

国外橡胶用化学纤维的新进展

叶春葆

(天津市胶鞋厂 300012)

摘要 对国外近期开发的高强度高模量改性聚酯、聚萘二甲酸乙二醇酯、全芳聚酯、改性脂肪族聚酰胺、芳族聚酰胺、改性聚乙烯醇、超高分子量聚乙烯以及其它有机合成树脂和碳纤维等橡胶用纤维和帘线的制造、加工、应用及发展趋势作了介绍。

关键词 化学纤维, 橡胶, 帘线

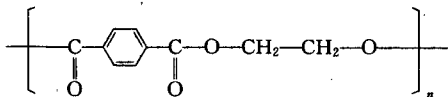
随着汽车、航空、航天、微电子和特种服装等工业的发展,对以高强度、高模量为主的高性能纤维的开发和应用,已成为各工业发达国家合成纤维行业的热点之一,且已取得很大成就。本文对此作扼要介绍。

1 聚酯纤维

聚酯纤维是以二元酸和二元醇为原料制得的纤维,因其大分子结构中含有酯基,所以称为聚酯纤维。

1.1 普通聚酯纤维

聚酯树脂有饱和聚酯树脂和不饱和聚酯树脂两大类。属于饱和树脂类别的主要有聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)和聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)。聚对苯二甲酸乙二醇酯常用来制作纤维,美国称之为达可纶,英国称为涤纶,前苏联称为拉夫绅,我国商品名称为涤纶纤维,其分子式为



该纤维不仅在服装业中得到广泛应用,也大量用于制作轮胎帘线、V带线绳、输送带、工业滤布、各种工业胶管、医用人造血管和缝纫线等产品。

由于上述一般聚酯纤维用作轮胎帘线在加热硫化时易发生收缩,致使轮胎变形,且其

强度不如尼龙,与橡胶的粘合力不高,为此,美国 Allied Signal 纤维公司推出称作尺寸稳定的聚酯(DSP)纤维和帘线。这种纤维和帘线总计有两代产品,第一代改进品称为 1X90 轮胎增强纤维,而属于第二代改进品的有两种,一种为 1X30 高强度纤维,另一种为 1X40 特高尺寸稳定高性能纤维,皆有相应的帘线品种,且都是经过浸渍粘合剂和热拉伸加工的。上述产品除在很大程度上能克服普通聚酯纤维的缺点外,第二代产品还具有不污染环境的优点^[1]。

另外,Hoechst Celanese 公司先采用纺速 3000—3500 m·min⁻¹制取称为部分定向丝(POY)的方法,即在高纺速和高牵引力下制得高定向丝,不经后拉伸直接使用,然后又对上述方法进行改进,即在制得上述高定向丝后,再经后拉伸,得到了热收缩和生热更小、耐疲劳性能更优异的聚酯纤维。近年来,该公司又采用纺速为 1300 m·min⁻¹的方法,制得了性能更优良的聚酯纤维。

而美国杜邦公司却采用低速纺丝、高倍后拉伸以提高纤维分子结晶度和取向度的方法,制得了强度高于上述高速纺丝法的聚酯纤维,但其它性能却低于高速纺丝法。

此外,在改进普通聚酯纤维性能方面,还有采用较小聚合度树脂进行纺丝的方法,所制得的聚酯纤维具有干热收缩率低、断裂伸

长率小的优点,但强度略低。

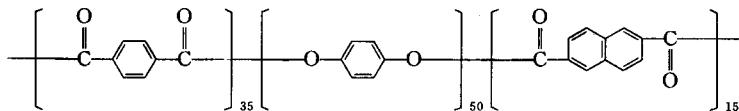
德国 Hoechst 公司认为,纤维或帘线的尺寸稳定性主要体现在模量高和变形小两方面,而聚酯纤维主要是收缩率小。因此该公司近年来致力于高模量低收缩(HMLS)纤维和帘线的开发,已先后开发出 V-718 和 Trevira 748(T-748)两个 HMLS 型新品种。HMLS 纤维的特点如下:强度与普通聚酯纤维相同,但高于粘胶纤维;模量也与普通聚酯纤维相同,但略低于粘胶纤维;热收缩率比普通聚酯纤维低近一半;动态性能优于普通聚酯纤维。在此基础上,该公司正着手开发称作超高模量低收缩(Ultra HMLS)的第二代该类聚酯纤维和帘线,目标是在现有基础上,将 T-748 的收缩率再降低 25%左右^[2]。

日本伊藤真义等在合成超高分子量聚对苯二甲酸乙二醇酯(U-PET)后进行溶液纺丝,把所制得的略含溶剂的纤维在室温下拉伸至 4 倍长,又在 210℃下再把上述纤维拉伸至 12 倍长,然后在定长下冷却至室温,制得了强度和模量远高于普通聚酯纤维的新型聚酯纤维。

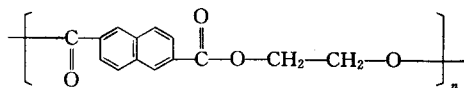
美国北卡罗来纳州立大学已开发出超高强度聚对苯二甲酸乙二醇酯纤维的新制造方法。据称,该方法是一种连续加工法,且易于实现工业化生产。其要旨是纤维在高延伸、分子进行定向时与高温液体接触,从而使所得纤维有极高的强度(为 Kevlar 芳纶纤维强度的一半),其最终目的是使其强度与芳纶纤维接近。此外,该法为一步制造法,成本仅为芳纶纤维的 1/10。

1.2 聚萘二甲酸-2,6-乙二醇酯纤维

最近以 2,6-萘二甲酸代替对苯二甲酸与乙二醇缩聚制得新一类聚酯树脂——聚萘二甲酸-2,6-乙二醇酯(PEN),其分子结构如



下:

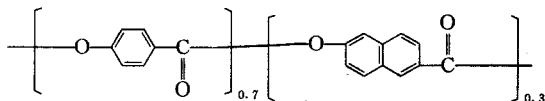


对这一新树脂(纤维)目前正在应用研究。其玻璃化转变温度、熔点(280℃)和模量皆高于聚对苯二甲酸乙二醇酯,但强度和干热收缩率低于后者。若用它代替后者作橡胶制品的增强帘线,则可显著提高橡胶制品的耐疲劳性能。

此后,又已开发出以上述聚萘二甲酸乙二醇酯作芯料,以聚酰胺作皮料的皮芯型复合纤维。所得纤维具有高定向和高结晶的特点,且尺寸稳定性高、模量高、耐热性能好。另外,由于皮层为聚酰胺,因此能提高纤维与橡胶胶料的粘合强度,增进帘线的耐热粘合性能和耐疲劳性能。这种复合纤维可用作大型子午线轮胎帘布层帘线,其缺点是皮层与芯层之间易产生剥离现象。

1.3 全芳族聚酯纤维

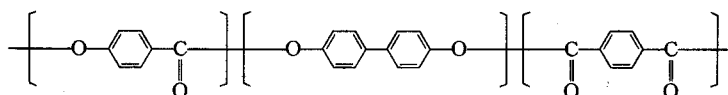
美国 Hoechst Celanese 公司首先研制和生产产品名为 Vectran 的全芳族聚酯纤维。该纤维的分子具有以下结构:



这种纤维具有吸水率小、在湿润条件下物理性能不变、耐老化、耐磨、耐酸、热稳定性好、阻燃、强度高和模量高等优点,但也有压缩强度低、粘合性能差、耐热性次于芳纶纤维等缺点。该纤维可用来制作绳索、鱼网和帘线等产品。

此外,为了改进上述纤维的使用性能,还开发出具有以下分子结构的三元全芳族聚酯纤维:

该纤维为液晶熔融纺纱后再经固相聚合的制品,其强度为 $2.64\text{N} \cdot \text{tex}^{-1}$,模量为 $46.38\text{N} \cdot \text{tex}^{-1}$ 。



该纤维是把所制得的缩合聚合物经纺纱后,在 320°C 温度中进行热处理的产品,其强度为 $2.71\text{N} \cdot \text{tex}^{-1}$,模量为 $124.96\text{N} \cdot \text{tex}^{-1}$ 。

美国杜邦公司已开发出英文缩写名为 PHQT 的新全芳族聚酯纤维。

2 聚酰胺纤维

2.1 脂族聚酰胺纤维

脂族聚酰胺纤维在美国称作尼龙或耐纶,我国商品名称为锦纶纤维。尼龙 6 和尼龙 66 在全世界的产量基本相近。尼龙的优点是强度高、弹性好、耐磨耗性好和相对密度小,主要缺点是热稳定性差、延伸率大(即尺寸稳定性差)。对此,美国 Celanese 公司再次采用部分定向纺纱(POY)技术,使尼龙模量提高、热收缩率降低。日本东洋纺织株式会社也利用其专有技术,制得强度为 $1.19\text{N} \cdot \text{tex}^{-1}$ 、模量为 $5.48\text{N} \cdot \text{tex}^{-1}$ 的尼龙 6 单纤维,由该纤维制得的帘线具有强度高、干热收缩率小和在小捻度下耐疲劳性能高的特点。日本旭化成株式会社在尼龙 66 纺纱溶液中添加一种化合物,减弱了聚酰胺中胺基形成氢键的能力,降低了大分子之间的吸引力,从而使分子链的排列高度整齐,制得了强度为 $1.14\text{N} \cdot \text{tex}^{-1}$ 、模量为 $5.82\text{N} \cdot \text{tex}^{-1}$ 的纤维。另外,日本东丽株式会社采用低温等离子拉伸法,抑制了拉伸时的结晶倾向,从而达到高定向的效果,即能实现高倍数和低张力的拉伸加工,使所得尼龙 66 纤维具有 $1.22\text{N} \cdot \text{tex}^{-1}$ 的强度和 $3.92\text{N} \cdot \text{tex}^{-1}$ 的模量。这种尼龙 66 可用来制作轮胎帘线和输送带骨架材料。东丽株式会社还采用尼龙 6 熔融纺丝冷却后,用饱和水蒸汽处理的方法,使纤维表面

另外,日本住友化学株式会社开发出称作 Econol、具有以下分子结构的全芳族聚酯纤维:

形成弹性层,从而制得了强度高、耐疲劳性能更好的纤维。由于该纤维内层保持了高度定向性,而表面层具有高的弹性体性能,因此特别适宜于用来制作轮胎帘线。另外,日本旭化成株式会社开发出的把聚酰胺熔融纺丝所得长丝立即与一种水溶液相接触并加以冷却的方法,可有效地抑制在纤维中形成球晶,从而可提高所得纤维的强度。采用这种方法可使尼龙 66 的强度达到 $1.31\text{N} \cdot \text{tex}^{-1}$ 。

美国杜邦公司已开发出名为 Hyten 的脂族聚酰胺扁平单根长丝,其强度高于一般聚酯和聚酰胺纤维,其耐疲劳性能优于一般聚酯,而与一般聚酰胺相近。用作帘线时要比一般多股长丝捻成的帘线细,其模量也高于一般聚酰胺而与聚酯纤维接近。此外,还具有吸收能量高、不必加捻和与橡胶胶料粘强度高等优点。由于该纤维强度高,又具有扁平形状,故在轮胎中使用时可减少纤维和胶料用量,从而降低轮胎重量,降低汽车燃油用量和二氧化碳排放量。

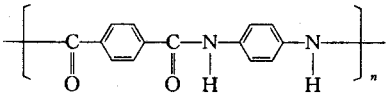
尼龙 46 是首先由荷兰 DSM 公司实现工业化生产的。该公司自 1990 年起以年产 11000t 规模生产该树脂,并且首先计划把所得帘线用来制造载重轮胎。由于该树脂具有结晶度高和结晶快速的特点,而且其熔点也高于尼龙 6 和尼龙 66,故要把它熔融纺丝制造纤维还存在许多难题。此外,在进行熔纺加热时会发生剧烈的热分解,且在未拉伸丝的纺出和冷却过程中会形成许多大球晶。该公司在日本尤尼契卡株式会社的协作下,采取了在缩聚过程中添加己内酰胺作为第三单体进行改性的方法,且在纺丝和拉伸条件等方面加以改进,成功地制得了长丝。现该公司已

形成年产 100t 的规模。尼龙 46 的模量和熔点均高于尼龙 6 和尼龙 66, 且其干热收缩率、尺寸稳定性和耐热老化性能均较好, 因此, 可制作各种要求耐热老化和尺寸稳定的产品, 如各种胶带、胶管和轮胎帘线之类的橡胶补强用纤维材料、缝线、过滤材料、电绝缘材料和毡料等。

2.2 芳族聚酰胺纤维

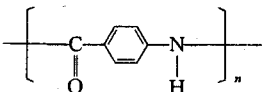
芳族聚酰胺纤维在这里特指全芳族聚酰胺纤维。由于在大分子长链中用芳基取代一般聚酰胺中的脂基, 分子链的柔性减小, 刚性增大, 使纤维的玻璃化温度、耐热性以及弹性模量等都有显著提高, 芳族聚酰胺纤维已成为当今世界各工业发达国家开发的重点之一。其中尤以美国杜邦公司最为积极, 该公司已开发出一系列以 Kevlar 命名的长纤维、短纤维和含短纤维的母炼胶向各国销售^[3]。

(1) Kevlar 或 Kevlar 29。它是该公司首先推出的产品, 其化学名称为聚对苯二甲酸对苯二胺(PPTA), 分子式如下:



其单体分别为对苯二甲酰氯和对苯二胺。采用低温溶液缩聚法, 经添加硫酸成液晶后纺丝和水洗、150℃空气干燥制成供帘线用的纤维。若在 550℃中于氮气保护下经补充热处理, 则能进一步提高该纤维的弹性模量并降低延伸率, 制成供复合增强材料用的纤维。该纤维具有高强度、高模量、低收缩和小蠕变等优异性能, 故有“合成钢丝”之称, 其产量的 3/4 被用在轮胎帘线和特种橡胶制品之中, 还可用作防弹衣、宇航服、特种帆布和绳索等。

(2) Kevlar 49 高模量级。其化学名称为聚对苯甲酰胺纤维, 分子式为



生产该纤维的单体为对氨基苯甲酸。在聚合

前先转化为对亚硫酸胺苯甲酰氯或对氨基苯甲酰氯的盐酸盐, 再溶解于溶剂中, 经低温溶液缩聚, 按干法或湿法纺丝及后处理制成纤维, 其强度略低于 Kevlar 29, 而其弹性模量在所有有机合成纤维中居首位, 又因其密度小, 故其比强度和比模量仅稍次于玻璃纤维、碳纤维和硼纤维。主要可用作复合材料, 如雷达天线罩、火箭发动机外壳和防腐蚀容器等, 也可用作高强度缆绳和涂覆织物, 近来又用于制作光缆。

(3) Kevlar 68 高模量级。据称它为综合上述两种纤维优点的新品种, 即其强度高于以上两个品种, 其模量略低于 Kevlar 49, 可用来制作耐断裂强度和抗冲击性能皆高于 Kevlar 49 的复合材料。

(4) Kevlar 100 纺前染色级。一般 Kevlar 系列纤维以纺后染色, 该产品是在原液阶段加以着色的纺前染色丝, 可用来制作防护服等。

(5) Kevlar 119 高耐久级。这是一种高耐疲劳型纤维, 是针对该系列其它品种耐疲劳性能差而开发的新品种, 是该系列中弹性模量最低、断裂伸长率和环扣强度最高的纤维。此外, 抗压性能也得到了改进, 可用来制作高耐久型轮胎、传动带、胶管和输送带等橡胶制品。

(6) Kevlar 129 高强度级。该纤维在 Kevlar 系列中具有 $2.33\text{N} \cdot \text{tex}^{-1}$ 的最高强度, 可用来制作要求质轻和强度高的防弹背心、缆绳、传动带和高性能轮胎等。

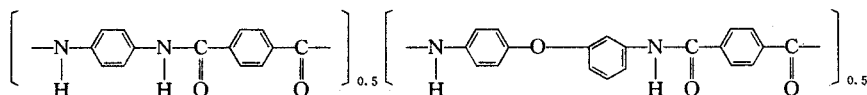
(7) Kevlar 149 超高模量级。它是 Kevlar 系列纤维中模量最高 ($97.68\text{N} \cdot \text{tex}^{-1}$)、强度最小的品种, 其含水率 (1.5%) 也最低, 故对与橡胶胶料粘合并有利, 可用来制造体育用品和直升机用复合材料等。

(8) Kevlar 干浆粕(原纤维)。它是高度原纤化的纤维, 具有耐磨和耐高温的优点, 可代替石棉用来大量制造制动和离合器用材料以及各种橡胶圈垫等。该产品是杜邦公司利

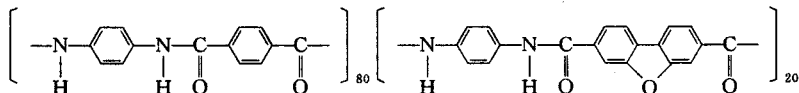
用其专利技术制造的直径约 $15\mu\text{m}$ 、长 1mm 的短纤维,其表面积可达 $7-9\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ (一般短纤维为 $0.1\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ 左右),故有极高的补强性能。

(9) Kevlar MB 短纤维母炼胶。它是含 44.4% 上述短纤维、44.4% 炭黑之类填料和 11.1% 橡胶的混合物。用来提高制品模量、耐磨、耐挤压和耐爆破等性能,配合橡胶制作轮胎、密封件、胶带、火箭衬胶或胶管等^[4]。

(10) 聚间苯二甲酰间苯二胺纤维。它是一种由芳族二胺和芳族二酸缩聚所制得的纤



其长丝产品有 T-200, T-221 和 T-241; 短纤维产品有 T-320, T-321 和 T-322 (其长度分别有 1, 3, 6, 12, 25, 30, 38 和 51mm 等规格); 浆粕产品有 T-340 (2mm 干长); 细纱产品有 T-360 和 T-370。其中长丝可用来制作帘线、绳索、编织物、橡胶或塑料增强材料等。短纤维可用来作树脂、粘合剂或水泥等的补强材料。浆粕可代替石棉以增强树脂,而细纱可制作防护衣或高增强材料等。该纤维与上述 Kevlar 29 相比,有强度高、耐酸碱、耐湿热和耐疲劳等优点,但也有耐高温性、阻燃性和色泽稍差以及模量稍低等缺点。



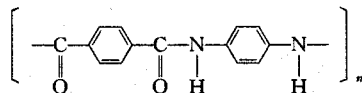
2.3 脂芳族聚酰胺纤维

脂芳族聚酰胺纤维已先后开发出聚对苯二甲酰己二胺纤维(习称尼龙 6T)和聚己二酰间亚苯基二甲胺纤维(MXD-6 纤维)等,皆用来制作轮胎帘线,但因在制造、成本和性能等方面的局限性,至今没有推广应用。

3 聚乙烯醇纤维

聚乙烯醇(PVA)纤维又称维纶纤维,具有亲水性好的优点,但其耐热水性和染色性

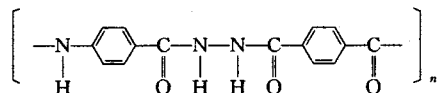
维,其分子式如下:



它是全芳族聚酰胺纤维中的主要品种之一。该纤维具有耐热性好、阻燃、热收缩率小、耐酸碱和抗辐射等优点,但与橡胶的粘合性差,可用来制作高温过滤材料、消防服、飞行服、降落伞、宇航服和电绝缘材料等。

(11) 日本帝人株式会社的 Technora 纤维。该纤维具有以下分子结构:

(12) 聚对苯二甲酰对氨基苯甲酰肼纤维。其单体为对苯二甲酰氯和对氨基苯甲酰肼,是采用低温溶液缩聚,后经干湿法纺丝制得的纤维。其分子式为



该纤维耐热性和抗水解性好,热分解温度为 525°C ,其强度为钢丝的 4 倍,模量为玻璃纤维的 2 倍,耐磨性和耐疲劳性优于玻璃纤维,因此宜用来制作帘线、织物和雷达屏罩等。

此外,还开发出了具有以下分子结构的全芳族聚酰胺纤维:

差。这种纤维在衣料领域已被其它化纤所取代,目前其 90% 以上的产品为工业用品,在橡胶制品方面可用来生产输送带、胶管和胶布等。由于其耐湿热性和耐疲劳性差,除可用作自行车或拖拉机轮胎帘线外,很少在其它轮胎中使用。但由于其原料易得、成本低廉,故近来以日本为主的工业发达国家着力于对其改性的工作,且已取得一定的进展。

日本藤原等人采用普通聚合度 ($n=1700$) 的聚乙烯醇在加有硼酸交联剂的水溶

液中进行湿法凝胶纺丝,使所得纤维具有 $1.94\text{N} \cdot \text{tex}^{-1}$ 的高强度。而车源日等人采用聚合度为 5000 的该树脂在 80 份二甲亚砜(DMSO)和 20 份水的溶液中以 48 倍的高延伸率进行干湿法纺丝,制得高熔点又不泛白的强度为 $2.11\text{N} \cdot \text{tex}^{-1}$ 的纤维。此外,功刀利夫等人采用聚合度为 11800 的树脂在添加甘油下进行干湿法凝胶纺丝,且经多级区域延伸,制得强度为 $2.11\text{N} \cdot \text{tex}^{-1}$ 、模量为 $83.60\text{N} \cdot \text{tex}^{-1}$ 的具有良好性能的纤维。山浦和男等人以三氟乙酸乙烯为原料合成了间同立构聚乙烯醇,在添加乙二醇下进行凝胶纺丝,且进行反复拉伸,制得了强度为 $3.87\text{N} \cdot \text{tex}^{-1}$ 、模量为 $91.52\text{N} \cdot \text{tex}^{-1}$ 的超高强度的纤维。能得到如此之高的性能指标缘于该树脂具有聚合度为 15000 的高分子量。

日本东丽株式会社也采用聚合度在 2000 以上的聚乙烯醇进行凝胶纺丝,然后用所得的强度在 $1.32\text{N} \cdot \text{tex}^{-1}$ 以上的纤维长丝制作帘线,且把该帘线用作子午线轮胎束层的骨架材料。与同类帘线相比,在保持原有高速行驶的操纵稳定性下显著提高了轮胎的耐久性、抗疲劳性等性能。由日本尤尼契卡株式会社开发的用凝胶纺丝法制得的特种纤维,其强度为 $1.32\text{N} \cdot \text{tex}^{-1}$,初始模量为 $22.00\text{N} \cdot \text{tex}^{-1}$,且有许多微孔。该纤维的抗疲劳性能优于芳纶纤维,而其制造成本远低于芳纶。这种特高抗疲劳性能缘于该纤维中的许多微孔,它们可使微原纤之间在多次变形时避免和减少彼此之间的摩擦,据称用这种纤维制得的帘线用于子午线轮胎束层中可提高子午线轮胎的高速耐久性能。

4 聚乙烯纤维

聚乙烯纤维又称乙纶纤维。近来,日本、荷兰和美国等国相继开发出具有超高强度和高模量的聚乙烯纤维。日本东洋纺织和荷兰 DSM 公司共同开发的 Dyneema 纤维,其强度达 $2.64\text{—}4.84\text{N} \cdot \text{tex}^{-1}$,模量为 70.40—

$123.22\text{N} \cdot \text{tex}^{-1}$,即其强度甚至超过芳纶,而模量也仅次于碳纤维。此外,该纤维还具有质轻、高抗冲、耐磨、耐疲劳、耐天候老化和耐化学药品腐蚀等优点。上述两公司采用分子量在 50 万以上的树脂,使之在溶剂中溶解而制得凝胶,在大分子较少缠结的情况下出丝、结晶和高倍拉伸,制得了分子结构高度规整、分子末端很少缠结的纤维。但该纤维目前尚存在着耐热性、粘合性和抗蠕变性不高的问题,对此正在进行改性研究。如使之交联可把其熔点从 140°C 提高到 180°C 左右。该纤维目前已用来制作绳索、电缆、防弹背心、防护布料、过滤布、衣料、降落伞、建筑材料、扩音器筒、头盔、盾牌、弓、雷达天线罩、光缆增强材料、压力容器、弹性天线、医疗用品和三维织物等。

5 其它有机合成纤维

据文献报道,目前已开发出以下特种有机合成纤维:2,2'-间亚苯基-5,5'-二苯并咪唑纤维(简称聚苯并咪唑纤维 PBI)、聚双苯并咪唑苯并菲咯啉纤维(简称 BBB 纤维)、聚酰胺亚胺纤维(商品名 Kermel)、聚酰亚胺纤维(商品名为 PRD-14)、经阻燃处理的聚酰亚胺纤维(商品名 Durette)、聚 2,6-二苯基对苯醚纤维(商品名 Tenax)、聚对苯二甲酰草酰双脒腈纤维(商品名 Enkatherm)、聚亚苯基噁二唑纤维(简称 PODE)、聚亚苯基苯并二噁唑(PBO)、聚亚苯基苯并二噻唑和三维交联型的酚醛纤维(商品名 Kynol)等。以上特种合成纤维除三维交联型酚醛纤维和聚酰胺亚胺纤维已进行工业规模生产外,其余都因制造成本高、售价昂贵等原因,至今仍处于试产阶段,但专家认为上述 PBI 类纤维将很快得到扩大生产和应用^[5]。

6 碳纤维

日本东丽株式会社采用高强度、高模量的碳纤维作为增强材料,业已开发出重量轻

和高速性能良好的轿车轮胎,且申请了日本专利。但碳纤维存在着脆性大和耐屈挠性能差等问题,日本横滨橡胶公司采用与钢丝并用和改进结构等措施,已将碳纤维成功地应用于外胎带束层中。此外,该公司认为若把碳纤维帘线适量用于胎圈中,可提高轮胎的耐久性能。日本横滨橡胶公司还有以碳纤维帘线代替胎圈钢丝从而减轻整胎重量的计划^[6]。

7 结语

由于国外工业发达国家轮胎制造业主要从事子午线轮胎特别是子午线无内胎轮胎的生产,近年来又较大规模地从事子午线无内胎宽断面轮胎和其它高性能轮胎的生产,因此作为影响轮胎性能主要因素之一的轮胎帘线,近10年来经历了巨大变化,钢丝的用量剧增,聚酯帘线略增,尼龙帘线下降,浸胶帘线略降。最近以美国为首的各国政府和产业界人士纷纷要求减轻汽车和轮胎重量,以降低燃油消耗和二氧化碳排放量,故上述各国着力于对已有轮胎帘线用纤维改进和对帘线用新材料的开发。

在主要用作轿车和轻型载重轮胎帘线的聚酯纤维方面,业已开发出第二代尺寸稳定型聚酯(DSP)、第二代高模量低收缩聚酯(HMLS)、超高分子量聚酯(U-PET)、聚苯二甲酸乙二醇酯(PEN)及其复合纤维以及各种全芳聚酯(如 Vectran)等纤维和帘线。

在主要用作斜交轮胎帘布层帘线的脂聚酰胺纤维方面,业已开发出部分定向丝(POY)尼龙、低温等离子拉伸尼龙66、有弹性外层的尼龙6、杜邦公司的扁平单根长丝

(Hyten)和DSM公司的尼龙46等纤维和帘线。

主要用以代替钢丝的芳纶,业已开发出Kevlar系列(如Kevlar 29, 68, 119和129等)和日本帝人株式会社的Technora纤维和帘线。

在主要用作轮胎钢丝圈外包布、自行车或拖拉机轮胎帘线的聚乙烯醇方面,已有日本东丽株式会社的凝胶纺丝和日本尤尼契卡株式会社的具有微孔的纤维和帘线。

新近开发的超高强度、高模量聚乙烯,其交联型纤维有可能用来制造轮胎帘线。

其它有机合成纤维,如三维交联型酚醛、聚酰胺亚胺和聚苯并唑类(如PBO和PBT)等纤维有很大的应用价值。

高强度和高模量的碳纤维已开始试用于轮胎胎圈和带束层之中。

参考文献

- 1 Rim P B *et al.* Dimensionally stable polyester replacing rayon in European tire market. Rubber World, 1993; 209(1):44
- 2 Leumer G *et al.* High modulus low shrinkage-polyester multifilamente als verstaerkungsmaterial in reifenkarkasse. Kaut. Gummi Kunstst., 1995; 48(1): 22
- 3 福原节雄. タイヤユードの动向. ポリファイル, 1993; 30(11):44
- 4 Schuler T F *et al.* Kevlar short fiber reinforcement of elastomer matriees Kaut. Gummi Kunstst. 1992; 45 (7):548
- 5 黒木忠雄等. 超高强力纤维的开发与展望. ポリマーダイジェスト, 1993; 45(2):22
- 6 福原节雄. タイヤユードの动向. ポリファイル, 1992; 29(5):19