

生物基聚酰胺56浸胶帘线的性能评价及应用进展

许其军, 王晓龙, 刘敏, 李志超, 颜学龙, 秦年荣, 华润稼

(江苏太极实业新材料有限公司, 江苏扬州 225006)

摘要:对生物基聚酰胺56(PA56)浸胶帘线的性能进行研究,并对其应用情况进行介绍。结果表明:PA56浸胶帘线具有较好的耐热性能、耐疲劳性能、粘合性能和动态力学性能;采用PA56浸胶帘线用作半钢子午线轮胎冠带层增强材料,生产从Q级到Y级的轮胎性能达到了采用传统石油基聚酰胺66浸胶帘线生产的轮胎水平,且具有降低碳排放的作用。

关键词:生物基聚酰胺56;浸胶帘线;轮胎;冠带层

中图分类号:TQ330.38⁺⁴

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2024)04-0195-07

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2024.04.0195



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

1946年6月,米其林公司发明了子午线轮胎^[1],拉开了轮胎工业技术革命的序幕。1970年,倍耐力公司发明了子午线轮胎的新结构^[2],即在钢丝帘线束外层设置材料为聚酰胺(PA)的冠带层。冠带层的主要作用是限制轮胎高速转动时产生离心力,减小轮胎不必要的膨胀变形,提高轮胎的高速性能和耐久性能。

对冠带层使用的纤维骨架材料的性能要求是:在硫化温度下具有较低的热收缩率,在使用温度下具有较高的模量和热收缩力,在使用应力下具有较高的热收缩力保持率,即蠕变要小。

目前,冠带层使用的纤维骨架材料主要是PA66浸胶帘线,其他还包括生物基PA56(以下简称PA56)浸胶帘线、聚酯(PET)浸胶帘线、新结构和新组合的混合帘线(如PA66/PET、PA56/PET、PA66/芳纶、PET/芳纶)等,形成了一种PA66与其他差异化、高性能冠带层帘线并存应用和发展的新局面。

我公司与PA56原料供应厂家和轮胎企业进行深入合作,从原料改性、纺丝技术、捻线技术、织布技术、浸胶技术、帘线性能表征、应用技术服务等方面着手,开发了PA56浸胶帘线,并将其成功应用

于子午线轮胎冠带层。

本工作主要对PA56浸胶帘线的性能进行深入研究,并对其应用情况进行介绍。

1 实验

1.1 主要原材料

PA56,工业丝和浸胶帘线;PA56/PET浸胶混合帘线,江苏太极实业新材料有限公司产品。

1.2 主要设备和仪器

PA56固相缩聚装置(自主设计)和高速纺丝牵伸卷绕设备,德国Barmag公司产品;CC3型直捻机,德国Saurer Allma公司产品;喷气织机,比利时Picanol公司产品;大生产浸胶机,瑞士Benninger公司产品;LJJ-II型实验室单线浸胶机、帘线带式屈挠疲劳试验机、LRB-I型蠕变仪和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;Instron 3343型强力测试仪,美国Instron公司产品;101A-1型电热鼓风干燥箱,上海实验仪器总厂产品;恒温恒湿环境箱,巨孚仪器(苏州)有限公司;TST2型干热收缩仪,奥地利兰精仪器公司产品。

1.3 性能测试

浸胶帘线的物理性能和H抽出力按照GB/T 33331—2016进行测试;浸胶帘线的干热收缩率按照GB/T 30312—2013进行测试;浸胶帘线的粘合剥离性能按照GB/T 32109—2015进行测试;浸胶帘线的往复屈挠疲劳性能按照GB/T 30315—2013

基金项目:江苏省科技计划项目(BM2023419);扬州市科技成果转化项目(YZ2022127)

作者简介:许其军(1965—),男,江苏海安人,江苏太极实业新材料有限公司教授级高级工程师,硕士,长期从事纤维骨架材料的生产管理、技术研发和技术服务工作。

E-mail:jswxjason@163.com

进行测试;浸胶帘线的带式屈挠疲劳性能按照GB/T 33100—2016进行测试。

2 结果与讨论

2.1 平衡条件对PA56浸胶帘线性能的影响

目前,PA56浸胶帘布的性能测试暂时还没有国家标准或行业标准。PA6浸胶帘布的性能测试标准为GB/T 33330—2016,PA66浸胶帘布的性能

测试标准为GB/T 33331—2016。

两种浸胶帘线性能测试时的平衡条件如下:干燥器平衡条件为温度 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$,时间 (22 ± 2) h;恒温恒湿平衡条件为温度 $(24 \pm 2)^\circ\text{C}$,相对湿度 $(55 \pm 3)\%$,时间 (24 ± 2) h。

PA56,PA66和PA6浸胶帘线在不同平衡条件下的性能测试结果如表1所示。

从表1可以看出,与干燥器平衡条件相比,恒

表1 3种浸胶帘线在不同平衡条件下的性能测试结果

项 目	PA56(930dtex/2)		PA66(930dtex/2)		PA6(1400dtex/2)	
	干燥器	恒温恒湿	干燥器	恒温恒湿	干燥器	恒温恒湿
复捻捻度/ $(\text{T} \cdot \text{m}^{-1})$	468	466	455	461	365	367
强力/N	151.6	148.1	154.0	153.2	221.6	222.3
断裂伸长率/%	25.7	28.4	20.7	22.7	24.1	26.4
44.1 N定负荷伸长率/%	7.9	10.4	7.5	8.6	6.3	7.5
66.6 N定负荷伸长率/%	10.8	13.2	9.9	11.0	8.4	9.6
88.2 N定负荷伸长率/%	13.1	15.5	11.9	13.0	10.0	11.3
100 N定负荷伸长率/%	14.4	16.8	12.9	14.1	10.8	12.1
5%定伸长负荷/N	26.6	17.4	26.3	21.8	33.2	26.6
干热收缩率 ¹⁾ /%	6.7	4.9	5.4	4.9	8.4	7.5

注:1)温度为 177°C ,时间为2 min,预加张力为100 g(930dtex/2)/140 g(1400dtex/2)。

温恒湿平衡条件下测试的浸胶帘线的断裂伸长率和定负荷伸长率增大,5%定伸长负荷和干热收缩率减小。可见平衡条件对浸胶帘线性能测试结果影响较大,其中PA56浸胶帘线的变化幅度最大。这可能是由于PA56分子结构中含有较多的酰胺基团,可以与水分子形成更多的氢键,更容易吸收空气中的水分。另外,PA56由于是奇数碳,结晶度可能也比PA6和PA66小,无定形区域大,水分子更容易进入链段^[3]。每种材料都有适合其自身特性的表征方法,PA56浸胶帘线的平衡条件需要考虑以下因素:(1)PA56浸胶帘线容易吸湿;(2)在生产中PA56浸胶帘线下机后立即包装。因此,推荐轮胎企业在表征PA56浸胶帘线性能时采用干燥器平衡条件。

2.2 PA56浸胶帘线在高温下的载荷-伸长率曲线

PA56浸胶帘线在不同温度下的载荷-伸长率曲线如图1所示。

从图1可以看出,当伸长率小于15%时,PA56浸胶帘线在不同温度(80~160 $^\circ\text{C}$)下的载荷-伸长率曲线具有较好的重合性。

PA56浸胶帘线先在不同应力下经历180 $^\circ\text{C} \times 15$ min的模拟硫化,然后再测试的载荷-伸长

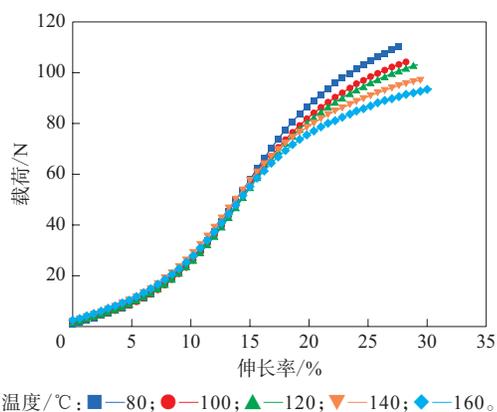
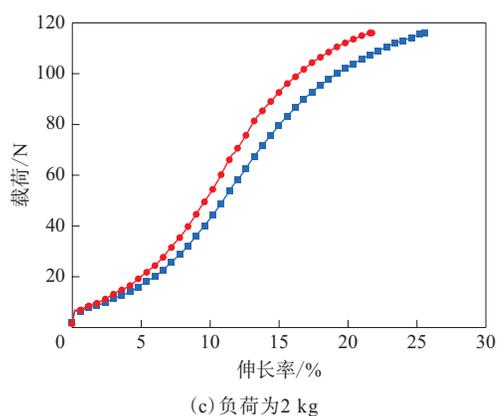
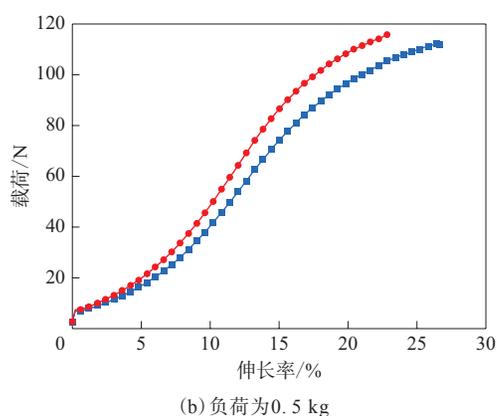
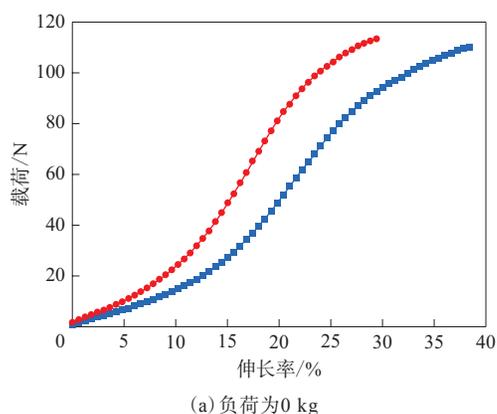


图1 PA56浸胶帘线在不同温度下的载荷-伸长率曲线(测试环境温度为 100°C)如图2所示。

从图2可以看出,当伸长率小于5%时,PA56和PA66浸胶帘线的载荷-伸长率具有较好的重合性。根据轮胎冠带层帘线受力在11.7 N左右的实际情况^[4],此研究表明,将PA56浸胶帘线应用于轮胎冠带层,轮胎性能不会下降。

2.3 PA56浸胶帘线的热收缩力

将规格为930dtex/2、捻度为 $460 \text{ T} \cdot \text{m}^{-1}$ 的浸胶帘线在负荷为95.4 g下,经 $180^\circ\text{C} \times 15$ min硫化后得到有效收缩力,通过以上过程模拟轮胎硫化时和冷却后,PA56和PA66两种浸胶帘线在不同平



■—PA56; ●—PA66。硫化条件为180 °C × 15 min。

图2 PA56浸胶帘线在不同应力下的载荷-伸长率曲线
平衡条件下的热收缩力对比如表2所示。

从表2可以看出,PA56浸胶帘线的残余收缩力

表2 模拟轮胎硫化时和冷却后两种浸胶帘线在
不同平衡条件下的热收缩力对比 cN

项 目	干燥器		恒温恒湿	
	PA56	PA66	PA56	PA66
有效收缩力	437	273	336	319
残余收缩力	162	0.2	103	0.9

与PA66浸胶帘线相差较大。这表明轮胎硫化后冷却后,PA56浸胶帘线对带束层的约束作用更强。

将规格为930dtex/2、捻度为460 T · m⁻¹的浸胶帘线在负荷为95.4 g下,经180 °C × 15 min模拟硫化后,再经过100 °C × 15 min处理后得到有效收缩力,然后迅速降温至室温且保持负荷2 min后得到残余收缩力。通过以上过程模拟汽车行驶时和停车后,PA56和PA66两种浸胶帘线在不同平衡条件下的热收缩力对比如表3所示。

表3 模拟汽车行驶时和停车后两种浸胶帘线在
不同平衡条件下的热收缩力对比 cN

项 目	干燥器		恒温恒湿	
	PA56	PA66	PA56	PA66
有效收缩力	190	186	141	191
残余收缩力	111	18	71	18

从表3可以看出,两种浸胶帘线具有相近的有效收缩力,但冷却后PA56浸胶帘线的残余收缩力远远大于PA66浸胶帘线,这将有助于减轻汽车行驶停车后轮胎平点现象。

2.4 耐热性能

耐热性能是冠带层帘线的重要指标。通常以帘线经热处理前后的强力保持率来表征其耐热性能。由于PA56与PA66的分子结构不同,在相同的相对分子质量下,PA56所含的酰胺键比PA66多,因此PA56要达到与PA66相同的耐热性能,必须在PA56的聚合阶段或纺丝阶段,采用特别的热稳定剂。

PA56和PA66两种浸胶帘线(规格为930dtex/2、捻度为460 T · m⁻¹)经过180 °C × 4 h热处理后的强力保持率分别为92.6%和93.5%。通过对PA56原料切片改性后,PA56和PA66浸胶帘线具有相近的耐热稳定性。

2.5 蠕变性能

将干燥器平衡后的浸胶帘线在负荷为2 kg、100 °C × 24 h的条件下进行蠕变性能试验,以长度变化量与原始长度的比值表征帘线的蠕变量。经测试,PA56和PA66浸胶帘线(规格为930dtex/2、捻度为460 T · m⁻¹)的蠕变量分别为3.2%和3.6%。可以看出,两种浸胶帘线具有相近的蠕变量,这表明将PA56浸胶帘线应用于轮胎冠带层,其轮胎性

能与PA66帘线轮胎相近。

2.6 耐疲劳性能

将干燥器平衡后的浸胶帘线在温度为 (20 ± 2) °C、相对湿度为 $(65 \pm 3)\%$ 的环境下,在频率为1.67 Hz、负荷为0.75 kg的条件下进行往复屈挠疲劳试验,研究屈挠次数对帘线强力的影响。

PA56和PA66浸胶帘线(规格为930dtex/2、捻度为 $460 \text{ T} \cdot \text{m}^{-1}$)的耐疲劳性能对比如表4所示。

表4 PA56和PA66浸胶帘线的耐疲劳性能对比

项 目	PA56	PA66
屈挠疲劳试验前强力/N	144.6	151.2
10万次屈挠疲劳试验后		
强力/N	138.2	149.3
强力保持率/%	96	99
30万次屈挠疲劳试验后		
强力/N	131.9	131.4
强力保持率/%	91	87
50万次屈挠疲劳试验后		
强力/N	127.5	126.0
强力保持率/%	88	83

从表4可以看出,两种浸胶帘线经屈挠疲劳试验后的强力相近,说明PA56浸胶帘线具有良好的耐疲劳性能。

2.7 粘合性能

粘合性能通常用H抽出力和剥离测试来表征。PA56和PA66浸胶帘线(规格为930dtex/2、捻度为 $460 \text{ T} \cdot \text{m}^{-1}$)的粘合性能对比如表5所示。

表5 PA56和PA66浸胶帘线的粘合性能对比

项 目	PA56	PA66
160 °C × 20 min硫化后		
H抽出力/N	124.1	124.8
剥离力/N	227.2	219.1
覆胶率/%	100	100
170 °C × 60 min过硫化后		
剥离力/N	133.5	139.4
覆胶率/%	100	100

从表5可以看出,PA56浸胶帘线与PA66浸胶帘线具有相似的粘合性能。

采用带式屈挠疲劳试验机测试帘线经屈挠疲劳后的粘合力,以计算粘合力保持率来表征浸胶帘线的疲劳粘合性能。PA56和PA66浸胶帘线(规格为930dtex/2、捻度为 $460 \text{ T} \cdot \text{m}^{-1}$)经带式屈挠疲劳(屈挠3.75万次,频率为2.5 Hz,轮子直径

为12.7mm)后帘线的粘合力保持率分别为95%和94%,可见PA56浸胶帘线的疲劳粘合性能与PA66浸胶帘线相近。

将PA56和PA66浸胶帘布(规格为930dtex/2)放入恒温恒湿环境箱中进行调湿处理,研究浸胶帘布回潮率对帘线粘合性能的影响,结果如表6所示。

表6 浸胶帘布回潮率对帘线粘合性能的影响

项 目	相对湿度为55%		相对湿度为98%	
	PA56	PA66	PA56	PA66
回潮率/%	2.9	2.2	8.8	6.0
剥离力/N	241.6	254.3	232.6	264.5
覆胶率/%	>80	>80	>80	>80

注:调湿条件为温度 24 °C,时间 24 h。

从表6可以看出,在同样的调湿条件下,PA56浸胶帘布的回潮率大于PA66浸胶帘布,但回潮率对帘线粘合性能的影响不大,两种浸胶帘线的覆胶率均大于80%。

2.8 动态力学性能

动态热机械分析(DMA)广泛用于研究高聚物及其复合材料的粘弹性能。通过DMA曲线能够获得材料的储能模量、损耗模量和损耗因子($\tan\delta$)随温度和频率变化的规律以及高聚物的玻璃化温度(T_g)等关键参数,对检验材料的质量、评价材料的加工和使用条件具有非常实用的价值,因此在轮胎行业得到广泛应用^[5]。

当轮胎运行时,浸胶帘线周期受力,损耗能量转化为热能。帘线的动态力学性能与轮胎的滚动阻力和油耗直接相关。帘线受动态应力作用时,损耗能量转化为热能。因此,帘线的损耗能量或 $\tan\delta$ 越小,其动态力学性能越好,表现为轮胎行驶时生热越低。

图3所示为两家测试单位提供的PA56和PA66浸胶帘线的DMA曲线, E^* 为复数模量。

从图3可以看出:在50~100 °C范围内,PA56浸胶帘线的 $\tan\delta$ 小于PA66浸胶帘线;浸胶帘线PA56的 T_g 高于PA66浸胶帘线,这表明PA56浸胶帘线具有良好的动态力学性能。

2.9 生物基含量和碳足迹对比

在“碳中和、碳达峰”目标引领下,轮胎行业原材料结构加速调整,可持续发展、生物基来源、回收

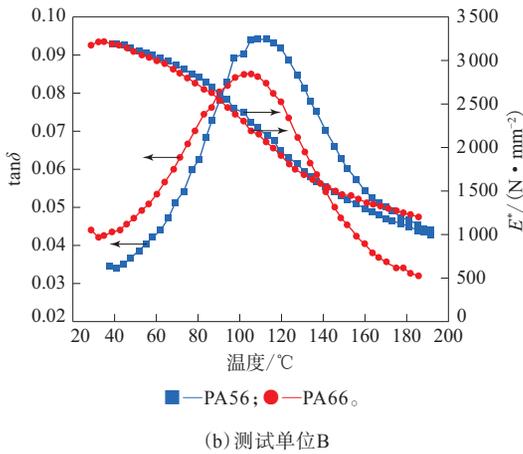
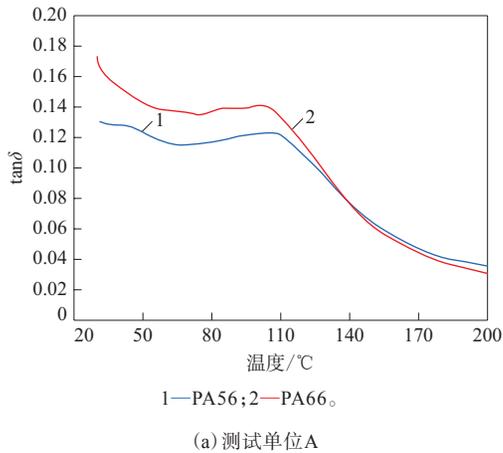


图3 两家测试单位提供的PA56和PA66浸胶帘线的DMA曲线

再利用将成为轮胎行业的发展趋势。作为轮胎用骨架材料,也需向这一方向努力。

PA56的原料单体戊二胺由生物质发酵手段获得,已经形成规模化和经济化生产。PA56的生物基含量可达到45%,与石油基PA66相比,其碳足

迹下降了50%^[6]。这将有效减少化石原料(例如石油)的使用,从而减少碳排放量。

2.10 PA56其他规格帘线的性能

我公司在成功开发930dtex/2 PA56浸胶帘线的基础上,对其他规格的PA56浸胶帘线也进行了开发,形成了常用规格的全系列生产。

全系列PA56和PA66浸胶帘线在两种平衡条件下的性能对比如表7和8所示。

从表7和8可以看出:在干燥器平衡条件下两种浸胶帘线的性能测试结果差异较小;在恒温恒湿平衡条件下两种浸胶帘线的性能测试结果差异较大。

2.11 PA56/PET混合帘线的性能

为提高冠带层帘线的模量或收缩力,国外公司开展了一系列的研究,如开发了纯PET帘线以及PA66/PET、PA66/芳纶和PET/芳纶等混合帘线。混合帘线可以发挥两种材料的各自优点,克服各自缺点,从而改进冠带层帘线的性能。我公司借助PA56工业丝的成功开发,推出了系列PA56/PET混合帘线^[7]。

PA56/PET混合帘线的性能如表9所示,通过混捻,提高了浸胶帘线的模量,混合帘线具有良好的热收缩力。

2.12 PA56帘线的环保浸胶技术

间苯二酚-甲醛树脂+胶乳(RFL)浸胶液中所用的甲醛和间苯二酚都被REACH法规列为高度关注物质,为了减少有毒、有害化学品的使用,国际上对取代甲醛和间苯二酚的浸胶液进行了开发。目前形成了两条技术路线^[8-9]:一是土耳其科赛公

表7 干燥器平衡条件下PA56和PA66浸胶帘线的性能对比

项 目	930dtex /2		1400dtex/2		1870dtex/2		2100dtex/2	
	PA56	PA66	PA56	PA66	PA56	PA66	PA56	PA66
复捻捻度/(T·m ⁻¹)	468	455	353	363	314	320	322	325
强力/N	151.6	154.0	232.4	232.1	298.8	302.4	322.5	333.3
断裂伸长率/%	25.7	20.7	25.2	19.9	25.0	23.6	25.7	22.8
44.1 N定负荷伸长率/%	7.9	7.5	5.4	5.1	4.6	5.6	4.4	4.6
66.6 N定负荷伸长率/%	10.8	9.9	7.8	7.0	6.7	7.7	6.6	6.6
88.2 N定负荷伸长率/%	13.1	11.9	9.6	8.5	8.3	9.3	8.3	8.2
100 N定负荷伸长率/%	14.4	12.9	10.5	9.3	9.1	10.0	9.1	8.9
5%定伸长负荷/N	26.6	26.3	40.7	43.1	48.3	39.2	49.3	48.0
干热收缩率 ¹⁾ /%	6.7	5.4	5.2	6.0	6.0	4.3	5.8	4.8

注:1) 温度 177 °C, 时间 2 min, 预加张力 100 g(930dtex/2)/140 g(1400dtex/2)/170 g(1870dtex/2)/200 g(2100dtex/2)。

表8 恒温恒湿条件下PA56和PA66浸胶帘线的性能对比

项 目	930dtex/2		1400dtex/2		1870dtex/2		2100dtex/2	
	PA56	PA66	PA56	PA66	PA56	PA66	PA56	PA66
复捻捻度/(T·m ⁻¹)	466	461	355	368	314	320	329	332
强力/N	148.1	153.2	225.6	227.9	292.5	303.8	314.2	330.6
断裂伸长率/%	28.4	22.7	28.4	21.7	28.0	24.1	29.0	23.7
44.1 N定负荷伸长率/%	10.4	8.6	8.0	6.2	6.7	5.6	6.7	5.2
66.6 N定负荷伸长率/%	13.2	11.0	10.4	8.2	9.1	7.9	9.1	7.4
88.2 N定负荷伸长率/%	15.5	13.0	12.3	9.8	10.9	9.5	10.8	9.0
100 N定负荷伸长率/%	16.8	14.1	13.2	10.5	11.7	10.3	11.6	9.8
5%定伸长负荷/N	17.4	21.8	26.2	34.1	33.5	39.6	33.3	42.8
干热收缩率 ¹⁾ /%	4.9	4.9	3.9	5.5	4.5	4.0	4.4	4.4

注:同表7。

表9 PA56/PET混合帘线的性能

项 目	PA56/PET混合帘线规格				
	930dtex/1100dtex	930dtex/1100dtex	930dtex/930dtex	1400dtex/1400dtex	1400dtex/1670dtex
捻度/(T·m ⁻¹)	400	300	300	250	250
强力/N	148.6	150.7	139.9	214.2	215.9
断裂伸长率/%	16.8	16.1	17.2	18.2	16.1
44.1N定负荷伸长率/%	6.0	5.5	5.7	3.8	3.6
干热收缩率 ¹⁾ /%	2.6	2.1	3.8	3.6	3.8
有效收缩力 ²⁾ /cN	371	334	404	732	722
残余收缩力 ³⁾ /cN	173	172	208	439	390

注:1)温度为177℃,时间为2 min,预加张力为100 g(930dtex/2)/140 g(1400dtex/2);2)经过180℃×15 min处理;3)经180℃×15 min处理后速冷2 min。

司和德国大陆公司联合开发的无间苯二酚和甲醛的RF-Free技术路线,主要原料为环氧树脂、封闭异氰酸酯、丙烯酸树脂和胶乳;二是以米其林公司和固特异公司为代表的分别采用低毒性的对苯二甲醛、间苯三酚和低毒性的三(羟甲基)硝基甲烷、间苯三酚取代甲醛和间苯二酚配制浸胶液,这种技术其实还是沿用了RFL技术路线,只是换了一种酚醛树脂,更易推广应用,但也存在原材料成本问题,因此经济性还要进一步加以优化。

我公司对PA56帘线的环保浸胶技术进行了开发^[10],采用环氧树脂、封闭异氰酸酯、胶乳和粘

改进剂的专有配方配制浸胶液,并获得了发明专利。PA56帘线经过环保浸胶液配方浸胶处理后具有良好的粘合性能,已达到常规RFL浸胶帘线的水平,如表10所示。

2.13 PA56和PA56/PET浸胶帘线的应用进展

已有多家轮胎企业将PA56浸胶帘线应用于子午线轮胎冠带层。从现有使用情况看,采用PA56帘线作为冠带层增强材料生产从Q级到Y级的轮胎,轮胎性能达到了采用PA66帘布的轮胎水平^[6]。PA56/PET浸胶帘线应用于轮胎冠带层后轮胎性能有所提高^[6]。

表10 PA56浸胶帘线的粘合性能

浸胶液类型	H抽出力/N	变异系数/%	冠带胶(硫化条件为160℃×20 min)		冠带胶(硫化条件为170℃×60 min)	
			剥离力/N	覆胶率/%	剥离力/N	覆胶率/%
环保浸胶液						
加粘合改进剂1	142.5	6.8	264.1	<80	201.2	>80
加粘合改进剂2	131.3	5.9	194.4	>80	199.1	<100
加粘合改进剂3	121.8	10.3	232.8	>80	204.5	<100
加粘合改进剂4	121.9	2.4	253.1	>80	224.2	>80
加粘合改进剂5	141.8	6.8	216.7	<100	227.9	<100
无粘合改进剂	125.7	5.9	227.2	<60(露黑)	189.1	<80(露黑)
常规RFL浸胶液	137.9	5.9	221.5	<100	273.7	<100

随着人们对PA56浸胶帘线性能的认识加深,“碳减排、碳中和”社会责任意识的提升,PA56浸胶帘线将与PA66浸胶帘线和其他差异化冠带层帘线并存发展,并逐步显示其优势。

3 结论

(1) PA56浸胶帘线及PA56/PET浸胶帘线具有良好的性能,可以应用于轮胎冠带层。

(2) 采用PA56浸胶帘线作为子午线轮胎的冠带层增强材料,生产从Q级到Y级的轮胎性能达到了采用PA66浸胶帘布生产的轮胎水平。

致谢:感谢中国石化仪征化纤有限责任公司研究院和联新(开平)高性能纤维有限公司研发中心提供DMA测试数据;感谢原料供应商上海凯赛生物技术股份有限公司和国内外多家轮胎企业技术人员在PA56浸胶帘布的应用开发过程中给予的大力支持!

参考文献:

[1] BOURDON P M. Pneumatic Tire[P]. USA: USP 2 493 614, 1950-

01-03.

[2] MAIOCCI L. Resisting structure of pneumatic tires for vehicle wheels[P]. USA: USP 3 503 432, 1970-03-31.

[3] 王学利,张晨,俞建勇,等. 生物基聚己二酸戊二胺聚合物结构及高速纺丝长丝性能[J]. 合成纤维,2015,44(9):1-5.

[4] 姚钟尧. 轮胎帘线的表征和帘线热力学性能对轮胎性能的影响(二)[J]. 橡胶科技市场,2006,15(4):20-23.

[5] 王玉合,王晓龙,季轩,等. 不同类型帘子线动态热机械性能对比[J]. 合成纤维工业,2022,45(2):56-58.

[6] 许其军,王晓龙,刘全来,等. 子午线轮胎工业用差异化冠带帘线的开发与应用[J]. 轮胎工业,2022,42(3):131-135.

[7] 陆福梅,刘全来,江晓峰,等. 生物基聚酰胺56与聚酯混合帘线的开发与评价[C]. 第二届全国橡胶骨架材料应用研讨会论文集. 北京:中国橡胶工业协会骨架材料专业委员会,2022:116-120.

[8] 朱群伟,李志超,刘全来,等. 聚酯帘子布使用浸胶液和新进展[C]. 第二届全国橡胶骨架材料应用研讨会论文集. 北京:中国橡胶工业协会骨架材料专业委员会,2022:251-255.

[9] 张博,王文才,田明,等. 基于植物多酚/多胺的芳纶帘线绿色环保浸胶体系及其界面粘合机理研究[J]. 橡胶工业,2022,69(9):643-651.

[10] 许其军,王晓龙,华润稼,等. 一种聚酰胺浸胶帘线及其制造方法[P]. 中国:CN 113186722A,2021-07-30.

收稿日期:2024-11-17

Performance Evaluation and Application Progress of Bio-based Polyamide 56 Dipped Cord

XU Qijun, WANG Xiaolong, LIU Min, LI Zhichao, YAN Xuelong, QIN Nianrong, HUA Runjia

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

Abstract: The properties of bio-based polyamide 56 (PA56) dipped cord were investigated and its application was introduced. The results showed that PA56 dipped cord had good heat resistance, fatigue resistance, adhesion and dynamic mechanical properties. Using PA56 dipped cord as the reinforcement material for the cap ply of steel-belted radial tire, the performance of tires produced from Q-grade to Y-grade had reached the level of tires produced using traditional petroleum based polyamide 66 dipped cord, and had the effect of reducing carbon emissions.

Key words: bio-based polyamide 56; dipped cord; tire; cap ply

凯力威科技获两项实用新型专利授权

日前,四川凯力威科技股份有限公司申报的“一种消音轮胎”和“一种抗爆减震轮胎”获得国家实用新型专利授权。

其中,“一种消音轮胎”采用了先进的消声工艺技术,适用于多种道路环境,具备良好的降噪消

音功能,解决了现有降噪轮胎难以适用不同类型道路环境的问题。“一种抗爆减震轮胎”采用了兼具抗爆和减震性能的工艺技术,适用于多种类型道路驾驶,改善了现有防爆轮胎普遍存在的缓冲减震效果差的问题。

(摘自《中国化工报》,2023-12-29)