

原材料·配方

芳族聚酰胺纤维在轮胎中的应用

周梦玲

(化工部桂林曙光橡胶工业研究所 541004)

摘要 芳族聚酰胺纤维具有高强度、高模量、高耐热和抗蠕变的特点。将其作为轮胎的骨架材料,可以减轻轮胎重量(10%—20%),降低轮胎滚动阻力,提高燃油经济性,国外已将其作为轮胎骨架材料。但由于它与橡胶的粘合性能及抗压缩性能差,已作了一些改进工作。

关键词 芳族聚酰胺纤维,轮胎,骨架材料

帘线作为轮胎的骨架材料,其品种的更新和性能的提高直接影响到轮胎的性能。在多种帘线材料中,芳族聚酰胺纤维(芳纶)以其固有的高强度、高模量和高耐热等优良综合性能而日益受到人们青睐。

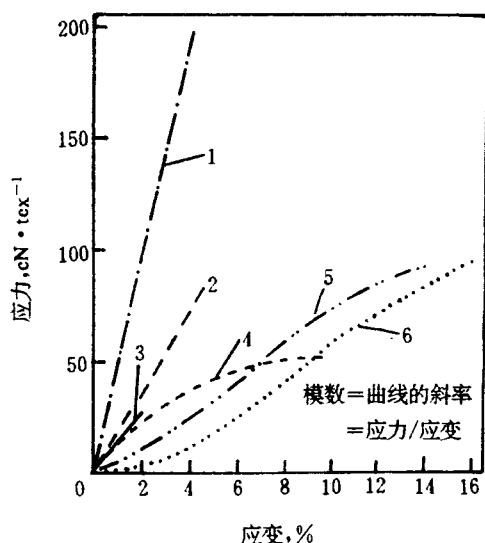
1 芳纶性能

芳纶是美国杜邦公司70年代初研制成功的一种综合性能优良的新型纤维。它具有高强度($194.48\text{cN} \cdot \text{tex}^{-1}$)、高模量($4243.2\text{cN} \cdot \text{tex}^{-1}$)、高耐热和抗蠕变的显著特性,并兼有质量轻、扯断伸长率低、加工容易和耐腐蚀等优点。其单位重量强度分别为尼龙和钢丝帘线的2—3倍和5倍,而重量却比钢丝帘线轻3/4—4/5。它在干热条件下以 200°C 的温度处理1h后,强度几乎不变;在 312°C 时,强度保持一半,但仍比尼龙帘线在室温时高。采用芳纶作轮胎骨架材料,可使轮胎重量减轻10%—20%,从而达到轮胎轻量化的目的。其带束层耐久性比钢丝带束层的也要高出10%以上^[1]。用它代替普通钢丝帘线可以降低轮胎能量损失约45%^[2]。

附图^[3]示出工业用各种帘线的应力-应变曲线。通过对比可知,芳纶的拉伸强度比钢丝和玻璃纤维的高得多。

浸胶的芳纶帘线与钢丝及玻璃纤维帘线的性能对比见表1^[4]。

芳纶的主要缺点是抗压缩疲劳性能及与



附图 工业用帘线的应力-应变曲线

1—芳纶;2—玻璃纤维;3—钢丝;4—聚酯纤维;

5—人造丝;6—尼龙

表1 浸胶芳纶帘线的性能

项 目	芳纶	钢丝	玻璃纤维
纤度, tex	499.5	865.8	405.15
帘线结构	3/1500	2×3(0.15)	G75—5/0
扯断强力, N	820	270	360
拉伸强度, $\text{cN} \cdot \text{tex}^{-1}$	159.12	30.06	86.63
扯断伸长率, %	4.0	1.7	4.8
弹性模量, $\text{cN} \cdot \text{tex}^{-1}$	3094	1768	2298.4
160℃下收缩率, %	0	0	0

橡胶的粘合性能比其它合成纤维差。因此,其作为轮胎的增强材料,还有待进一步改进。

2 芳纶在轮胎中的应用

芳纶因具有优良的综合性能,被广泛用于各种轮胎中。

2.1 客车轮胎

由于芳纶具有钢丝那样的强度和独特的柔软性,因此用它作高性能轿车子午线轮胎的带束层骨架材料,不仅可以提高轮胎吸收路面冲击的能力,改善乘坐舒适性,而且可以降低噪声。

芳纶帘线作为轿车子午线轮胎带束层的骨架材料时,还会影响轮胎的滚动阻力。以轿车子午线轮胎行驶速度作函数,对分别使用露边和包边带束层的FR78-14型轮胎的滚动阻力进行测定。测定结果表明,使用芳纶露边带束层的轮胎,其滚动阻力比使用钢丝的可减小5%—7%,采用包边带束层的滚动阻力比采用露边带束层的更低。

此外,芳纶帘线还可作为客车子午线轮胎(主要是公共汽车轮胎)的胎体材料。

2.2 载重轮胎

芳纶另一个用途是作为载重子午线轮胎胎体的骨架材料。

对比研究表明,用芳纶帘线作胎体骨架材料的11.00R22.5和11.00R24.5两种型号的轮胎,其重量分别比钢丝胎体轮胎轻2.4和5.2kg。节能试验表明,用芳纶胎体的轮胎与钢丝胎体轮胎比,其燃油经济性提高1.25%。滚动阻力试验表明,用芳纶帘线作胎体的轮胎,其滚动阻力较低^[3],详见表2^[5]。

2.3 航空轮胎

过去,航空子午线轮胎胎体骨架材料通常为钢丝帘线。但是,为达到节能和轮胎轻量化目的,近年来不断使用有机纤维帘线作胎体骨架材料。在诸多的有机纤维中,由于芳纶比其它有机合成纤维(例如脂肪族聚酰胺纤维和聚酯纤维)的强力和模量都高得多,因此用它作航空子午线轮胎胎体骨架材料,可以减少胎体帘布层数,对轮胎轻量化和降低生热均有利。另外由于芳纶具有高的耐热性,因

表2 不同胎体帘线的子午线轮胎性能比较

性能	芳纶	钢丝	差值
轮胎重量, kg·条 ⁻¹			
11.00R22.5	50.7	53.1	2.4
11.00R24.5	57.0	62.2	5.2
轮胎内空气温度, °C			
10.00R20	79	83	4
11.00R22.5	76	81	5
滚动阻力, N			
11.00R22.5	100.5	108.4	7.9
胎面寿命*, km			
10.00R20	272000	238000	34000

注: * 磨损2.4mm时,即达到翻新时行驶距离。

此对高生热行驶时帘布层的耐久性也有利。

芳纶还可用于航空子午线轮胎的带束层。由于芳纶具有高弹性、低伸长率的特点,因此用它作带束层,可以使轮胎在充气 and 高速运转时具有抑制胎面半径增大的效果。由于航空轮胎胎面胶是在非伸张状态下使用,因此在飞机着陆、起飞以及高载荷滑跑时,会表现出优异的耐磨性能。另外它还可以用于胎圈包布。

2.4 其它轮胎

芳纶不仅可以用于轿车轮胎、载重轮胎和航空轮胎,而且也可以作为其它轮胎的骨架材料。例如:用于工程轮胎胎体外侧补强层,可以使其获得良好的耐切割性能;用于赛车轮胎,可以减轻重量;用于自行车轮胎缓冲层,可以获得高的耐切割和耐刺穿性能;用其代替钢丝作胎圈骨架材料,可以制成可折叠、易携带的备用轮胎。

3 存在的问题及解决办法

3.1 与橡胶粘合

芳纶的结构特点决定了纤维表面的化学稳定性和形成氢键的能力极低,因此,未经处理的此种帘线与橡胶粘合性能极差。

许多专利文献提出了提高芳纶帘线与橡胶粘合性能的方法。其中大多数方法是先对帘线进行表层浸渍(一般用环氧化合物)处理,然后再浸渍RFL(间苯二酚甲醛胶乳)。含有甘油酰基二缩甘醚和一种水溶性环氧化

合物的表层浸渍非常有效。凡含有水溶性或非水溶性(毒性更小)环氧化合物及三缩甘油异氰酸酯的粘合体系,都可以使此帘线获得良好的粘合效果。粘合体系组分见表3^[6]。目前解决芳纶帘线与橡胶的粘合问题的方法大体上可分为4种类型:①纤维表面的粘合活化;②类似聚酯的二次浸渍工艺;③用改性RFL的一次浸渍工艺;④采用适当的胶料配方及增粘体系的直接粘合工艺。

表3 芳纶用粘合体系的组分

表层浸渍

环氧化合物(可溶性和不可溶性的均可)

三缩甘油异氰酸酯(含环氧化官能团)

叠氮甲酸酯

单粘合剂体系(含有RFL)

三甲基苯酚(苯酚+过量的甲醛)

不溶性环氧化合物+聚异氰酸酯

RFL二次浸渍

预制的RF树脂+高耐磨炭黑

3.2 抗压缩性能差

芳纶帘线抗压缩性能较尼龙和聚酯帘线的差,因此它不适用于变形量特别大的航空轮胎胎体帘布层。于是,近年来就这一问题展开了研究。

日本专利从制造方法着手,提出了解决上述问题的方法。这种方法可使轮胎充气时胎体帘布层的帘线张力均匀,而且可使帘线的直径(d)与各胎体帘布层间的尺寸(l)的比率(d/l)控制在0.65—0.85范围内。工序为:①计算胎体帘布层帘线的周长;②修正周长的长度差,在近似于轮胎断面形状模型上依次贴合胎体帘布层,再在鼓式成型机头上贴合成型,同时贴合其它必要部件,制成胎体;③成型胎坯;④硫化。

还有许多专利是从结构上来解决这一问题的。例如:日本专利昭61-268504提供的方法是:最内侧的胎体帘布层为尼龙帘布层,最

外侧至少配置一层以上的芳纶帘布层。

3.3 价格

由于芳纶帘线的价格为尼龙和聚酯的5—10倍,因此影响了它在轮胎中的大量使用。如能改进芳纶帘线的生产工艺,降低成本,价格下降,便能广泛而有效地应用于轮胎。

4 开发前景

随着对芳纶在轮胎中的应用开发,其品种越来越多,性能愈加优越。近来推出了一种易于使用的分散于母炼胶中的凯夫拉(系杜邦公司的商品名)浆液^[8],这种短纤维浆粕可以改善滚动阻力和节油。据悉,杜邦公司还研制出一种叫凯夫拉Ha的高粘合力的芳纶纤维^[3],它具有特有的粘合性能,耐化学性和环境温度稳定性,特别适用于汽车内胎补强。在纤维含量等同的条件下,使用凯夫拉Ha的内胎,寿命几乎比其它内胎长100%。

芳纶在航空轮胎中的应用已取得一些进展。许多专利文献介绍了它对航空子午线轮胎的带束层,胎体以及胎圈的补强作用。我国的轮胎工业界人士对这种帘线也产生了极大的兴趣,只是由于目前其价格昂贵,而且国内尚未生产,因此还没有将其用作航空轮胎的骨架材料。随着对芳纶的进一步研究以及其性能的日益完善,相信不久的将来,用这种帘线增强的航空轮胎将会飞上蓝天。

参考文献

- 1 姚岐轩. 航空轮胎用的材料进展. 轮胎研究与开发, 1988;(4):51
- 2 梁 铮译. 芳族聚酰胺或钢丝帘线补强胎侧变形能量损失的模拟试验. 轮胎研究与开发, 1991;(3):45
- 3 李心阳译. 用芳族聚酰胺帘线补强的轮胎. 轮胎研究与开发, 1992;(4):27
- 4 陈耀庭. 橡胶加工工艺. 北京:化学工业出版社, 1985: 118
- 5 李汉堂译. 新时代的轮胎帘线凯夫拉. 轮胎研究与开发, 1988;(1):17