

子午线轮胎用纤维骨架材料的发展概况

丁剑平, 俞 洪, 林惠音, 姚钟尧

(华南理工大学 材料学院高分子系, 广东 广州 510641)

摘要:从子午线轮胎向高速化和环保化发展的角度, 阐述对纤维骨架材料的性能要求, 对比分析人造丝、聚酯、锦纶和芳纶帘线在轿车和轻载子午线轮胎中的应用前景。人造丝帘线可用于高性能原配子午线轮胎的胎体帘布层; 聚酯帘线适用于 V 速度级以下的轿车和轻载子午线轮胎胎体帘布层; 锦纶 66 帘线适用于轿车和轻载子午线轮胎胎体帘布层, 特别适用于 V 速度级以上的轿车子午线轮胎胎体帘布层和轿车子午线轮胎的冠带层; 芳纶帘线用于子午线轮胎带束层取代钢丝帘线, 并用于高速轮胎、超轻量轮胎、绿色轮胎等高性能轮胎的胎体帘布层和胎圈芯等替代子午线轮胎中所有的金属部件。

关键词:人造丝; 聚酯; 锦纶; 芳纶; 子午线轮胎

中图分类号: TQ330.38⁺9; U463.341⁺.6 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-890X(2004)05-0302-07

世界轮胎向子午化、无内胎化、扁平化、高速化和环保化方向发展, 要求轮胎帘线的品种、规格和使用性能不断更新和改进。随着轮胎产量的增长, 帘线的总需求量随之增大, 但其中某些帘线有可能因更替而有所减少。本文着重介绍子午线轮胎发展情况及其所用纤维骨架材料的发展趋势。

1 轮胎对骨架材料性能的要求

骨架材料是轮胎复合材料中的增强相, 轮胎主要靠骨架材料来承受力, 尤其是子午线结构的轮胎, 胎体帘布层和带束层承受着不同方向和性质的力。轮胎对骨架材料的基本性能要求可归纳为如下几点:

(1) 强度高、模量高 (特别是小变形时的模量即初始模量高)、高温下模量保持率高;

(2) 轮胎行驶时帘线承受拉伸、压缩、弯曲等周期性变形, 要求耐疲劳性能好;

(3) 由于轮胎行驶时橡胶和纤维产生滞后损失而生成热量, 故要求骨架材料生热低并具有良好的耐热性, 在湿热、干热下不易降解;

(4) 在常温和升温时尺寸稳定性好, 在轮胎加

工过程中不热收缩, 使用过程中不涨大;

(5) 与橡胶有良好的粘合性能。

2 子午线轮胎发展概况

轮胎子午化以后, 仍然继续朝着扁平化、无内胎化、高速化、环保化等方向发展。下面从高速化和环保化两个方面简述。

2.1 高速化

轮胎子午化后, 无论是轿车轮胎还是载重轮胎都向无内胎化和扁平化发展, 这为提高汽车速度创造了有利条件。在 20 世纪 60~70 年代, 轿车轮胎的速度级别分为 S 级 ($180 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$)、H 级 ($200 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$) 和 V 级 ($210 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 以上), 后来用于子午线轮胎结构、速度级别的标志 HR 级提高到 $210 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, VR 级提高到 $240 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 。目前, 在 2002 年的美国 TRA 标准和欧洲 ETRTO 标准速度级别标志中已经有了 W 级 ($270 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$) 和 Y 级 ($300 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$)。

2.2 环保化

由于世界各国的汽车产量提高很快, 因此对环境的影响问题显得十分重要。在未来的汽车发展中, 最紧迫的问题是环境相容性, 通过降低行驶噪声、降低油耗和减少废气排放及旧轮胎回收和翻新, 可对环境保护起到重要作用。当今世界主要的汽车市场, 特别是在发达国家中, 强烈要求降

作者简介: 丁剑平 (1968-), 男, 湖南衡阳人, 华南理工大学讲师, 在职博士, 主要从事轮胎结构设计及轮胎力学性能方面的研究工作。

低油耗、减少废气排放。美国已经通过立法确定继续实施联邦平均节油法规(CAFE),该法规已经实施了 20 年。按该法规规定,从 1990~2000 年,每升燃油所行驶的里程增加 40%,达不到标准将面临巨额罚款。因此仅从经济角度考虑就要努力降低油耗,轮胎直接影响油耗,对废气排放量也产生间接影响。减小轮胎质量和降低轮胎滚动阻力是有效降低汽车油耗的主要措施。近年来,为了保护环境,轮胎公司做了许多研究工作以降低轮胎滚动阻力和油耗以及减少废气排放量。一些轮胎公司不断推出新产品,如超轻型环保轮胎和绿色轮胎等。

2.2.1 超轻型环保轮胎^[1]

为了大幅度减小轮胎质量和提高轮胎环保性能,1990 年登录普 SP 公司与德国汽车制造商共同研制出环保型超轻量轮胎。在轻量化方面最具潜力的方法是寻找材料替代应用于轮胎中的钢丝。替代钢丝的最佳材料是芳纶纤维,它的性质与钢丝极为接近,但其相对密度低、只有钢丝的 1/6,而拉伸强度却是钢丝的 5~10 倍。

其次,橡胶的相对密度比大多数纤维材料大,用纤维材料代替橡胶也可减小质量。减小胎面厚度并采用纤维材料是一种轻量化的有效措施。另外还可以考虑钢丝圈采用单根缠绕芳纶的方式做成全化纤轮胎。

轻量化轮胎的发展不仅依赖于新材料的开发和技术革新,而且还依赖于各部件材料的改进,例如减小材料厚度和优化工艺。精确的工艺可进一步减小轮胎质量,更小的公差可以用较少的材料。1990 年 SP 公司试制出超轻量轮胎,用 ULW(Ultra Light Weight)3 个字母来表示这种新型轮胎的名称(见图 1)。登录普公司的新产品 195/65R15SP Sport 200 ULW 轮胎质量只有 7.3 kg,而同规格传统轮胎质量是 9.7 kg。ULW 轮胎质量比同规格钢丝带束层轮胎一般减小 30%。

在道路试验上,与传统轮胎比较,ULW 轮胎质量较小,节约燃油,抗湿滑性能好,特别是在水路面上制动距离短。在干路面上 ULW 轮胎具有良好的操纵性能,噪声也较低。具体性能对比见表 1。使用芳纶的 ULW 轮胎很容易解决传统轮胎较难解决的两个问题:可翻新和材料可循

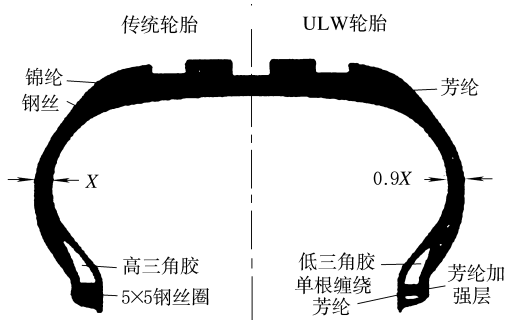


图 1 传统轮胎与 ULW 轮胎示意

表 1 ULW 轮胎与传统钢丝带束层子午线轮胎的比较

项 目	ULW 轮胎	项 目	ULW 轮胎
干操纵性		磨损性能	→
稳定性	→	平点趋势	↑
舒适性	↑	不平道路的	
噪声		动态稳定性	↗
内部噪声	↗	牵引控制性能	↗
外部噪声	↘	燃油消耗	↗
湿气候性能		废气排放	↗
操纵性	→	可翻新性	↗
水滑性能	↗	可回收性	↗
制动性能	→	轮胎质量	↑
防抱死制动性		成本	↓
能(低 μ 值)	↗		

注:↑比传统轮胎好很多;↗比传统轮胎好;→与传统轮胎相同;↘比传统轮胎差;↓比传统轮胎差很多。

环利用。由于芳纶带束层耐腐蚀性好,轮胎翻新率高,粉碎旧的 ULW 轮胎消耗的能量较少,而且回收的旧轮胎中不含金属材料,因此将旧 ULW 轮胎转化成其它材料循环利用也比较容易。

2.2.2 绿色轮胎^[2]

绿色轮胎与普通轮胎相比,具有非常低的滚动阻力。降低轮胎的滚动阻力将会减少车辆燃料消耗,从而减轻车辆排出的废气对大气的污染。这种轮胎有利于环境保护,故称之为“绿色轮胎”。绿色轮胎的概念最早由米其林公司于 1990 年提出,1992 年研究开发成功,随后投入生产。

鉴于绿色轮胎社会效益重大,技术难度高,米其林公司声称绿色轮胎的研究开发成功是其自 1946 年发明子午线轮胎以来获得的最重要成就。他们的绿色轮胎可降低滚动阻力 22%~24%,从而为轿车轮胎用户节省燃料 3%~5%,为载重轮

胎用户节省燃料 6%~8%。据报道^[3],如果美国 and 全世界都使用此类轮胎,每年可节省燃料约 81 亿 L 或 2 100 万 t 和减少二氧化碳废气排放量约 390 亿 L 或 8 100 万 t。1997 年米其林公司又向市场推出轿车用第 2 代绿色轮胎,与第 1 代绿色轮胎相比,滚动阻力至少又降低了 5%,质量又减小 10%,在潮湿、寒冷及少量积雪路面上抓着性好,噪声低。

轮胎的滚动阻力与轮胎结构、花纹设计以及所有的材料都有密切关系,现仅从材料角度论述如何降低滚动阻力。降低轮胎滚动阻力一般有两个基本措施。

(1) 减小轮胎质量

减小轮胎质量是降低轮胎滚动阻力最快速、最有效的措施。为了保证轮胎质量小,采用新型轻质材料制备轮胎部件,如采用芳纶带束层替代钢丝带束层,以及用单根缠绕芳纶代替钢丝圈等。另一个保证轮胎质量小的措施是,在确保轮胎使用性能的前提下,采用最小的部件厚度和更小的公差,这样可以用较少的材料,从而减小轮胎质量。

(2) 减小材料的滞后损失

降低轮胎滚动阻力的第二个措施是减小轮胎材料的滞后损失(能量损失)。如聚酯帘线的滞后损失较大,但经过合适的改良后,有可能推出较小滞后损失的品种。绿色轮胎对各部件胶料要求较小的滞后损失,其中对轮胎滚动阻力影响最大的是胎面胶,用不同试验设备进行滚动阻力试验时,胎面和基部胶滞后损失占滚动阻力总值的 33%~73%。因此轮胎制造者非常重视胎面胶料的滞后损失研究。

3 子午线轮胎纤维骨架材料的应用和发展

从子午线轮胎的发展方向可以看出纤维骨架材料对轮胎性能改进起着非常重要的作用。由于在子午线轮胎结构中帘线排列的特殊性,胎体帘线呈 90°径向排列,带束层帘线呈 20°左右接近周向排列,而且骨架材料应具有模量高、强力大、伸长小的特性以箍紧胎体。这种骨架材料目前大量应用的是钢丝帘线,它既价廉物美又可满足性能要求,但不足之处是密度太大。本文介绍的纤维

骨架材料多用于子午线轮胎的胎体层,模量高、强度大、伸长小的芳纶帘线也可用于子午线轮胎的带束层。以下分别叙述几种纤维帘线在子午线轮胎中的应用和发展趋势。

3.1 人造丝帘线

人造丝具有优良的高温模量保持率和低收缩特性,尺寸稳定性能好,且远远高于聚酯和锦纶帘线,它是早期子午线轮胎胎体的主要骨架材料。20 世纪 70 年代出现了价格较低廉的聚酯纤维,而且人造丝在生产加工过程中存在环境污染等问题,目前采用聚酯和锦纶 66 帘线来代替它,但在欧洲高速和高性能原配轿车子午线轮胎的胎体仍然采用人造丝帘线。人造丝虽有较高的干强度,但它对水很敏感,含水率对其性能影响很大,因而存在湿强度较低的缺点,故拖拉机子午线轮胎不宜使用。人造丝密度也比较大,在子午线轮胎中应用不是很有发展前途的骨架材料。

3.2 聚酯帘线

3.2.1 高模量低收缩聚酯

高模量低收缩(HMLS)聚酯帘线具有模量高、强力高、热收缩率低(比普通聚酯低 50%)、尺寸稳定性好、干湿强度大致相等、低捻帘线无损于疲劳性能等优点。HMLS 聚酯与人造丝相比具有性能/价格比的优势,将在大多数轿车和轻载子午线轮胎中迅速取代人造丝。其缺点是使用时生热大、在高温下产生胺解,在 110~140 °C 温度范围内损耗因子及生热速率出现峰值,而且应变越大,出现峰值的温度越低^[4]。高速、高性能轿车子午线轮胎和中、重型载重轮胎一般不使用聚酯帘线,它只在 V 速度级以下的轿车和轻载子午线轮胎中使用。目前我国自己开发的轿车和轻载子午线轮胎技术多数采用 HMLS 聚酯帘线作胎体骨架材料。

3.2.2 PEN 聚酯纤维

DSP(HMLS)聚酯纤维(聚对苯二甲酸乙二醇酯,即 PET)以其高尺寸稳定性而成为当今最先进的轮胎增强材料之一。PEN 聚酯纤维(聚萘二甲酸乙二醇酯)的尺寸稳定性比 DSP(HMLS)聚酯纤维高 2 倍,目前正对其用作轮胎增强材料进行评估^[5]。

PEN 的优异特性源于其分子主链中兼有刚

性和柔性组分(见图 2)。PEN 被普遍认为是聚酯家族中的高性能产品。PEN 的萘环提供了较高的刚性,因此其玻璃化温度(T_g)和模量均比 PET 类聚酯材料高。但它与全芳族聚酯或芳纶不同,其结构中的乙烯基团保证了高相对分子质量聚合物可熔融加工。熔融纺丝纤维的加工成本低于凝胶纺丝、溶液纺丝和纺丝后需热拉伸的纤维。

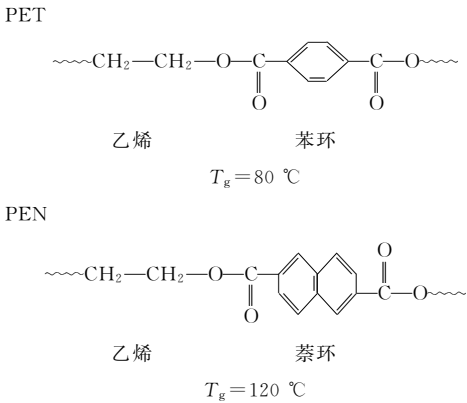


图 2 PET 和高性能聚酯 PEN 的结构

PEN 是一种性能改进而质量较小的增强材料,因而可减小轮胎质量,降低轮胎滚动阻力,从而提高燃油效率。如果能够在带束层和载重轮胎胎体中以 PEN 替代钢丝,则上述优点会更加突出。将来,特别是采用了复合胎圈,钢丝圈被替代后会使得轮胎粉碎及焚烧变得容易,从而改善轮胎的可回收性。此举将对环保产生巨大影响。

3.3 锦纶帘线

锦纶纤维的优点是强度高、相对密度小、单位质量强度比人造丝高 1.5~1.8 倍;吸湿率低,湿强度高;弹性好,耐屈挠性能比人造丝高 10 倍;耐疲劳性能优于其它纤维。主要缺点是热稳定性差,热收缩率大导致尺寸稳定性差,使用过程中还会产生“平点”。对此国内外都进行了许多研究改进,使锦纶模量提高、热收缩率降低,从而改善尺寸稳定性。

3.3.1 低捻度锦纶 66

ICI 公司于 1982 年年末将其所研制的低捻度(Low Twist)锦纶 66 帘线试用于单层轿车子午线轮胎的胎体层。4 个轮胎厂家成功地用 LT 锦纶 66 制造出轮胎,试验结果表明,LT 锦纶 66 轮胎的耐久性与人造丝轮胎一样;滚动阻力与人

造丝轮胎相等或稍小;断面宽比人造丝轮胎大 1%~2%,外直径比人造丝轮胎大 2 mm(比普通锦纶轮胎大 5 mm);帘布层接头处出现凹陷。普遍认为 LT 锦纶 66 帘线可以满足子午线轮胎胎体帘布层的基本要求,其轮胎的综合性能与聚酯轮胎相同,但还不能完全达到人造丝轮胎的水平。

LT 锦纶 66 帘线的性能特点是:与普通锦纶帘线相比,收缩率低 25%,模量高 25%,因而制造轮胎不需要进行后充气处理;纤维强力利用率高,轮胎质量小(比普通锦纶轮胎轻 5%);疲劳性能略低,但因耐疲劳性能优异,故完全能满足子午线轮胎要求;此外还有生产效率高、能耗少和成本低等优点。表 2 示出了几种纤维帘线的质量和相对成本比较。

表 2 西欧单层 155SR13 轿车子午线轮胎中帘线质量和相对成本比较

品 种	质量/g	相对成本/%
人造丝	230	100
聚酯	150	88
普通锦纶	130	87
LT 锦纶	124	73

3.3.2 改性锦纶 66

我国神马集团研制出的改性锦纶 66 主要是通过原丝、浸渍等工序工艺、配方和设备方面的改进,在保持高强度指标下,使干热收缩率小于 3%(普通锦纶 66 为 5%),解决了轮胎的尺寸稳定性和平点问题,并具有断裂强力高、耐疲劳和耐冲击性能好等优点,完全能满足轿车和轻载子午线轮胎的要求。目前改性锦纶 66 已在国内北京首创轮胎有限公司、长春轮胎有限责任公司、三角轮胎股份有限公司、上海米其林回力轮胎股份有限公司、厦门正新橡胶工业有限公司、南京锦湖轮胎有限公司等多家轮胎公司用于轿车和轻载子午线轮胎的胎体层和冠带层,取代了进口帘线,并且使用效果良好,得到了用户的好评。据了解,广州华南橡胶轮胎有限公司于 2002 年采用神马集团公司的改性锦纶 66 成功地试制出 245/35R20 和 255/35R20 Y 级($300\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$)高速轿车子午线轮胎。

锦纶帘线具有密度小和滞后损失小的特点,虽然早在 20 世纪 80 年代中期,米其林公司在评

价 $S(180 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1})$, $T(190 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1})$ 和 $H(210 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1})$ 速度级子午线轮胎时说,人造丝帘线在价格、轮胎的使用性能和易加工性方面具有极大的优点,但是,世界许多国家,包括美国在内,从经济观点出发也采用其它材料,如聚酯帘线。但对高速轮胎来说,当前的最好材料是锦纶帘线,带束层采用钢丝帘线是因为它具有高弹性模量。

3.3.3 锦纶 46 帘线

荷兰国家矿业公司研制成功的尺寸稳定性良好的锦纶 46 帘线(商品名为 Stanyl)是由乙二酸与丁二胺聚合而成的,其 120°C 下模量比锦纶 66 高 25%, 160°C 下收缩率比锦纶 66 低 3%;在较高的温度下具有稳定的物理性能;在负荷情况下蠕变小,收缩率低;尺寸稳定性和耐热老化性能均高于锦纶 6 和锦纶 66,并且平点倾向性也低;与橡胶的粘性好。20 世纪 90 年代该帘线已批量生产并投放市场,日、美等国也在研制此种帘线。

3.3.4 聚酰胺单丝(Hyten)

杜邦公司推出一种名为 Hyten 的新型材料——单丝聚酰胺纤维,它是一种基于锦纶 66 聚合物的高线密度($2\,222 \sim 6\,667 \text{ dtex}$)聚酰胺鬃丝(单丝)。这种纤维的横断面呈圆角矩形,其宽高比约为 3。扁平形状可以提高柔软性,但降低了弯曲刚度。这种鬃丝比普通加捻帘线细得多,因此帘布压延时所需胶料少,附胶帘布的总厚度与普通加捻帘布相比减薄达 30%。可节省胶料(小胎 5%,大型斜交轮胎 15%),因而可以减小轮胎质量,降低成本。鬃丝的强度比聚酯帘线高 38%,比普通锦纶帘线高 12%,与强度较低的人造丝相比优势更大。鬃丝将聚酰胺强力集中到可能最小的体积内,而非圆形形状可分配其强力,以获得最大利用。此外,该材料还有高模量低收缩、尺寸稳定性好、耐疲劳性能和粘粘性能好等优点^[6]。

采用鬃丝作骨架材料的轮胎具有行驶温度低、操纵性好、滚动阻力小(滞后损失小)、燃料消耗低和耐磨性能好等优点,鬃丝有取代现有聚酯和普通锦纶帘线的可能。

3.4 芳纶帘线

美国杜邦公司于 1969 年年底以“B 纤维”的商品名介绍了芳族聚酰胺(芳纶),之后经过反复

改良,以“Kavlar”的商品名出售。目前芳纶已成为世界各工业发达国家推广应用的重点商品之一,其中美国杜邦公司和荷兰阿克苏公司(商品名为 Twaron)最为积极。从 1971~1972 年开始,已有轮胎厂将芳纶作为轮胎骨架材料,到 70 年代中期,西欧第 1 条由一层钢丝帘布和一层芳纶帘布制成带束层的 H 速度级轿车子午线轮胎投放市场。固特异公司也自 1974 年开始生产芳纶带束层轿车子午线轮胎,1976 年该公司已在大型生产线上生产鹰牌芳纶带束层子午线轮胎。80 年代中期,米其林公司采用少量芳纶帘布生产 V 速度级轮胎,该公司 M 系列 MXX 轮胎的带束层采用 2 层芳纶帘布。80 年代,芳纶开始被用于轻载子午线轮胎胎体。在西欧各国 H 和 V 速度级低断面子午线轮胎颇为畅销,这一趋势将促使芳纶在这一市场上的销售量大增。

芳纶是一种新型的增强材料,而且是目前唯一能够完全满足轮胎及汽车设计所需的各种性能的增强材料,估计将来也会如此。芳纶纤维具有以下优异特性:

- (1) 优异的尺寸稳定性(模量高、蠕变小、不收缩);
- (2) 密度小(只有钢丝的 $1/6$);
- (3) 强度高;
- (4) 滞后损失小,生热低,耐热性好;
- (5) 耐磨损和抗撕裂;
- (6) 耐腐蚀。

从轮胎设计的角度看,芳纶纤维可减小增强材料的体积和质量,而且最大限度地减少材料和能源消耗。此外,芳纶属有机材料,抗化学腐蚀,因此不存在生锈问题^[7]。芳纶纤维与其它工业用纤维相比具有明显的优异性能,见表 3。芳纶纤维的化学结构决定了它具有高断裂强度、高模量及低伸长的优异性能,这些性能在纤维的应力-应变曲线中将得到充分体现。图 3 示出几种工业用纤维材料的应力-应变曲线^[8]。由表 3 和图 3 可以看出,芳纶纤维具有高模量、高断裂强度、低热收缩和低延伸率等优异性能。此外,芳纶纤维还有很好的耐刺扎和耐切割性能,这对防弹用品和轮胎非常重要。

对芳纶帘线进行往复拉伸-回缩试验,以模拟

表 3 芳纶纤维与其它工业用纤维的性能对比

项 目	芳纶	钢丝	人造丝	锦纶 66	聚酯
密度/(Mg·m ⁻³)	1.44	7.85	1.53	1.14	1.38
熔点/℃	512	1 600		255	260
断裂强度/(cN·tex ⁻¹)	197	178	54	67	80
比强度/(cN·tex ⁻¹)	197	33	51	84	83
初始模量/(cN·tex ⁻¹)	5 500	2 000	1 200	500	1 000
断裂伸长率/%	3.8	1.9	13	20	13.5
断裂强力保持率(200℃×48 h)/%	90	100	20	45	55
热收缩率(160℃×4 min)/%	0.1	0	1.0	3.8	5.0

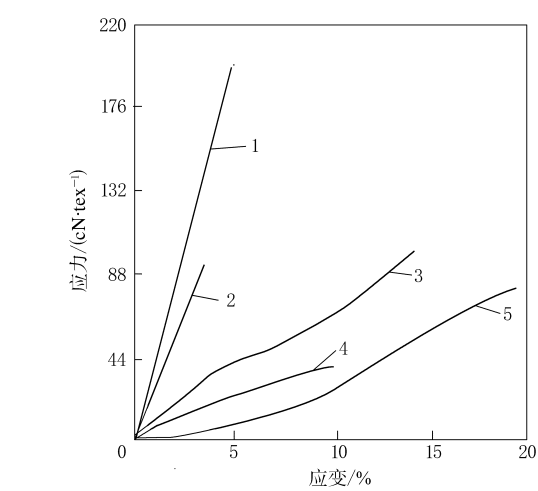


图 3 工业用纤维的应力-应变曲线

1—芳纶;2—钢丝;3—聚酯;4—人造丝;5—锦纶。

轮胎在行驶过程中受周期性拉伸-压缩变形的行为。循环往复拉伸试验测定的帘线滞后损失率见图 4。从图 4 中看出芳纶帘线的滞后损失率最小,而聚酯帘线最大。这说明采用芳纶帘线作骨架材料的轮胎行驶过程中生热小,而聚酯帘线轮胎生热大,因此目前制造高速和高性能子午线轮胎所采用的芳纶帘线是理想的骨架材料。

选择芳纶-橡胶复合材料试样进行弯曲、拉伸、压缩及剪切的疲劳试验,测定帘线的强力保持率,其结果是锦纶 66 帘线强力保持率为 100%,芳纶帘线为 70%~78%,芳纶-锦纶复合帘线为 85%,这显然表明芳纶帘线存在耐疲劳性能差的缺点。为了考核芳纶帘线的耐疲劳性,对芳纶带束层轻载子午线轮胎进行室内耐久性试验及实际里程试验,结果表明:耐久性试验经 120 h 后,帘线强力保持率为 98%;实际行驶里程达 7.6 万 km 后,帘线强力保持率为 90.17%。试验数据说

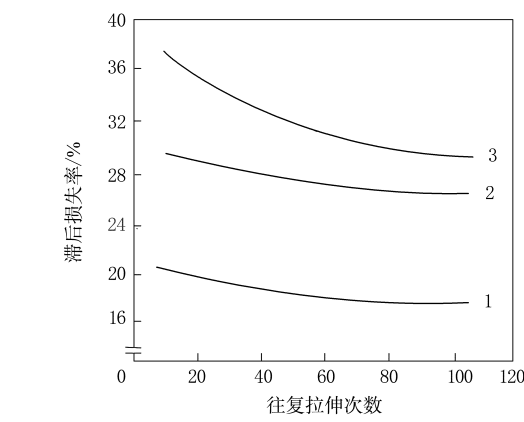


图 4 滞后损失率-往复拉伸次数关系曲线

1—芳纶;2—锦纶;3—聚酯。

明,芳纶帘线的耐疲劳性能虽然比其它合成纤维帘线差,但仍能满足子午线轮胎的使用要求^[9]。

根据芳纶的综合性能,轮胎设计者可使材料的体积降低到最小,并用芳纶替代轮胎中所有的金属(包括胎圈钢丝),同时还可节省胶料,从而使轮胎性能达到如下优质水平:

- (1)质量减小;
- (2)滚动阻力降低和节省燃料;
- (3)尺寸稳定性好,均匀性好,无平点现象;
- (4)高速性能好;
- (5)牵引和制动性能最佳;
- (6)耐磨性和耐刺扎性能好;
- (7)废胎容易处理。

综上所述,芳纶的优异性能决定它是一种多用途材料,正在被用于种类日益增多的轮胎中。在各种轮胎和各种轮胎部件(如子午线轮胎的带束层、切边带束层、折叠边带束层、胎体层、胎圈包布、胎圈芯、赛车斜交轮胎胎体、斜交轮胎缓冲层)中芳纶起着很大的作用。除了连续纤维外,芳纶

短纤维和纤维浆粕也在发达国家和发展中国家扩大应用^[10]。

芳纶在子午线轮胎发展中成为高速轿车轮胎、超轻量(ULW)轮胎、绿色轮胎、节能轮胎等高性能轮胎所需的理想骨架材料,但因价格昂贵,还未能获得广泛应用。据说目前正在开发芳纶的复合材料,如芳纶-锦纶、芳纶-聚酯复合材料,可降低成本约44%,同时还可提高耐疲劳性能来弥补单纯芳纶帘线的不足之处。芳纶及其复合材料均为轮胎工业非常有前途的纤维骨架材料。

4 结语

轮胎子午化后的进一步发展方向是高速化和环保化等,要求轮胎提高速度(达 $270\sim 300\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$)、减小质量、降低滚动阻力、节省燃油、减少废气排放量。要满足轮胎的这些性能,如何合理选用骨架材料是轮胎工作者极其关注的问题,本文为此做一些初步归纳。

(1)人造丝帘线:早期用于轿车和轻载子午线轮胎胎体帘布层,目前仅用于高速轿车轮胎、绿色轮胎、高性能轮胎等胎体帘布层;

(2)聚酯帘线:用于V速度级以下的轿车和轻载子午线轮胎胎体帘布层;

(3)锦纶66帘线:用于轿车和轻载子午线轮胎胎体帘布层,可选用于V级以上的轿车子午线

轮胎,还可用于轿车子午线轮胎的冠带层;

(4)芳纶帘线:用于子午线轮胎带束层取代钢丝帘线,并用于高速轮胎、超轻量轮胎、绿色轮胎等高性能轮胎的胎体层、带束层、胎圈芯等替代子午线轮胎中所有的金属部件。

参考文献:

- [1] Gerresheim M. 超轻型环保轮胎的诞生[J]. 周文灿摘译. 轮胎工业,1997,17(11):654-657.
- [2] 王登祥, Ken Immel. 绿色轮胎[J]. 轮胎工业,1999,19(4):195-199.
- [3] 叶可舒, 钟莹. 国外轮胎新产品信息调研[J]. 轮胎工业,1998,18(6):323-329.
- [4] 罗之祥, 高称意. 从国(境)外轮胎剖析看轮胎骨架材料的发展[J]. 轮胎工业,2002,20(6):327-332.
- [5] Peter B R. 新型轮胎增强材料PEN[J]. 刘悦编译. 轮胎工业,1997,17(2):91-96.
- [6] Henning C N. 用新型聚酰胺丝改善轮胎性能减轻重量[J]. 黄丽萍译. 轮胎工业,1991,11(10):39-46.
- [7] Jelsma B. 轮胎用芳纶纤维[J]. 薛广智摘译. 轮胎工业,1998,18(4):211-213.
- [8] 赵启林, 王建明, 孙玉平, 等. 芳纶浸渍帘布的研究开发[J]. 轮胎工业,2002,22(10):593-597.
- [9] 王同英, 陈振宝, 张清水. 轮胎用芳纶帘线的性能研究[J]. 轮胎工业,2002,22(8):476-480.
- [10] Jelsma B. 芳纶潜力的开发[J]. 曾泽新摘译. 轮胎工业,1998,18(8):479-480.

第二届全国橡胶工业用织物和骨架材料技术研讨会论文

硫化橡胶结构研究获“973”支持

中图分类号:TQ331.1 文献标识码:D

青岛科技大学高分子科学与工程学院赵树高教授申报的国家级重大基础研究“973”专项课题——硫化橡胶结构多尺度衔接及其动力学调控项目日前通过了国家科技部评审,并获准立项。这是该校首次承担“973”系列国家级重大基础研究主课题。

该项目将通过科学追踪和描述硫化橡胶网络的形成和结构状态,深层次了解橡胶材料微观/介观/宏观结构演变规律,为橡胶工程领域的新材料设计以及构筑面向未来的橡胶成型加工先进技术提供理论平台。

“973”前期研究专项是“973计划”的重要组成部分,科技部从2001年开始组织实施,主要用

于支持原始性研究和依托重大科学工程开展的创新性研究。

(摘自《中国化工报》,2004-02-19)

新泰公司采用先进再生胶设备

中图分类号:TQ330.56 文献标识码:D

江苏新泰橡胶有限公司日前与江西国燕橡胶有限公司签订废橡胶动态脱硫尾气净化装置合作合同,将投入22万元,采用国燕公司的废橡胶动态脱硫尾气净化装置以及脱硫罐口尾气吸收装置,以确保在生产运行中做好废气治理工作。

该公司为新加坡独资企业,设计规模为年产6000t再生胶,一期工程规模为年产3000t再生胶。

(摘自《中国化工报》,2004-03-01)