

轮胎用芳纶纤维

Brun Jelsma 著 薛广智摘译 涂学忠校

1 芳纶纤维的特性

芳纶纤维的物理和化学结构决定了它具有高强度。芳纶分子链的结晶度和取向度相当高,因此其弹性模量和断裂强力非常大。芳纶纤维的质量小、柔性和尺寸稳定性好,且不受时间、温度和外力的影响。

汽车的发展与轮胎的发展密切相关,而轮胎的发展又与增强材料的开发有直接关系。人造丝、聚酯、尼龙及钢丝等普通增强材料都在力争满足各方面的要求。

芳纶纤维是最新型的增强材料,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。芳纶纤维具有以下特性:

- (1) 优异的尺寸稳定性(模量高出 10 ~ 15 倍、不收缩且蠕变相当小);
- (2) 高强度;
- (3) 低滞后;
- (4) 柔性好,不脆化;
- (5) 密度仅为 $1.44 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$;
- (6) 适用于橡胶工业和浸胶作业。

从轮胎设计的角度看,芳纶纤维可以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,并把一些极限指标提高到新的高度。此外,芳纶属有机材料,因此不存在生锈问题。各种增强材料的综合性能比较见表 1。

1.1 多用途芳纶增强材料

上述综合性能只是反映芳纶纤维的一个方面,其应力-应变特性、直径、几何形状以及其它设计变量等组成大量的性能组合,使芳纶在世界范围成为用于各种轮胎部件的增强材料,如斜交轮胎的缓冲层、子午线轮胎的带

表 1 各种增强材料的综合性能比较

性 能	人造丝	尼龙	聚酯	钢丝	芳纶
强度高	-	-	-	+	+
尺寸稳定性好 *	+	-	-	+	+
柔性好	+	+	+	-	+
密度小	+	+	+	-	+

注: * 包括轮胎在制造过程中受张力和温度的作用以及随时间的变化。

束层、胎体帘布层、胎圈包布以及胎圈芯等。

芳纶纤维有利于轮胎发展的 4 大特点是:尺寸稳定性好,强度高,密度小和柔性好。这些特点可使轮胎具有以下特点:精确度高,均匀性好,帘布层数、质量和体积均减小,接触地面准确和滚动阻力较小。

1.2 芳纶纤维的物理性能

通过适当地选择原材料,就可以避免不必要的材料所占的体积、变形和应力,从而制造出高负荷和高速度的轮胎。

就克服目前轮胎工艺固有的热的制约因素而言,使用芳纶纤维设计出的轮胎可避免不必要的变形和应力,且材料体积最小。芳纶在承受张力、外应力和屈挠作用条件下的生热相当低,因此,采用芳纶增强帘线可使轮胎在现有气压和尺寸下的最高速度和/或最大负荷提高。

通过开发芳纶的综合性能以及探索制造强度和性能差异很大的芳纶帘线的可能性,可以设计出具有所需综合性能的轮胎。

芳纶的强度/单位截面积比值相当高,因此可设计出各种小截面积(粗度)的帘线。由于芳纶在各种张力、温度和时间条件下的尺寸稳定性好,而且有特别高的比强度,因此成为胎圈芯、胎体和带束层的理想增强材料。芳纶的柔性及折叠性好,因此有充分的设计

余地。芳纶的密度只有 $1.44 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$, 这意味着除了截面积较小外, 还能减小增强层的质量。

使用不同性能、捻度和粗度(直径)的纱线, 可以制得强度和模量符合各轮胎部件需要的帘线。由于在各部件中使用了芳纶纤维, 因此设计出材料体积和质量较小的轿车和载重车子午线轮胎。

2 芳纶增强轮胎的性能

由于芳纶增强轮胎的带束层较薄, 因此带束层质量减小, 非悬挂部分质量也随之减小。而且由于带束层柔性较好, 使得压力均匀地分布在接触面积上, 从而使轮胎具有最佳的包封能力。

使用这类带束层的轮胎具有以往未曾获得的牵引、制动和乘坐舒适性等方面良好的综合性能。由于惯性效应降低, 轮胎的负荷性能更加稳定, 因此启动、加速和制动等性能随之提高(在赛车上, 均匀的压力分布体现为其所谓的高“抓着力”)。

不言而喻, 就舒适性而言, 柔性好的带束层最能应付不平整的路面。有文献报道, 这种带束层还能带来直线行驶稳定性好的优点。芳纶带束层轮胎的滚动阻力较小, 抓着力高, 负荷恒定, 转向力高, 在不平的路面上亦然。

芳纶胎体的模量高且不受温度的影响, 这对快速和可预测的驾驶响应来说均是优点。因此在带束层和胎体中使用芳纶, 并根据芳纶特点进行合理设计, 不仅提高了轮胎的牵引、制动和乘坐舒适性, 降低了滚动阻力, 而且还能提高转向和操纵性能。

芳纶的模量高, 收缩率低, 蠕变小, 因此用它制造的轮胎均匀性好, 无平点现象。

3 满足轿车轮胎要求的芳纶

最近, 已在欧洲进入市场的超轻量轿车轮胎的设计人员, 提出了根据芳纶的特点重

新设计轮胎的可能性。

根据芳纶的上述综合性能, 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的所有金属, 同时还可节省胶料。结果是:

- (1) 质量减小 30 %;
- (2) 协调了各项相互矛盾的性能(例如乘坐舒适性好的低断面轮胎);
- (3) 最佳的牵引性能和制动性能;
- (4) 滚动阻力降低;
- (5) 废品容易处理(可以焚烧)。

轮胎质量减小 30 % 对汽车设计者来说是非常可贵的, 它带来了如下的积极作用:

- (1) 可以减小汽车的总质量;
- (2) 可以减小非悬挂系统的质量;
- (3) 降低了加速行驶时的惯性;
- (4) 改善了防抱死响应。

低断面轮胎的带束层成型精度高而且极柔软, 使轮胎在平整或不平整的路面上行驶时, 都能确保与路面很好地接触。

根据芳纶性能创造轿车轮胎新技术的另一实例是最近推出的一种无接头芳纶带束层。这些成果不仅满足了技术上的要求, 而且还满足了经济和生态环境方面的要求。

从长远的观点来看, 在超轻质量轿车轮胎概念范围设计的轮胎无疑将成为新一代节油型轿车必不可少的整体部件之一, 这种轮胎的特点是在不损害车辆性能的前提下, 可以减小车辆的质量和占用的车辆空间。

4 满足载重轮胎要求的芳纶

取代目前载重轮胎胎体中现有材料可看作是轮胎革新的第一步。减小质量和降低滚动阻力对提高有效负荷和节省燃料均有好处。使用芳纶还能提高轮胎的均匀性和驾驶响应。在带束层和胎圈中用芳纶来替代现有增强材料则能进一步节省开支和增加收益。在带束层中使用芳纶可使轮胎具有更好的包封能力, 这对应付不平的路面来讲更可贵。

可以把超轻量化的轿车轮胎和轿车轮胎的无接头芳纶带束层原理推广到载重轮胎和公共汽车轮胎上去。

在载重轮胎胎体中,用芳纶替代钢丝帘线,可以减小质量8%;若在胎体、带束层和胎圈芯中均使用芳纶替代钢丝帘线,则可减小质量25%。因此在轮胎中若全部使用芳纶,则载重轮胎和公共汽车轮胎的有效负荷量将提高,滚动阻力将减小,而且废品容易处理。

5 发展中国家芳纶轮胎帘线的应用前景

在现有的斜交轮胎中,已经使用芳纶来提高轮胎质量。在从斜交轮胎转变到子午线轮胎的过程中,芳纶提出了挑战并展开了竞争。在斜交轮胎的缓冲层中使用芳纶,由于其强度高、模量大、硫化过程中和硫化后收缩率低,因此提高了轮胎的安全性、耐冲击性和使用寿命。

对于发展中国家而言,必须强调使用芳纶有着这样一个明显的特点,即可使从普通斜交轮胎到子午线轮胎的过渡比较顺利。子午线轮胎可以以芳纶作为唯一的增强材料,在一些发展中国家,已把芳纶用到了载重轮胎单层胎体和带束层中。

芳纶赋予子午线轮胎良好的使用性能,特别是能够适应当地的环境,如负荷、温度和路面条件等。由于芳纶是有机材料,因此不存在生锈问题。此外,使用芳纶可以避免使用钴盐或高用量硫黄等特殊的配合剂,而且可以沿用大部分现有的轮胎生产工艺,这意味着提高了轮胎厂的竞争能力。因此可以加快发展中国家轮胎子午化的进程,无需像钢丝帘线及其工艺那样要投入大量资金。

从原材料、帘线加工、浸胶、轮胎设计,一直到轮胎制造,在未来数十年内芳纶将会蓬勃发展。

译自“Tire Tech Aisa 96”, No. 18

德国推出轮胎气压监视系统

德国拜耳汽车公司研制成功一种新型轮胎气压监视系统。这种监视系统能始终监视轮胎的状态,并且能在轮胎出现问题时向司机发出警报。

该装置有安装在轮胎(包括备用轮胎)上的两根天线,一根为固定天线,另一根为环形天线。固定天线上载有高频交流电流。当环形天线以车轮的速度旋转时,固定天线上的高频交流电流使环形天线产生电压,随着车轮旋转为电子监视设备提供电源。

环形天线和电子传感器的金属壳体被安装在车轮轮缘内,上面涂有一层耐高温塑料。每隔150 ms,输入电流被短暂地停顿一次,以便于电子设备测量轮胎温度和气压。测量结果按脉冲调制方式传输到固定天线上。这

些信号被传递到控制装置,控制装置以每秒6次的速度对这些信号实施解调。另外,控制装置还接受用于监测环境温度、行车速度、车辆载荷以及制动器基准温度传感器的信息。

控制装置中的软件对这些数据进行加工处理。若发现了异常情况,司机面前的仪表板上就会显示出信号。当轮胎气压与规定值之间有偏差时,该装置就会向司机发出警报。此外,显示内容还告诉司机在此种轮胎气压情况下的最高安全行驶速度。通过控制装置中的软件还可显示出制动器的温度和外部温度。该装置有故障自诊断功能,用于在车辆维修站进行更为详细的故障分析。

(摘自《中国汽车报》,1998-02-12)