	3.5	3.0	3.7	3.6
1%定伸长率模量/(cN·dtex ⁻¹)	101.7	113.4	101.3	109.2
5%定伸长率模量/(cN·dtex ⁻¹)	78.1	82.3	77.4	81.6
尺寸稳定性指数 ²⁾ /%	9.2	8.4	8.9	8.5

注:1)1440dtex测试条件为177℃×2 min×73.5 g,1670dtex测试条件为177℃×2 min×85.2 g;2)是定负荷伸长率与干热收缩率的和,其值越小,尺寸稳定性越好。

从表1可以看出,与SR2聚酯工业丝相比,SR4聚酯工业丝的断裂强力和断裂伸长率相当,定负荷伸长率较低,干热收缩率略低,尺寸稳定性更好,综合物理性能更优。

2.2 聚酯工业丝捻线的物理性能

SR2与SR4聚酯工业丝捻线的物理性能对比如表2所示。

表2 SR2与SR4聚酯工业丝捻线的物理性能对比

项 目	1440dtex/2		1670dtex/2	
	SR2	SR4	SR2	SR4
断裂强力/N	197.6	198.4	227.8	225.2
断裂伸长率/%	16.2	18.6	18.2	18.8
定负荷伸长率/%	4.7 ¹⁾	4.6 ¹⁾	5.0 ²⁾	4.9 ²⁾
捻度(复捻)/(捻·m ⁻¹)	384	385	370	372
捻线强力保持率/%	92.2	93.3	91.5	92.0

注:1)负荷为58 N;2)负荷为66.6 N。

从表2可以看出,与SR2聚酯工业丝捻线相比,SR4聚酯工业丝捻线的强力保持率更高,其他物理性能相当。

2.3 聚酯工业丝浸胶后的物理性能

SR2与SR4聚酯工业丝浸胶后的物理性能对

比如表3所示。

表3 SR2与SR4聚酯工业丝浸胶后的物理性能对比

项 目	1440dtex/2		1670dtex/2	
	SR2	SR4	SR2	SR4
断裂强力/N	196.8	198.1	225.2	226.7
断裂伸长率/%	15.4	15.3	15.6	15.0
定负荷伸长率/%	4.4 ¹⁾	3.5 ¹⁾	4.5 ²⁾	3.5 ²⁾
干热收缩率 ³⁾ /%	1.7	2.1	1.7	2.3
捻度(复捻)/(捻·m ⁻¹)	384	385	370	370
直径/mm	0.63	0.62	0.66	0.66
H抽出力/N	186.1	187.3	205.1	206.8
尺寸稳定性指数/%	6.1	5.6	6.2	5.8
1%定伸长率负荷/N	19.4	21.9	22.5	24.4
5%定伸长率负荷/N	61.9	78.3	72.3	89.2

注:1)和2)同表2;3)1440dtex测试条件为177℃×2 min×150 g,1670dtex测试条件为177℃×2 min×170 g。

从表3可以看出,与SR2聚酯浸胶工业丝相比,SR4聚酯浸胶工业丝在浸胶过程中的强力损失较小,断裂强力相当,断裂伸长率稍低,定负荷伸长率明显较低,而干热收缩率稍有增大,尺寸稳定性更好。

2.4 聚酯浸胶帘线的模拟硫化性能

为了研究聚酯浸胶帘线在轮胎中硫化后的性能,将聚酯浸胶帘线在无张力的条件下放置于鼓风干燥箱中进行模拟硫化,条件为180℃×15 min。SR2与SR4聚酯浸胶帘线模拟硫化后的物理性能对比如表4所示。

表4 SR2与SR4聚酯浸胶帘线模拟硫化后的物理性能对比

项 目	1440dtex/2		1670dtex/2	
	SR2	SR4	SR2	SR4
断裂强力/N	197.9	198.8	225.6	227.3
断裂伸长率/%	19.3	20.7	20.0	20.8
定负荷伸长率/%	7.8 ¹⁾	7.3 ¹⁾	8.4 ²⁾	7.8 ²⁾
1%定伸长率负荷/N	15.0	15.8	14.9	16.5
5%定伸长率负荷/N	38.0	40.8	41.7	44.8

注:同表2。

从表4可以看出,与SR2聚酯浸胶帘线相比,模拟硫化后SR4聚酯浸胶帘线的断裂强力相当,断裂伸长率略高,定负荷伸长率较低。这说明SR4聚酯浸胶帘线的模量有所提高。

2.5 聚酯浸胶帘线的耐疲劳性能

为了研究聚酯浸胶帘线在使用过程中的耐疲劳性能,进行弯曲疲劳试验,1440dtex/2浸胶帘线的测试条件为:频率 2.5 Hz,负荷 1 kg,疲劳

次数 10万;1670dtex/2浸胶帘线的测试条件为:频率 2.5 Hz,负荷 1.5 kg,疲劳次数 10万。SR2与SR4聚酯浸胶帘线弯曲疲劳试验后的物理性能对比如表5所示。

表5 SR2与SR4聚酯浸胶帘线弯曲疲劳后的物理性能对比

项 目	1440dtex/2		1670dtex/2	
	SR2	SR4	SR2	SR4
断裂强力/N	151.4	156.5	170.7	179.8
断裂伸长率/%	11.4	9.9	11.6	9.0
定负荷伸长率/%	4.5 ¹⁾	3.4 ¹⁾	4.4 ²⁾	3.9 ²⁾
1%定伸长率负荷/N	16.7	21.3	17.9	19.7
5%定伸长率负荷/N	63.2	81.0	73.5	88.6
强力保持率/%	76.9	79.0	75.8	79.3

注:同表2。

从表5可以看出,与SR2聚酯浸胶帘线相比,SR4聚酯浸胶帘线弯曲疲劳后的断裂强力和强力保持率较高。这说明SR4聚酯浸胶帘线的耐疲劳性能优于SR2聚酯浸胶帘线。

3 结论

(1)与SR2聚酯工业丝相比,SR4聚酯工业丝的断裂强力和断裂伸长率相当,定负荷伸长率较低,干热收缩率略低,尺寸稳定性更好。

(2)与SR2聚酯工业丝捻线相比,SR4聚酯工业丝捻线的强力保持率更高,其他物理性能相当。

(3)与SR2聚酯浸胶工业丝相比,SR4聚酯浸胶工业丝在浸胶过程中的强力损失较小,断裂强力相当,断裂伸长率稍低,定负荷伸长率明显较

低,干热收缩率稍有升高,尺寸稳定性更好。

(4)与SR2聚酯浸胶帘线相比,模拟硫化后SR4聚酯浸胶帘线的模量有所提高,弯曲疲劳后的断裂强力和强力保持率较高,耐疲劳性能较优。

综上所述,与普通HMLS聚酯工业丝相比,高尺寸稳定型HMLS聚酯工业丝在捻线、织布、浸胶等工序过程中强力损失较小,浸胶帘线具有较高的尺寸稳定性和优良的耐疲劳性能,可以满足轮胎工业对高性能骨架材料的要求。

参考文献:

- [1] 黄兆阁,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.
- [2] 张清玉,张中赛.聚酯帘线在斜交轮胎胎体胶中的应用[C].“赛轮金宇杯”第19届中国轮胎技术研讨会论文集,北京:中国化工学会橡胶专业委员会,全国橡胶工业信息中心,2016:223-225.
- [3] 陈义中,胡白杨,罗吉良.聚酯帘线的发展趋势[J].橡胶科技,2018,16(3):125-127.
- [4] 湛斌.三元乙丙橡胶与聚酯帘线的粘合及性能的研究[D].青岛:青岛科技大学,2019.
- [5] 袁爱春.橡胶增强用聚酯帘线表面处理及机理研究[D].上海:东华大学,2007.
- [6] 黎宁,姚志敏,陈耀华,等.聚酯与锦纶66帘布在轿车轮胎冠带中的应用对比[J].轮胎工业,2021,41(4):252-256.
- [7] 黄凯.高模量低收缩聚酯工业丝和浸胶帘子布的工艺研究[D].苏州:苏州大学,2004.
- [8] 邹家熊,于金超,张烨,等.高高低伸型聚酯工业丝受热条件下的应用特性变化[J].合成纤维,2019,48(2):7-11.

收稿日期:2021-10-11

Study on Properties of Dipped Polyester Cords with High Dimensional Stability, High Modulus and Low Shrinkage

SUN Gang, PAN Dongjun

(Jiangsu Taiji Industry New Materials Co., Ltd, Yangzhou 225006, China)

Abstract: The properties of highly dimensionally stable type high modulus and low shrinkage (HMLS) dipped polyester cord were studied. The results showed that, compared with the common HMLS dipped polyester cord, the dimensional stability of the highly dimensionally stable type HMLS dipped polyester cord was significantly improved, and the fatigue resistance was better, while the other properties were comparable.

Key words: dipped polyester cord; highly dimensionally stable type; high modulus and low shrinkage; physical property; fatigue resistance