

改变欧洲轮胎生产的新型聚酯帘线

John D. Burrows 著 王晓冬摘译 涂学忠校

用聚酯帘线作轮胎的增强材料决不是件新鲜事。在美国和日本,轮胎生产商设计和生产胎体及带束层均采用聚酯帘线增强的轮胎已经有很多年了。

从发展历史看,轮胎增强材料先从使用人造丝到尼龙,又发展到使用聚酯帘线,是降低轮胎生产总成本和提高尼龙增强轮胎技术性能的要求促进了这种转变。

在欧洲,使用聚酯增强材料的发展趋势比美国和日本缓慢。多年来,一直到最近,人造丝都是欧洲轿车子午线轮胎所选用的增强材料。其原因是:

(1) 欧洲具有充足的人造丝资源可满足市场需求;

(2) 人造丝纤维及帘布容易加工;

(3) 人造丝增强的轮胎性能比其它现有材料增强的轮胎优异;

(4) 纤维的价格可以接受。

人造丝长期占有欧洲市场的一个主要原因是轮胎工业及帘线工业已经有很多年使用人造丝的经验 and 完善的加工设备。缺少能够有效替代人造丝的有竞争力的纤维也是另外一个原因。

1 聚酯纤维的发展

近几年来,随着聚酯在技术和经济上的竞争力超过了人造丝,欧洲轮胎生产商已经趋向于用聚酯替代人造丝作轮胎增强材料,这一趋势是由于聚酯纤维生产技术从70年代和80年代初开始有了很大发展而产生的。

在70年代和80年代初期,纤维生产商推出了用于轿车轮胎胎体等应用领域的聚酯纤维,这种材料就是现在常说的“普通”聚酯。

在这段时间里,胎体接头凹陷,即胎侧凹

陷(SWI)是聚酯增强轮胎的主要缺陷之一。聚酯增强轮胎成型中出现的其它问题可以通过调整帘布浸渍条件以改变相对收缩率和模量,或通过调整轮胎成型和硫化工艺而得到解决。但是,处理成低收缩率只会加重由于轮胎中帘线模量低而产生的问题,导致胎侧凹陷,使轮胎性能无法达到最好。于是在80年代初期,人们努力使普通聚酯满足轿车子午线轮胎最基本的技术要求。然而纤维工业还未开始开发可选择使用的新型聚酯。由于欧洲轮胎生产商拥有使用人造丝的经验且资源丰富,因而没有转向使用聚酯的动力,因此纤维工业对于用聚酯作欧洲轮胎增强材料进行的评估,几乎未改变欧洲的轮胎设计和技术规范。

2 不足之处

从80年代初期以来,聚酯的研究开发活动导致了很多人造丝产品问世,它们能够满足而且超过轿车子午线轮胎的性能要求,最主要的性能要求是目前所说的“尺寸稳定性”。

尺寸稳定性是一个反映热塑性纤维固有定伸应力的参数,有很多数学定义,但是最常用(简单)的是44 N定负荷伸长率和热收缩率的代数和。由于这一参数决定着一种纤维能否经过处理得到所需的模量而不会产生不利的高热收缩率,因此对纤维开发工程师、轮胎生产工程师和设计师来说是非常重要的。

一定模量(由44 N定负荷伸长率量度)下收缩率的大小对轮胎生产工艺和轮胎性能有显著影响。这些影响与轮胎在硫化及随后的冷却过程中帘线收缩时出现的变化有关,且对轮胎产生不同的影响。

(1) 轮胎规格和尺寸变化(轮胎周向尺寸

和断面宽度不同);

(2) 轮胎均匀性差(整个轮胎帘线收缩不均匀所致);

(3) 轮胎的耐久性(帘线/胶料移动和轮胎几何形状);

(4) 胎体接头凹陷(SWI, 轮胎中胎体帘线模量改变所致);

(5) 轮胎性能改变(归因于轮胎中帘线性能)。

3 尺寸稳定型聚酯

很多年以来, 联信公司一直在其位于美国弗吉尼亚州彼得斯堡的纤维分部技术中心、最近又在法国隆拉维尔和美国新泽西州莫里斯城的公司实验室进行聚酯轮胎帘线的研究开发工作。该公司第1代尺寸稳定型聚酯(DSP)纤维于1986年商品化, 这时轮胎增强用新型聚酯纤维已开始在欧洲出现。

经过进一步技术开发, 又有几代新型聚酯纤维实现了商品化, 这些纤维表现出较高的尺寸稳定性和高强力, 以致接近达到甚至超过欧洲轮胎工业期望值的性能。

图1(略)显示了各代聚酯纤维的热机械性能发展状况(该示意图总结了普通聚酯纤维1W70和前3代新型DSP纤维的收缩率与帘线模量之间的关系)。

4 聚酯时代的到来

尽管所花的时间比预想的要长, 但在欧洲, 聚酯作为轮胎增强材料的时代已经到来。目前, 约有25%的轿车轮胎采用DSP作胎体增强材料。1996年, 聚酯轮胎增强材料的用量将达到2万t左右。现在, 每个西欧轮胎生产商或已使用或正在评估轮胎增强用聚酯纤维; 欧洲中部的发展模式大致与此相近。在过去的18个月中, 非洲和中东地区聚酯增强材料的应用得到迅速发展。需要提高在价格和性能方面的竞争力是驱使轮胎生产商采用聚酯纤维替代人造丝的主要因素。近几年

来, 轮胎工业一直承受着保持甚至降低价格的极大压力。通过采取各种措施, 包括降低增强材料成本, 使轮胎成本得到了控制。

现在聚酯经常被指定用作轮胎增强材料有很多原因:

(1) 聚酯纤维的技术性能已经达到了用于轿车子午线轮胎可以改善轮胎性能的程度;

(2) 对于聚酯在以前认为不适用的H, V和Z速度级轮胎中的应用已经取得了足够的经验;

(3) 近年来, 胎体增强材料的经济性要求有利于转向使用聚酯纤维;

(4) 发展聚酯纤维生产能力的许诺已经得到证实, 另外继续投资并支持轮胎工业需求的许诺也是显而易见的;

(5) 轮胎工业的全球化导致美国和日本轮胎生产商的许多经验在欧洲也能得到。

增强材料在世界各地的可获得性是全球化战略获得成功的关键因素。规模经济以及轮胎和汽车工业的全球化提高了各国和各生产商之间交换轮胎生产能力获得许可的可能性。1989~1994年欧洲轮胎增强纤维的实际消耗量和1995~1999年的预测情况见图2。从图2可以看出聚酯增强材料逐渐替代人造丝的发展趋势。从中还可以看出许多主要的发展趋势: 1989~1994年轿车轮胎增强纤维的总需求量发展相对稳定; 预计未来总需求量每年将增长2.5%; 目前和将来人造丝的消耗量与90年代初期相比呈下降趋势,

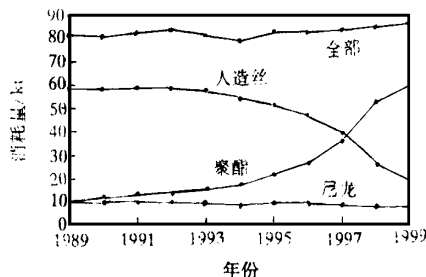


图2 欧洲轿车轮胎增强帘线消耗量

聚酯消耗量会相应增长。

5 欧洲聚酯生产能力提高

轮胎用聚酯的消耗量与其现有生产能力有必然的关系。1989年以来西欧 DSP 生产能力的发展变化见图 3(略)。预计从 1995 年开始到本世纪末之前,当聚酯的产量超过人造丝之后,轮胎生产商对聚酯的需求量才会增长。

在 80 年代,西欧实际上并没有聚酯轮胎增强材料。随着新型聚酯的出现,当许多大轮胎公司发现了高模量、低收缩(HMLS)和 DSP 等新型轮胎增强纤维的优点时,转用聚酯的进展非常迅速。

目前,欧洲轮胎生产商已经取得了使用新型聚酯增强材料的极好经验,但是完全摆脱人造丝还要花一段时间。由于欧洲轮胎公司在使用人造丝过程中所作的承诺,因此不可能立即 100%改用聚酯进行生产。目前,在欧洲除轿车子午线轮胎以外,还有轻型载重轮胎、农业轮胎及“娱乐汽车”轮胎等其它轮胎均采用 DSP 进行生产。一些没有大量内部资源的小型独立轮胎生产商正经历聚酯轮胎商品化的初期阶段。

在欧洲中部,大多数先进的轮胎生产商已经开始大量应用聚酯纤维作轿车轮胎胎体增强材料。其它生产商正进行测试和鉴定试验。

在未来的一年中,随着现在投资建设项目的竣工,预计这些市场将有很大发展。

6 新产品的不断开发

两年前,尽管怀疑欧洲轮胎工业不会支持增加新型聚酯的生产能力,但是联信公司仍在朗拉维尔开始其工业用聚酯的生产。这一举措使联信公司走到了推动欧洲生产的轮胎向使用聚酯方向发展的最前沿。目前,在欧洲,无论是联信公司还是其它生产商生产的 DSP 均已脱销,联信公司宣称要将其法国

工厂 DSP 纤维的产量提高 1 倍以满足不断增长的需求。

若采用精心开发的帘线加工工艺、轮胎设计和轮胎加工工艺,可使最新一代聚酯纤维非常适用于包括 Z 速度级轮胎在内的所有等级的轿车子午线轮胎。但是目前欧洲聚酯的应用仍受纤维的可获得性和欧洲轮胎工业为更迅速地应用聚酯其内部的开发能力这两个因素的制约。

如上所述,可获得性已经通过增加全球生产能力而得到提高。未来几年,进一步的开发工作主要集中在加工性能(使新型聚酯更容易加工)和技术(扩大这种材料的应用)方面。

7 提高加工性能

聚酯为轮胎生产商提供了获得显著经济效益的机会,但由于聚酯不同于人造丝,其加工有以下一些困难:

纤维的处理	浸渍配方
	处理温度
	处理设备生产能力/生产能力
轮胎成型	帘布手感-刚性
	混入空气-气泡
配方	氨解、粘合性
浸渍配方	胎体接头凹陷、均匀性

聚酯轮胎帘线的处理完全不同于人造丝,整个加工过程要求处理设备能够保持较高的温度,还要求对浸渍配方进行调整以得到所需的粘合力。

实际上,对聚酯纤维处理设备的技术要求使很多小型人造丝浸渍设备闲置下来,这就是说聚酯纤维的浸渍必须交给具有专用处理设备的公司。聚酯浸渍设备现有生产能力将会增大,以使聚酯轮胎帘线的用量持续提高。

加工工艺需做一些调整。例如,对于轮胎成型工艺,一种轮胎帘布的手感是直接了

当的,这要求轮胎生产者精心调整轮胎操作工序,以获得满意效果。另外,聚酯的刚度较高意味着有时需要对轮胎的成型周期进行调整,以避免混入空气,形成气泡。

轮胎的配方设计人员也受到聚酯用量增长的影响。因而投入了大量精力以优化关键性胶料,使其充分满足聚酯轮胎设计的需要。由于联信公司和其它聚酯生产商开发了新型聚酯纤维生产技术,轮胎生产商对聚酯帘线的态度变化非常快。

由于聚酯的用量开始增加,因此最终的检验标准经常变化。应用新型聚酯并不会导致轮胎均匀性及胎体接头凹陷等变差,但是轮胎工业已开始习惯未雨绸缪,因而预计将继续持非常谨慎的态度。

总而言之,新的聚酯生产技术将开创聚酯增强材料在轮胎生产中占优势的新纪元。随着生产技术的变革,聚酯轮胎增强材料的重要性迅速提高,而人造丝却日趋没落。

聚酯的生产过程对环境更有益是促使轮胎行业趋向使用聚酯的另外一个原因,人造丝的生产过程会污染环境,与之相反,聚酯的生产包括其间副产品的处理均不会对环境造成污染。

8 高附加值技术

强度和尺寸稳定性是轮胎增强材料的两个主要物理性能,纤维使用者可以很简单地按常规方法对其进行测试,而且这两项性能也是用户要求的首要性能。纤维的其它重要性能包括耐疲劳性、刚性、通用加工性能和粘合性能。

目前生产的聚酯产品强度与尺寸稳定性(用一定收缩率下的LASE-5来表示)的关系见图4(略)。对未来聚酯纤维的性能要求由该市场的消费者决定。

从图4可以看出,联信公司的研究开发工作主要集中在可以生产产品强度高且尺寸稳定性好的纤维的技术开发上。但是其它影

响纤维性能的参数也需要进行评价和提高,以使开发的聚酯纤维在竞争日益激烈的轮胎市场中不断保持竞争力。

虽然通过改进设计,纤维和胶料配方已使轮胎内疲劳破坏基本消除,但仍在研究各种提高纤维耐疲劳性能,从而开拓聚酯纤维应用前景的方法。

同样,纤维纺丝技术及后处理化学工艺也正在取得进展,这将进一步改善聚酯的加工性能和提高其生产效率。对于浸渍帘线的刚性和芯吸现象给予了特别的关注。

纤维的物理(拉伸)性能以及加工性能有望同时得到改善,这恰好将有助于聚酯更好地在要求日益苛刻的轮胎中应用,使轮胎生产厂获得显著提高的附加值。

9 PET以外的产品

为满足轮胎生产商目前和近期目标的要求而进行的大多数开发活动都是基于现有产品的改进和调整。一般认为,可以采用这种方法通过一些辅助技术生产下一代DSP,但是PET均聚纤维生产技术的发展已经接近达到了极限。为了超越这一极限,将需要在纺丝工艺和聚合物方面有较大的变化。

这种变化的一个实例是以PEN(聚萘二甲酸乙二醇酯)为基础的纤维。这种聚合物属于聚酯类,但与现在所说的PET聚酯材料有所不同,PET是由对苯二甲酸与乙二醇聚合制得,而PEN则是由萘二羧酸与乙二醇聚合制得。反应产物的分子链中含有芳环,对提高所得纤维的强度和尺寸稳定性有影响。

PEN聚合物的加工工艺与聚酯基本相同,其主要性能与人造丝及联信公司的1X30 DSP的性能比较见表1。

PEN被认为是人造丝极好的替代物,部分原因在于其高温性能非常优异。由于PEN玻璃化温度比PET高72℃,因此PEN在150℃的高温下仍具有较高的模量,而PET在近100℃时模量开始下降,到150℃

表 1 纤维帘线性能比较

性 能	人造丝	1X30	PEN
断裂强度/(cN · dtex ⁻¹)	40	63	70
断裂伸长率/ %	10	13	9.5
LASE-5/(cN · dtex ⁻¹)	26 *	26	46
66 N 定负荷伸长率/ %	3.2 **	3.4	1.5
收缩率/ %	-	2	2

注: PET, PEN 帘线规格为 110dtex/3 (315 × 315 捻 · m⁻¹); * 干燥浸渍帘线; ** 规格为 110dtex/3。

时已经超过了实际轮胎性能所需的范畴。

10 PEN 在高性能轮胎中的应用

高级汽车要求轮胎性能高且尺寸大、减小质量及降低材料成本,从而为高强度、高模量纤维在大规格单层胎体轿车子午线轮胎中的应用提供了机会。

PEN 的尺寸稳定性好有助于所生产的轮胎具有极好的均匀性、胎侧外观和高温稳定性,而 PEN 的强度性能则可使大规格轮胎采用单层胎体结构。PEN 的高强度和高模量使其可以用作冠带层纤维,以减小轮胎质量、改善均匀性,也有可能降低成本。

冠带层帘布收缩对轮胎的均匀性有不利影响已经得到证实。PEN 由于既有较高收缩力又有较低收缩率,因此从理论上讲它最适宜用于冠带层。另外, PEN 的高拉伸模量将使其很有可能用于钢丝/织物复合带束层。

PEN 纤维有可能替代钢丝帘线用作小型和中型载重子午线轮胎单层胎体的增强材料。它优于钢丝的优点包括质量小、耐腐蚀、

可回收和配方设计简单。目前正在进行调查研究以评价 PEN 在普通轮胎和高级轮胎中的应用。

由于 PEN 纤维用作轮胎增强材料是一项新发展,所以 PEN 商品的销量很有限。然而轮胎工业的正面反馈意见和对这种纤维用于轮胎的长远目标的继续支持都会导致对工业化生产的投资和将实现大幅度降低材料成本的规模经济。

11 聚酯用量迅速增长

在过去的 10 年间,聚酯纤维已从一种新型材料发展成为轿车子午线轮胎的增强材料。纤维技术的进步已为轮胎工业提高产品性能和竞争力而不提高价格或破坏环境提供了机会。

聚酯纤维的新技术由于其在成本、性能以及环保方面的优势已经开创了新型聚酯作轮胎增强材料的新时代,而人造丝的用量持续下降。到本世纪末,中、西欧将基本完成向使用聚酯的转变。

随着技术的进步、市场和经济的发展以及对更大附加值要求的日益强烈,在未来的几年里,非洲、中东及东欧的聚酯用量将急剧增长。

由于轮胎工业开始向使用聚酯转变,联信公司有意支持并与轮胎工业一起发展。

译自英国“Tire Technology International 1996”, P140 ~ 145

华中强化轮胎公司建成投产

由美国克劳斯顿有限公司和武汉市公汽总公司合资经营的武汉华中强化轮胎有限公司日前在武汉建成投产,成为我国华中地区第 1 家以世界最先进技术翻新轮胎的企业。

该项目投资 500 万元人民币,中方占 51% 股份,美方占 49%,引进处于世界轮胎翻新行业领先地位的美国班达克公司的低温硫化强化轮胎技术,从事子午线轮胎和斜交

轮胎的强化翻新和销售业务,年产强化翻新轮胎 3 万条。

武汉华中强化轮胎有限公司美方总裁熊光华先生称,班达克强化轮胎具有别具一格的可靠性和持久性,产品原料全部由美国供货,花纹达 200 种以上。强化轮胎里程可达 8 万 km,超出国产新胎的水平,经测算,可为使用该轮胎的企业节约相关费用 25% 左右。

(摘自《中国化工报》,1998-02-12)