

国内外橡胶行业应用芳纶的现状

高称意

(北京橡胶工业研究设计院, 北京 100039)

摘要: 介绍了国内外橡胶制品应用芳纶作为增强材料的现状, 并对我国独立开发芳纶纤维和扩大在橡胶制品中的应用提出了建议。芳纶纤维在橡胶行业中的用量较大, 占芳纶纤维总消耗量的 20%。以芳纶纤维制成的帘布、线绳、纱线、帆布、整体带芯、直经直纬织物等被用作轮胎、传动带、输送带、胶管的骨架材料, 芳纶短纤维掺入轮胎胎面等部件胶料和 V 带底胶胶料中起补强作用。

关键词: 芳纶; 增强材料; 轮胎; 胶管; 胶带

中图分类号: TQ330.38⁺9; TQ336.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-890X(2002)11-0691-07

芳纶是我国芳香族聚酰胺纤维的商品名称。根据其分子结构又分为芳纶 14——聚对苯甲酰胺、芳纶 1414——聚对苯二甲酰对苯二胺(美国杜邦公司的 Kevlar、荷兰 Acordis-AKZO 公司的 Twaron)和芳纶 1313——聚间苯二甲酰间苯二胺(美国杜邦公司的 Nomex); 根据合成聚合物的单体可分为由芳香族二胺与芳香族二酸聚合而成的芳纶 1313 和芳纶 1414 及由单一单体经缩聚而成的芳纶 14。

美国杜邦公司在 20 世纪 60 年代开始聚对苯二甲酰对苯二胺纤维的研究开发, 开始时其强力并不高。1964 年美国赛拉尼斯公司找到新的纺丝溶剂, 实现了纺丝技术的一个突破, 随后又发现了这种聚合物的硫酸溶液的液晶行为, 开发出干湿法纺丝工艺, 使芳纶的纺丝工艺趋于完善。1972 年, 杜邦公司实现了这种纤维的工业化生产并定名 Fiber-B, 其强度达到 $18 \text{ cN} \cdot \text{dtex}^{-1}$ 的水平, 1973 年, 该公司把这种纤维定名为 Kevlar 并沿用至今^[1]。

芳纶纤维具有强度高、变形小、模量高(尺寸稳定性好)、耐化学品腐蚀性和耐温性好($550 \text{ }^\circ\text{C}$ 以上才分解炭化, 可长时间在 $300 \text{ }^\circ\text{C}$ 的高温环境下工作)、密度低($1.44 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$, 仅为钢密度的

1/5)等一系列的优点, 有“合成钢丝”的美誉。近几年, 其售价不断降低, 从开始约 $60 \text{ 美元} \cdot \text{kg}^{-1}$ 降至最低时的 $16 \text{ 美元} \cdot \text{kg}^{-1}$, 今年虽因欧洲出现了大用量客户而有所回升, 但也只是恢复到一年之前 $22 \text{ 美元} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的水平。

目前世界上美国、荷兰、日本和俄罗斯等国家以工业化规模生产芳纶纤维, 其中荷兰 Acordis-AKZO 公司已将其芳纶产品部出售给日本的帝人(TEIJIN)公司。仅对位芳纶纤维全世界每年的产量就已达到了 $4.2 \text{ 万} \sim 4.5 \text{ 万 t}^{[2]}$ 。芳纶纤维被广泛用于国防和国民经济的许多部门, 应用领域遍及航天航空、耐高温复合材料、橡胶制品、绳索及电缆芯线、建筑行业(水泥补强、墙体内部拉网)、苫盖布、防护用品(防弹衣、耐割手套、铠甲、头盔等)、摩擦材料、密封垫片、过滤材料(无纺布、毛毡)和耐高温印刷电路板基材等。

芳纶纤维在橡胶行业中的用量较大, 占芳纶纤维总消耗量的 20%^[2]。以芳纶纤维制成的帘布、线绳、纱线、帆布、整体带芯、直经直纬织物等被用作轮胎、传动带、输送带、胶管的骨架材料, 芳纶短纤维掺入轮胎胎面等部件胶料和 V 带底胶胶料中起补强作用。本文主要介绍芳纶纤维在各种橡胶制品中的应用现状。

1 芳纶在轮胎中的应用

从技术角度考虑, 芳纶可用作轮胎任何部件的骨架材料。如子午线轮胎的胎体、带束层、冠带

作者简介: 高称意(1946), 男, 河北任邱人, 北京橡胶工业研究设计院高级工程师, 主要从事骨架材料性能研究与产品开发工作。

层等部位的增强材料,甚至可替代钢丝与树脂配合制成轮胎胎圈。芳纶还可作为斜交工程机械轮胎缓冲层和载重轮胎胎圈加强层的增强材料。此外,经粘合处理的芳纶短纤维还可应用于轮胎胎面等部件胶料中起补强作用。

据荷兰 Acordis-AKZO 公司和美国杜邦公司资料介绍,2000 年全世界轮胎行业消耗了 160 余吨的芳纶纤维骨架材料(不包括芳纶短纤维),其中欧洲占 40%;若含芳纶短纤维,则轮胎行业消耗量 1 000 t 以上。

1.1 子午线轮胎^[3~6]

从技术角度分析,芳纶可作为子午线轮胎任何部件的增强材料。但芳纶毕竟是一种价格昂贵

的纤维材料,因此,目前还只是用来制造高性能轮胎或有特殊要求的轮胎的某些部件。欧洲轮胎市场对轮胎性能的要求高于美国,使得欧洲轮胎行业对芳纶的需求量高于美国。

芳纶纤维骨架材料之所以受到轮胎制造商的青睐,从表 1^[5]所示的芳纶性能与轮胎性能的对对应关系中可以找到答案。

目前,在子午线轮胎中,芳纶主要用来替代钢丝帘线作为带束层的增强材料。在轿车和轻型载重车轮胎中以全纤维胎体、带束层结构替代半钢结构,可达到减小轮胎质量、降低滚动阻力、节省燃油的目的。

20 世纪 70 年代,采用芳纶制造子午线轮胎

表 1 芳纶纤维性能与轮胎性能的对对应关系

芳纶性能	对轮胎性能的贡献
机械强度与质量之比大	芳纶的强度高而断裂伸长率低,这些性能与钢丝相仿。以同等质量而言,芳纶的强度比钢丝高 5 倍,是车辆轮胎中传统的钢材料部件的替换材料。由于轮胎质量减小,胎体厚度减小,使其滚动阻力减小,耗油量降低,且降低了废气排放量
弹性模量大	作为橡胶添加材料时,芳纶在使胶料的能量损耗和其它所需性能的损失为最小的情况下,使胶料的模量大大提高
极佳的强度保持性与耐久性	使芳纶成为可耐受轮胎的周期性应力作用和恶劣的工作条件的理想材料
震动与噪声的阻尼	芳纶固有的对震动与噪声的阻尼性能使汽车的乘坐舒适度提高,路面噪声降低
尺寸稳定性	芳纶可改善轮胎的安全性能即抓着性和路面附着性、操纵性能及有效的防制动抱死系统。将离心膨胀减小到最小限度,使轮胎在很宽的变速范围和不同的路面上都可保持其外形和胎面接地印痕不变。芳纶的热膨胀和热收缩为零,这一点在限制震动性“平点”方面至关重要
生热减小	较低的轮胎行驶温度可减小轮胎的滚动阻力
耐腐蚀性	芳纶呈化学惰性,既不被腐蚀也不促进其它材料被腐蚀,可提高载重轮胎的翻新次数
柔韧性	芳纶可以以多种形式供货,以适应各种特殊需要。芳纶及芳纶-弹性体复合材料可用于制造折叠带束层、无接头带束层、胎圈外护圈包布等

带束层开始了芳纶在轮胎中的应用,法国的米其林公司在高速度级别的轿车轮胎中采用 1 层钢丝帘线和 1 层芳纶帘线制成 C 型折叠带束层,使用发现这种轮胎有良好的高速操纵性能。此后,芳纶帘线被大量用来制造高速性能较好的高性能轿车子午线轮胎和轻型载重轮胎的带束层。除 C 型折叠带束层(钢丝帘布层窄于芳纶帘布层,芳纶帘布层布边折叠)外,露边带束层(带束层帘布层的两边切边,边缘用锦纶之类的纺织品条带包覆,这种结构的带束层可使高性能轮胎的惯性作用减轻。同时,由于这种带束层较柔软,可增大轮胎与路面的接触面积,改善轮胎的乘坐稳定性、安全性和舒适性)、无接头带束层(钢丝帘布层为切边式,

上面由芳纶帘布条缠绕成无接头带束层,边缘处的芳纶帘布为双层。这种结构的带束层使得轮胎的外形尺寸可非常准确地达到设计要求,轮胎的“平点”问题得到强有力的抑制,车辆的操纵性能极佳)也都使用芳纶帘线。

现在,芳纶帘布带束层不仅在轿车轮胎和轻型载重轮胎中应用,在高性能摩托车轮胎中也有应用。子午线轮胎的胎体也可采用芳纶帘布作为骨架材料。英国登录普公司用芳纶帘布作为高性能摩托车轮胎胎体的补强材料。在某些高性能的子午线轮胎中,欧洲的轮胎制造商采用芳纶替代人造丝作胎体材料,不但具有人造丝尺寸稳定的优点,而且在耐温性和减小轮胎质量方面优于人

造丝。欧洲的轮胎制造商还将芳纶作为以减小轮胎质量为高度优先考虑因素的飞机轮胎的胎体骨架材料⁷⁾。

国外在大型载重轮胎中采用芳纶为胎体骨架材料, 开发出大型单装载重轮胎替代并装轮胎, 这是芳纶在大型载重子午线轮胎中应用的典型范例。

与采用钢丝骨架材料的单装载重轮胎相比, 采用芳纶骨架材料的大型和超大型单装载重轮胎具有以下优点:

(1) 耗油量可在钢丝单装载重轮胎节油 5% 的基础上再增加几个百分点;

(2) 依规格不同单胎质量可再减小 4~5 kg, 如果用芳纶帘布替代钢丝帘线制造带束层, 用芳纶胎圈替代钢丝胎圈, 这种全纺织品增强的超轻质量大型和超大型载重子午线轮胎的单胎质量将比全钢结构轮胎小 20 kg;

(3) 胎体寿命长, 翻新率提高;

(4) 乘用性更好;

(5) 使用过程中温升较小;

(6) 胎面磨损量小。

芳纶作为胎体的骨架材料已在 235/75R17.5, 385/65R19.5, 385/65R22.5 和 425/65R22.5 等规格的载重子午线轮胎中使用。芳纶帘线的规格有 3360d tex/3, 3780d tex/3, 4320d tex/3, 5040d tex/3, 1680d tex/3 × 3 和 3360d tex/2 × 2 等, 后两种规格的帘线实际上相当于输送带用的增强线绳或直径直纬织物的经线。随着轮胎产量的增大, 对芳纶纤维的需求量将会大幅度增大。

供大型和超大型载重单装轮胎用的芳纶纤维不是以帘布形式而是与钢丝帘线相同的形式出厂的。这适应了轮胎生产厂现状, 方便了用户。

子午线轮胎的冠带层过去一直用锦纶 66 帘布制造, 主要是利用锦纶 66 的热收缩性, 使其在硫化时箍紧带束层。随着冠带层成型技术由整幅帘布缠绕发展成为帘布条缠绕和低模量芳纶纤维(如 A cordis-AKZO 公司的 T2100 型芳纶)的出现, 使采用芳纶帘布制造子午线轮胎冠带层成为可能。用低模量芳纶制造冠带层不但保持了锦纶 66 冠带层的箍紧性, 而且由于芳纶的耐温性比锦

纶 66 好, 使轮胎的外形尺寸更加稳定, 消除了平点现象, 车辆行驶更加平稳、舒适, 这些正是现代汽车需要的性能⁸⁾。

以追求不断减小轮胎质量为目的的轮胎制造业在用芳纶帘线替代钢丝帘线的同时, 又把目光盯在胎圈上。德国 Hahn 公司开发出芳纶胎圈, 对减小轮胎质量作出了贡献。

用芳纶纤维制造胎圈有两种工艺:

(1) 将经浸胶处理的芳纶线绳挤出后包上橡胶再缠绕成胎圈;

(2) 将未加捻的芳纶纤维束丝与热塑性弹性体(如聚酰胺树脂、聚酯树脂)一起缠绕成为胎圈。

实践证明, 第 2 种工艺制成的胎圈的整体性、与胎圈部位胶料部件的粘合性能及芳纶纤维的强度效率(即胎圈内芳纶纤维的强度与芳纶原丝强度之比)均优于第 1 种工艺制成的胎圈⁹⁾。

由于芳纶纤维可作为子午线轮胎任何一个部件的骨架材料, 因此出现了全纺织品增强的超轻质量轮胎。英国登录普公司的 SP200 VLW 赛车用轮胎就是这种轮胎的成功范例。这种 195/65R15 91V 轮胎的单胎质量为 7.3 kg, 而传统结构的这种轮胎单胎质量高达 9.7 kg。由于减小了质量, 这种轮胎的节油效果显著; 没有了钢丝, 报废轮胎的分割回收更加容易, 因此, 这种轮胎符合绿色环保的要求⁹⁾。

国外的轮胎制造商还将芳纶应用在子午线轮胎的某些小部件上, 2000 年国(境)外轮胎剖析发现, 德国大陆公司的 225/50ZR16 轿车子午线轮胎的胎圈加强层用的就是 1680d tex/2 芳纶帘布。

在胶料中掺用芳纶短纤维, 对提高胶料的强度和耐刺扎性有益, 困难的是短纤维与胶料的混合应均匀、分散良好, 且应有良好的粘合性能。美国杜邦公司开发出能确保短纤维在胶料中均匀分散且与胶料的粘合性良好的胶料-短纤维复合材料的制造技术¹⁰⁾。意大利倍耐力公司在其高性能摩托车轮胎中成功地将此技术应用于胎面胶的混炼工艺中。此外, 子午线轮胎的胎侧胶、气密层胶、胎圈胶和胎圈三角胶等部件采用芳纶短纤维补强胶料, 均为芳纶打开了新的应用之窗。

国内研究人员对在子午线轮胎中采用芳纶骨架材料也做了大量的工作。北京橡胶工业研究设

设计院在1986~1990年承担了国家“七五”科技攻关项目“芳纶在轮胎中的应用”，采用芳纶帘布作带束层增强材料制成轻型载重子午线轮胎并取得良好的效果。近年来，国内数家轮胎厂用芳纶帘布作胎体或带束层骨架材料生产子午线轮胎，每年用量约为20 t。芳纶帘布来源主要依靠进口。1999年，上海神马帘布公司开始生产芳纶帘布，结束了芳纶帘布完全依赖进口的历史。

1.2 斜交轮胎

在斜交结构的工程机械轮胎中，国外早已把芳纶帘布用作缓冲层的骨架材料，以提高轮胎耐刺扎性。天津国际联合轮胎橡胶有限公司在工程机械轮胎的缓冲层采用芳纶帘布作为增强材料，每年的用量为10 t左右。国外还有在工程机械轮胎的胎面胶中掺用芳纶短纤维的报道。

北京橡胶工业研究设计院于20世纪90年代初承担国务院重大办大型工程机械轮胎研制的科技攻关项目，采用芳纶帘布作为缓冲层的增强材料，并采取其它一系列的技术措施，试制的工程机械轮胎在辽宁南芬铁矿进行装车试验，使用寿命达到进口轮胎水平。

2 芳纶在胶管、胶带类制品中的应用

在数量上，芳纶骨架材料在胶管、胶带类橡胶制品中的用量是轮胎用量（不包括胶料中掺用芳纶短纤维）的15倍，原因是同轮胎行业比较，这些橡胶制品相对更容易承受芳纶骨架材料的高价格。

2.1 胶管

1999年不同橡胶制品中芳纶骨架材料的消耗量如下：工业胶管在欧洲和世界的消耗量分别为320和855 t；汽车胶管在欧洲和世界的消耗量分别为495和965 t；胶带在欧洲和世界的消耗量分别为125和575 t；轮胎在欧洲和世界的消耗量分别为60和155 t。由此可以看出，胶管是各种橡胶制品中芳纶纤维消耗量最多的产品，占总消耗量的71%以上（世界）和81.5%（欧洲）。

采用芳纶增强的胶管在保证同等强度的条件下，可以比使用人造丝减小近70%的质量、比使用维尼纶减小2/3以上的质量。此外，由于芳纶耐温性和耐化学品腐蚀性极佳，对那些需要在高

温下工作和输送化学品或油品的胶管来说，使用芳纶作骨架材料是最适宜的。

荷兰Acordis-AKZO公司继T1000型和T1001型芳纶纤维之后，开发出专门用于胶管的T2300型芳纶纤维，这种芳纶纤维的耐压缩性能、柔韧性和环扣强度均优于胶管用1008型芳纶纤维。1999年，该公司又开发出专门用于胶管的T1014型芳纶纤维。T1014型芳纶纤维除保留了T2300型芳纶纤维的各种适应胶管要求的性能外，重点改善了粘合活化处理技术。用这种芳纶纤维制成的胶管纱线，只要经过一次RFL浸渍处理就可实现与各种胶料（包括EPDM、PVC和NBR）的粘合，适应了胶管用弹性基材品种日益增多的趋势。此外，这种芳纶纤维的轴向强度与径向强度的差别小、加工成纱线的过程中强度损失小。这些特性均受到胶管制造商的欢迎。此外，该公司还针对胶带对骨架材料的特定要求，开发出专门用于胶带的1111型和1015型芳纶纤维。

美国著名的Gates橡胶公司将芳纶用作汽车冷却装置软胶管、大口径采油胶管、大口径输泥浆软胶管、高压航空胶管等产品的增强材料^[1]。

美国杜邦公司还发明了采用芳纶短纤维补强胶料制造中、低压胶管的技术^[10]。其诀窍在于胶管胶料的挤出机头，胶料通过该挤出机头时，掺用的芳纶短纤维被严格按周向定向排列，芳纶短纤维起的补强作用使胶管能够承受中、低压力的作用。用这种胶料配合减少了层数的纱线可制造高压胶管。这是胶管制造工艺的一种新方法。

国内还未见到在胶管中使用芳纶骨架材料的报道，这一点与国外发达国家的情况正好相反。我国应重视芳纶补强胶管的研究开发工作，提高我国胶管产品的技术水平和产品档次。国内已有线绳企业为国外的骨架材料制造公司加工芳纶胶管纱线，生产的产品完全由国外公司销往我国周边的一些国家。从国外公司提供的原材料分析，有些是目前国内合成纤维骨架材料浸胶尚未使用的，应当引起我们的高度重视。

2.2 胶带

芳纶纤维在胶带中的消耗量仅次于胶管，占总消耗量的12.5%（欧洲）和22%以上（世界）。

2.2.1 传动带

目前因成本原因,在平型皮带中,只有在除传动动力外还要求有精确传动比的场合(如纺织加捻机锭带、机器人、机器手等)才采用芳纶,这主要是利用芳纶受力后变形极小的特性。

重型 V 带和同步带是胶带中芳纶用量较大的产品,芳纶以下特性是它适用于重型 V 带和同步带的原因所在:

(1)强度/线绳细度之比大,适合以最小的材料消耗和能源消耗制造大功率 V 带;

(2)模量高,尺寸稳定性好,传动比精确,工作寿命长;

(3)耐温性好,即使在高温工作场所也能保证胶带尺寸具有高精度。

由于成本的原因,芳纶目前只用于工业、汽车和农机用传动带。

工业用传动带中那些需要强度高、工作寿命长、尺寸稳定的应用领域是芳纶最能发挥其优异性能的地方:

(1)在需要 V 带具有强度高和工作寿命长等特点的工业领域(如制造业、煤炭采掘业、建筑业、采油业和森林工业)还要求传动带传动功率大,并能长时间连续运转且维护工作量最小;

(2)需要以最紧凑方式安置传动部件的装置(如草地修整机、洗涤及干燥设备);

(3)需高速运转又不希望 V 带因长期受离心力作用而产生变形的设备。

现代汽车要求经济、安全、舒适、低维修保养频率甚至免维护、有利于环保、可长时间高速行驶且噪声低。要实现这些目标,离不开高性能传动带的支持:

(1)某些传动带需要同时具有几项传动功能,因而最适宜采用那些长的可反复弯折的胶带(配有张力轮)。因此应选用强度高、尺寸稳定性好、耐疲劳的骨架材料,芳纶无疑是最佳的选择。

(2)人们对汽车提出的符合环保要求、低维修保养频率等新的技术要求,对胶料和骨架材料提出了更高的要求,芳纶无疑是可确保高精度传动比、高可靠性、工作寿命长的同步带的理想骨架材料。农机用传动带的特点是传动功率大、工作环境严酷、工作寿命长(在一个作业周期内最好不更

换带、免维护)、能耐受冲击载荷,只有用芳纶增强的传动带才能满足这些要求。在发达国家,收割机、脱粒机、牧草打捆机等农用机械中广泛使用以芳纶增强的 V 带和同步带。

北京橡胶工业研究设计院在 1986~1990 年承担了国家“七五”科技攻关项目“芳纶在胶带中的应用”,利用国产芳纶原丝,采用本院的浸渍技术,自行加工成线绳,试制了普通 V 带和同步带。目前国内的胶带行业只在同步带中采用了芳纶线绳。所用芳纶线绳一部分依靠进口,一部分由国内提供。在石油采油机组采用芳纶线绳作骨架材料制造大型 V 带尚属试验阶段,还未达到产业化的规模。

2.2.2 输送带

国外在不同结构的输送带中都有使用芳纶骨架材料的实例。

目前用作输送带的芳纶骨架材料主要有帆布、整体带芯、粗帘线(即绳索)、直径直纬织物,除绳索外的其它 3 种织物中,芳纶均作为经线材料。因为输送带要求经向强力高、变形小(尺寸稳定),而纬向应有良好的成槽性(即受力后应有适当的变形)。芳纶作为输送带的纬向材料在经济和技术上均不合理。

现代输送带的承载能力越来越大,传输距离越来越长,工作条件日益苛刻,因而要求输送带骨架材料应具备以下特性:

(1)高强度。高强力输送带应用高强度的骨架材料增强。提高骨架材料的强度只有两条途径:①选用高强度的纤维材料,芳纶无疑是最佳材料;②改变骨架材料的织物结构。帆布结构的输送带通过加层可以提高强力等级,但加层后会使得带体厚度增大,柔软性下降,而且还容易出现骨架材料分层,导致输送带损坏。因此,最好的方法是开发新型结构的织物。整体带芯、直径直纬织物的出现解决了这个问题。与帆布比较,整体带芯和直径直纬织物大幅度提高了输送带的强度(经线线密度大,经纬线不像帆布那样紧密接触,相互磨损,提高了经线的强度效率),单层织物增强的输送带的强力等级达 $3\ 150\ \text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$ 以上,用芳纶绳索增强的输送带的强力等级达 $4\ 000\ \text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$ 以上。由此可见,采用新结构织物和芳纶纤维可

使输送带强力等级大幅度提高。

(2) 变形小。输送带越长,对经向变形率的要求越高。整体带芯和直径直纬织物中的经线弯折度小(整体带芯)甚至不弯折(直径直纬织物),用同种纤维材料就能获得比帆布小的变形率。因此采用这两种织物结构和芳纶纤维是降低输送带变形率的最佳选择。虽然钢丝绳的变形很小,但以钢丝绳增强的输送带带体质量大(运转能耗高)、柔软性差,与芳纶比不具备优势。

(3) 耐高温、阻燃。煤矿巷道、金属冶炼行业用输送带要求有良好的耐温性和阻燃性。除胶料外,骨架材料的作用也很重要,在这方面,芳纶是其它各种纤维材料望尘莫及的。

与钢丝绳输送带相比,芳纶输送带具有不锈蚀、工作寿命长、在同等强度等级下质量小5倍,运转时节能和耐冲击性更好的优点。

我国台湾省的大王胶带公司在使用芳纶骨架材料制造输送带方面做了大量的工作。1993年以来,该公司采用德国Oble公司的芳纶直径直纬织物制成重型输送带,最长的达600 m,最宽达2.2 m,最厚达30 mm,仅橡胶每年消耗1万t。该公司的重型输送带主要销售到中国大陆、欧洲、澳大利亚、东南亚、日本、美国、南非等地。荷兰和英国的一些煤矿使用该公司的这种重型输送带,最长的工作寿命达3年以上。

3 芳纶在其它橡胶制品中的应用

芳纶纤维在其它橡胶制品中也有广泛的应用,如制造有橡胶护套的绳缆。发达国家已大量采用包有橡胶护套的芳纶绳缆代替钢丝绳用在船舶锚绳及船缆、电杆或电缆塔台的拉固绳缆等方面。我国已有企业开始试制这种绳缆。

橡胶外皮电缆的芯线使用芳纶纤维已有多年历史,美国杜邦公司最近又开发出包覆金属的芳纶纤维,商品名“Aracon”。用镍、锡、铜、银等金属包覆芳纶纤维(可以理解为芳纶纤维外表镀上一层金属膜),具有导电、消除静电、辐射屏蔽、传输电信号的功能。

导体传输电流不是在导体横断面上均匀分布,而是主要分布在导体的外层。基于这一事实,

用包覆了金属的芳纶纤维作导体传输电流,无疑可保证在耗用同等质量金属和同等传输距离的条件下获得最大的传输能力。此外,由于芳纶纤维的柔软性和耐屈挠性优于金属,用包覆了金属的芳纶纤维制成的导线在安装和使用中比金属导线更易于操作且工作寿命长。在输电能力相同条件下,用包覆金属的芳纶作导线与金属导线比较,质量可减小50%~60%。这种包覆了金属的芳纶纤维还是制造电缆屏蔽体的理想材料。由于芳纶的密度大大低于金属,以包覆了金属的芳纶纤维编织成的屏蔽材料比用金属线编织的屏蔽材料质量小60%,整条电缆质量可减小26%。

包覆了金属的芳纶纤维纺织品还可制成抗电磁干扰的工作台。由于采用了包覆了金属的芳纶纤维,这种抗电磁干扰工作台具有质量小、易于安装拆卸、接纳导线容量大的优点。

英国协和飞机公司正在试验采用芳纶纤维增强的氟橡胶制造飞机的燃油油箱。该公司宣称,这是改进协和飞机安全性的一条措施^[12]。

芳纶在涂覆织物制品中也有广泛的应用,用芳纶纤维织成的涂覆织物的拉伸强度和撕裂强度比锦纶、聚酯织物高且单位面积质量小,扯断伸长率很小,耐化学品腐蚀性和阻燃性优异。芳纶涂覆织物在充气制品、贮油容器等领域大量应用。美国、荷兰等国家都是芳纶涂覆制品的生产大国^[13]。

4 结语

芳纶正在成为高性能橡胶制品的骨架材料,在很多种类的橡胶制品中都能找到这种纤维的增强材料。我国对芳纶的研究工作起步并不晚,20世纪70年代,我国就开始了芳纶纤维的研发工作,“七五”期间原国家科委、国防科工委组织了“树脂合成-纺丝-应用”一条龙攻关工作。但由于力量分散,始终没有形成全国的合力,至今没能形成芳纶纤维工业化生产的局面。与此同时,国外芳纶早已过了专利保护期并解除了原先对社会主义国家的封锁,产品大量销往国内,使国内芳纶开发更是举步维艰。不过据悉近来成都晨光化工研究院立项,拟在前些年攻关的基础上,投资建设中

试规模的芳纶纤维纺丝装置。广东南海的一家科技公司已开始生产芳纶短纤维产品。实际上,国内对芳纶纤维的需求量也在逐年扩大。要实现芳纶纤维的国产化,应当实行在国家统一调度下的各行业合作攻关,形成芳纶纤维的工业化生产能力,在产品品质上,解决原来存在的线密度低、强度低和稳定性差等问题,以改变目前芳纶纤维依赖进口的局面,推进芳纶纤维在国民经济各领域的应用进程。

参考文献:

- [1] 高称意. 纤维骨架材料技术讲座 第 1 讲 纤维骨架材料的作用和发展历程[J]. 橡胶工业, 2000, 47(9): 571-574.
- [2] 王曙中. 对位芳纶的现状与发展趋势[J]. 产业用化纤, 2001(1): 5.
- [3] AKZO Fibers. Development in the field of reinforcing materials for carcasses and belts[J]. Tire Technology International, 1994, 85-88.
- [4] Jelsma B. Aramid fiber in tires[J]. Tire Technology Asia, 1996,

18.

- [5] Kerkhof H V D. Towards the ultimate tire[J]. Tire Technology International 1997, 52-56.
 - [6] Jelsma B. Twaron representing a new generation in tire reinforcement[J]. Tire Technology International, 1995, 131-134.
 - [7] White L. Aramid: where is it in tires? [J]. European Rubber Journal, 1998, 180(3): 24-25.
 - [8] Leo J, Vos D. Twaron aramid in cap ply or overply [J]. Tire Technology International, 1998, 115-117.
 - [9] Jelsma B. Exploitation of the potential of aramid[J]. Tire Technology International, 1996, 146-148.
 - [10] 尤秀兰, 傅群, 刘兆峰. 芳纶浆粕纤维的结构性能与应用[J]. 产业用纺织品, 2001, 19(8): 27.
 - [11] White L. EPDM compounds for coolant hose under scrutiny [J]. European Rubber Journal, 2000, 182(11): 29.
 - [12] Raleigh P. Concorde has new rubber/aramid tanks[J]. European Rubber Journal, 2001, 183(2): 2.
 - [13] 王维相, 翁亚栋. 国外芳纶纤维在软管和涂覆织物制品中的应用进展[J]. 橡胶工业, 2001, 48(6): 377-379.
- 第一届全国橡胶工业用织物和骨架材料技术研讨会论文

北京橡胶院研制成功耐高温硅橡胶材料

中图分类号: TQ333.93 文献标识码: D

由北京橡胶工业研究设计院(以下简称北京橡胶院)研制的耐高温硅橡胶材料已于 2002 年 8 月 22 日在北京通过了有关方面组织的专家组的验收评审。

耐橡胶硅橡胶材料是一种耐 300 °C 高温的绝缘材料,在航空、航天等领域有着广泛的应用。随着科学技术的飞速发展,对橡胶材料及其制品的技术要求也不断提高。目前,国内外的硅橡胶生产都朝着提高产品的温度适应范围、改善胶料的加工性能和简化加工工艺的方向发展。据国外资料报道,为满足航空、航天等领域的特殊需求,美国、俄罗斯等国家已开发出耐 300 °C 以上高温的硅橡胶材料。而国内目前常用的甲基乙烯基硅橡胶长期使用温度大多在 200 °C 左右,最高使用温度不超过 250 °C,很难满足一些行业的特殊需要。

面对国内这一领域的空白及市场的需求,北京橡胶院受用户委托开展了耐高温硅橡胶材料的

研制工作。由于委托方对时间要求比较紧,课题组克服种种困难,在 1 年的时间内就完成了从产品调研开始到样品分析、材料筛选、配方试验、工艺试验、产品长试、材料标准制订以及工艺说明书的编制等一系列工作。研制的产品不但在物理性能、电性能、老化性能和耐金属腐蚀性能等方面达到了先进国家技术标准规定的指标,而且在长试中表现优异,完全能够满足实际使用要求。

与会专家一致认为:课题组进行了大量细致的研制工作,完成了规定的任务。技术资料 and 工艺文件齐全、完整,数据可靠,工艺可行。所研制的硅橡胶材料不仅在常规指标方面达到了国外同类产品的水平,而且在耐高温性能方面超过了国外产品的水平。北京橡胶院具有生产能力,能保证稳定供货。

耐高温硅橡胶材料的研制成功有利于减少此类材料的进口,为国家节约外汇,具有一定的经济效益和社会效益,同时也标志着北京橡胶院在橡胶材料的研究方面又达到了一个新的阶段。

(北京橡胶工业研究设计院 魏丽供稿)