

# 国内外帘布工业的现状与发展趋势

高称意

(北京橡胶工业研究设计院,北京 100039)

**摘要:**对国外帘布工业的新技术、新型原材料及帘布行业格局的重新调整进行了阐述,并针对我国帘布工业的现状、面临的困难提出了宜采取的对策。我国帘布行业应进行重组,形成具有国际竞争力的企业集团,加强技术改造和设备更新,积极开发新产品、采用新技术。

**关键词:**橡胶;帘布;现状;前景

**中图分类号:** TQ330.38<sup>+9</sup> **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-8171(2001)02-0067-06

## 1 国外帘布工业的发展动向

### 1.1 新技术不断出现

帘布工业虽然已经走过一个多世纪的发展历程,但至今其制造技术仍在不断发展,特别是计算机技术、工业自动控制技术等高新技术在帘布生产上的应用,给这一传统产业注入了新的活力,为提高生产效率和产品质量提供了技术保证。

#### 1.1.1 捻线新技术

倍捻机和直捻机的出现,提高了捻线效率并提高了帘线的品质。

倍捻机的工作特点是,钢领钩在钢领上每旋转1周即给帘线加上两捻,工作效率比传统的环锭捻线机提高了1倍。

直捻机的工作特点是,将纤维束丝喂入直捻机,一次完成初捻、复捻两个工序,成品即为帘线。采用直捻机不但可提高工作效率,而且帘线强力损失比传统的两次加捻减小,同时使帘线的力学性能更加均匀。但直捻机只能捻两股帘线,且要求帘线的线密度不能超过4500 dtex<sup>[1]</sup>,如果将上述缺点加以改进,无疑会促进直捻机在帘布行业的应用。

#### 1.1.2 织布新技术<sup>[2]</sup>

传统的有梭织机正逐步被淘汰,取而代之

之的是剑杆织机、片梭织机及喷水、喷气织机。

目前,帘布行业普遍采用剑杆织机和片梭织机。这些新型织机的工作效率较传统有梭织机提高近50%(有梭织机的最高工作效率为450 纬·min<sup>-1</sup>,而剑杆织机的最高工作效率可达650 纬·min<sup>-1</sup>),而且帘布的质量亦有所提高:布面更加平整且帘线在织造过程中的强度损失更小,特别是在剑杆织机和片梭织机工作时,纬线是一纬一根,两头回盘,从而克服了采用有梭织机造成的经线边密度过大的缺陷。此外,在保证产量的前提下,采用剑杆织机或片梭织机可减少30%的机械装备数量,并由此减少筒子架数量及厂房面积。

#### 1.1.3 浸渍热处理新技术

浸渍热处理的技术发展表现为两个方面:一是浸渍粘合技术,特别是芳纶粘合技术的发展;二是浸渍热处理机械大量采用高新技术。

##### 1.1.3.1 粘合技术的最新发展

目前,人造丝、尼龙、聚酯的粘合处理技术已经成熟,而近些年,芳纶粘合技术的研究工作异常活跃。

对芳纶进行粘合处理通常采用与聚酯粘合处理一样的二浴法工艺路线:第一浴采用水基环氧树脂,第二浴采用传统的间苯二酚-甲醛-胶乳(RFL)浸渍剂。新开发的芳纶粘合处理方法<sup>[3]</sup>主要有:

(1)用空气等离子体处理芳纶束丝表面经等离子体处理的芳纶束丝的表面产生许

作者简介:高称意(1946-),男,河北任丘人,北京橡胶工业研究设计院高级工程师,主要从事合成纤维骨架材料的应用研究与产品开发工作。

多粘合活性点,然后将这种束丝进行捻线、织布制成白坯帘布,再用 RFL 浸渍液浸渍,从而获得满意的粘合效果。

实际上,用等离子体处理芳纶束丝是利用了等离子体对纤维表面的“刻蚀”作用,属于物理方法。其缺点是刻蚀作用会使纤维强度有一定程度的损失,且随时间的延长,某些受刻蚀的部位会出现复原现象,即浸渍帘布的粘合强度随时间的延长而减小。这种方法同样适用于聚酯纤维的表面活化处理。

#### (2) 用氟气体处理芳纶束丝表面

将氟气先制成高浓度的与氮气的混合气体,再用空气稀释,将纤维束丝以一定的速度通过充满这种气体的处理器(箱体结构),处理后的芳纶束丝再用与方法(1)同样的方法进行处理即可制成浸渍帘布。

这种处理方法利用了氟气体的强腐蚀性,作用原理与用等离子体轰击芳纶纤维表面的方法一致,属物理处理方法。但经氟气体腐蚀过的芳纶纤维表面活化点的复原倾向低于等离子体处理方法,从维持粘合强度耐久性的角度考虑,这种方法优于方法(1)。

#### (3) 采用新型粘合处理剂 Ionothane<sup>[4]</sup>

荷兰 AKZO 公司开发的新型粘合处理剂 Ionothane 是为 V 带类制品开发的。切割式 V 带通常采用含异氰酸酯的苯类溶液处理的芳纶或聚酯线绳,以获得满意的粘合效果和硬化效果。但由于硬化了的线绳的强力和耐疲劳性均会劣化,而且异氰酸酯和苯类溶剂均属毒性物质,从环境保护角度考虑也不提倡采用。

粘合处理剂 Ionothane 是一种易溶于水的离子型聚氨酯,经 Ionothane 溶液处理的芳纶帘线或线绳的柔韧度较采用异氰酸酯处理有所改善,强度可提高 10%,耐疲劳性提高 30%~40%,而且 Ionothane 属低毒性材料,可以解决处理过程中的污染问题。

采用新型粘合处理剂 Ionothane 存在如下缺点:

处理后帘线或线绳的硬度不及用异氰酸酯处理,当将其用作切割式 V 带骨架材料时,切割后的线绳容易起毛,从而影响 V 带外观甚

至工作寿命;

粘合处理剂 Ionothane 是一种酸性材料,由于浸渍过程是在高温下进行,因此蒸发出的酸性蒸气对浸渍设备有一定的腐蚀性;

售价过高,从工业化应用的角度考虑难以接受。

#### (4) 采用新型芳纶粘合活化剂

1999 年,荷兰 Acordis-AKZO 公司宣布开发出新型芳纶粘合活化剂,但只介绍说这种粘合活化剂是表面粘合活化剂,未宣布其具体化学组成。采用这种粘合活化剂可以简化活化处理工艺,减轻处理过程对环境的污染。

上述 4 种芳纶粘合活化处理方法的共性是对芳纶纤维表面进行活化处理,赋予芳纶纤维粘活性,采用这种纤维制成的白坯芳纶织物只需再用传统的 RFL 浸渍液处理即可获得令人满意的与橡胶的粘合效果。

### 1.1.3.2 浸渍热处理装置的技术进步<sup>[5]</sup>

近年来,大量的高新技术应用于浸渍机,使浸渍机的浸渍效果日臻完善。

#### (1) 热媒的改进

热处理所用热媒由蒸汽加热、电加热发展为气体燃料燃烧加热、远红外线加热、导热油循环加热等。用户可根据本地区能源结构和价格情况选择适当的热媒。

#### (2) 张力施加方式的改进

拉伸及定型处理采用速差方法对织物施加张力(或负张力)达到拉伸或回缩的目的。速差实现方法有 3 种:直流电机变压调速、交流电机可控硅调速、更换传动齿轮(20 世纪 90 年代前的线绳浸渍机多用此法)。

近年来,交流电机变频调速技术应用于浸渍机,采用这种技术与交流电机可控硅调速技术相比,速度调节精度更高(可达 0.01%)、响应更加迅速、控制范围更宽。其控制精度之高可确保在需要紧急停车时,在无张力损失及不损坏帘布的情况下将车速从最大变为零,这种控制方法的功率因数高达 0.98。

#### (3) 定中心装置的改进

传统浸渍机的织物定中心装置采用机械接触式电反馈纠偏方法,响应时间长,控制精度

低。近年来发展起来的光电非接触式定中心装置,响应时间大大缩短,纠偏精度更高,保证了浸渍工艺的顺利进行,成品帘布卷装成型整齐、美观,使轮胎厂实施压延工艺更加方便。

#### (4) 卷绕装置的改进

帘布成品卷绕装置改机械传动卷绕为摩擦被动卷绕并以力矩电机施加卷绕动力,保证卷绕全过程张力一致,因此可简化包装工序。

#### (5) 装备保险装置

浸渍机上采用了保险装置,提高了浸渍作业的安全性。由于浸渍作业中排放的有毒、易燃气体对操作人员的身体健康和设备的安全造成威胁,因此现在的浸渍机上大都安装了有害气体浓度报警装置,一旦有害气体(特别是易燃气体)浓度达到临界值,即自动报警并开启强制排风装置把机内有害气体浓度降低至安全范围。

#### (6) 装备废气、废水回收净化装置

环保问题日益引起人们重视,浸渍机与废气、废水回收净化装置一同运行,实现废气、废水的低浓度排放甚至零浓度排放。由于废气、废水回收净化装置造价相当高,价格一般可达主机价格的50%~60%,因此影响其大量推广应用。

#### (7) 计算机全程监控

浸渍机全程工艺控制由传统的手工仪表单独控制变为计算机全程监控,实现了人机对话。操作者只需通过键盘输入各工艺参数信息,计算机即可在运转过程中将各种工艺参数的控制值及瞬时实际值完全显示在显示器屏幕上,一目了然。

### 1.2 新材料不断出现

#### 1.2.1 原有纤维分类更细<sup>[6]</sup>

原有纤维材料的性能不断完善,以性能特点划分的牌号更加细化。

(1) 尼龙纤维是轮胎行业应用量最大的纤维品种,已有近70年的历史,制造技术已相当成熟。近年来,人们仍在不断研究以改善其性能,重点是提高强度、降低断裂伸长率以改善轮胎的平点现象。

美国杜邦公司开发成功的高强度尼龙长丝

的强度比以往产品提高了15%~20%。该公司在我国青岛建厂生产这种纤维以满足远东市场的需求。我国的神马帘布集团有限责任公司也已立项自主开发这种纤维的制造技术。

(2) 聚酯纤维是继尼龙纤维后开发出的第2种合成纤维,已有近50年历史。近年来,完善性能的工作围绕两点:一是提高其强度,目前工业用聚酯长丝的强度已达 $8\text{ cN} \cdot \text{dtex}^{-1}$ 以上,接近和达到了原尼龙长丝的强度;二是促进聚酯骨架材料在子午线轮胎中的应用,改善其尺寸稳定性——提高模量、降低热收缩率。

美国联信公司于20世纪80年代成功开发出尺寸稳定型聚酯即DSP纤维,至今已形成3代产品、5个牌号的系列产品。有些牌号产品的尺寸稳定性接近人造丝的水平,有些牌号产品的强度接近普通聚酯长丝。

(3) 芳纶纤维自70年代由美国杜邦公司开发成功后,在近30年的时间内经历了由军用战略物资向民用材料过渡的历程,价格也降低了50%以上。

1999年,欧洲轮胎用芳纶骨架材料达到60t,管带类橡胶制品用芳纶骨架材料达到1000t。同期,全世界轮胎行业用芳纶的消耗量为155t,管带行业用芳纶的消耗量为2400t。

芳纶纤维性能不断完善、规格和品种不断细化,形成了适应不同应用需要、各具性能特点的不同牌号的细化品种,如杜邦公司目前有9个牌号的芳纶纤维,而Acordis-AKZO公司仅供橡胶工业用就有11个牌号的芳纶纤维,用户可根据自己需要选用适当牌号的产品。

#### 1.2.2 新品种纤维的开发

##### (1) PEN纤维<sup>[7]</sup>

PEN纤维,即聚对萘二甲酸乙二酯纤维,它仍属聚酯类纤维,其结构相当于将普通聚酯(PET)分子链上引入第二个苯环形成萘环,即PET纤维是聚合态的苯基酸酯,而PEN纤维则是聚合态的萘基酸酯。

由于聚酯纤维的性能已趋近于其所能达到的极限,要进一步提高强度、改善尺寸稳定性,必须从改变分子结构入手开发性能更好的纤维。PEN纤维的分子结构决定了其分子链刚

性比传统的 PET 纤维更大,从而产生一系列的优于 PET 纤维的性能:

玻璃化转变温度及熔化温度更高,因此用 PEN 纤维制成的骨架材料的耐热性更好;

强度更高,比 PET 纤维高 20%~25%;

尺寸稳定性更好,其模量提高了 130%,热收缩率与 PET 持平;

耐疲劳性也较好,屈挠疲劳后 PEN 帘线的强力保持率提高了 5%~10%;

压缩模量是所有化学纤维中最高的。

美国联信公司开发了 PEN 纤维并积极促进这种纤维的工业化生产,不仅扶植原料生产,而且努力实现经济规模以降低售价。该公司还与意大利倍耐力轮胎公司联手研制以 PEN 纤维骨架材料增强的赛车用高性能轮胎,并取得十分满意的效果,倍耐力公司已开始准备 PEN 纤维增强轮胎的工业化生产。

可以看出,PEN 纤维将是继 PET 纤维之后子午线轮胎骨架材料又一可供选用的材料,美国联信公司已向市场推出 PEN 纤维系列产品,系列号以 IP × ×(× ×代表 2 位数字)标记。

### (2) POK 纤维<sup>[8]</sup>

POK 纤维是聚酮纤维,其强度指数为 200(人造丝为 100,聚酯为 120,PEN 为 140,芳纶为 300),模量指数为 250(人造丝为 100,聚酯为 60,PEN 为 100,芳纶为 300)。

POK 纤维之所以有如此优异的性能是由于其分子链骨架为纯粹的 C—C 直链,仅有一 H 及 =O 两种侧基,而且分子取向度很高。

POK 纤维还有极好的耐热性和低蠕变性。与人造丝、芳纶等热固性纤维一样,POK 纤维的模量在轮胎使用温度范围内几乎保持不变,而聚酯、PEN 等热塑性纤维的模量在轮胎使用温度范围内随温度升高而明显下降。由此可见,POK 纤维可能成为高速度级、高性能子午线轮胎的增强材料,是下一代子午线轮胎用纤维骨架材料的极富竞争力的候选材料。

英国的壳牌化学公司早在 17 年前就已首先生产 POK 树脂,目前它仍是 POK 树脂的唯一生产公司,它在英国的卡灵顿和美国路易斯

安娜州的 Geismar 分别建有年生产能力为 2 万和 2.5 万 t 的 POK 树脂工厂。

荷兰的 AKZO-Nobel 公司自 1990 年开始开发 POK 纤维的纺丝技术并在多国取得了凝胶纺丝技术的专利。该公司的目标是使 POK 纤维的性能/价格比等同甚至优于聚酯纤维,成为聚酯、尼龙、人造丝纤维的替代材料。该公司已经开始进行 POK 纤维湿法纺丝技术的开发工作以降低成本,同时进行 POK 纤维帘线制造技术的开发工作,如果一切进展顺利,5 年后即可完成工业化生产 POK 纤维骨架材料的开发工作,使 POK 纤维成为 21 世纪有希望的轮胎增强材料新品种。

### (3) 高相对分子质量聚乙烯纤维

高相对分子质量聚乙烯纤维由于分子主链为纯 C—C 键,侧基均为 —H,无任何杂侧基,因此具有优异的强伸性能和耐温性,采用凝胶纺丝法纺出的高相对分子质量聚乙烯纤维的强度高达  $25 \sim 35 \text{ cN} \cdot \text{dtex}^{-1}$ ,比芳纶高 25%~75%。

### (4) PBO 纤维

PBO 纤维的化学名称为聚对苯基双噁唑,由日本东洋纺织公司与美国道化学公司开发成功,是一种高强度、高模量纤维,强度为芳纶的 2 倍,模量高于钢丝。

高相对分子质量聚乙烯纤维和 PBO 纤维开发较晚,文献报道也很少,能否成为包括轮胎在内的橡胶制品用增强材料,将取决于其粘合技术和综合成本。

## 1.3 国外帘布工业格局的重新调整

最近几年,国外帘布工业格局发生了很大变化,主要表现为:

(1) 原有大公司兼并或合并形成实力更强的公司

1999 年年初,荷兰 Acordis 公司并购了 AKZO-Nobel 公司的工业纤维部,组建成新的 Acordis-AKZO 公司,该公司拥有当今各种人造纤维及合成纤维的生产能力并在多国拥有 POK 纤维纺丝技术专利。最近,该公司的纤维部全部被日本帝人公司收购。

1999 年年初,德国的 KoSa 公司收购了

另一家德国著名的工业用聚酯纤维制造商——Hoechst Trevira 公司。20 世纪 80 年代中期, Hoechst Trevira 曾兼并了当时美国著名的工业用聚酯纤维制造商 Celanese 公司。因此,现在的 KoSa 公司实际是原先世界 3 家著名的工业用聚酯长丝制造商的集合体。

美国联信公司于 1999 年年末与另一家多行业综合公司 Honeywell 公司合并,进一步扩大了其尺寸稳定型聚酯纤维的制造与销售能力。

(2) 发达国家向不发达国家输出帘布制造技术,形成一些新的帘布制造公司

近年来,世界上各大化纤公司纷纷以投资、合资等方式在发展中国家组建了一些新的合成纤维和帘布制造公司。其目的主要是将其帘布生产能力转移出本土,通过控股或独资经营的方式掌握这些公司的生产营销权,使其成为本公司的海外生产基地,继续主宰行业的生产营销及未来发展。

韩国、土耳其、印度、印度尼西亚、巴西、南非等国就是在这种背景下成为技术起点较高的合成纤维及帘布生产国。

美国联信公司在中国广东开平合资组建了开平联信中国股份有限公司,美国联信公司占有该公司 70% 的股权,生产以 DSP 纤维为主的橡胶制品用纤维骨架材料,年生产能力为 6 000 t 普通聚酯长丝、4 500 t DSP 长丝,而且还具有 4 000 t 的捻线、织布、浸渍生产能力。该公司还与韩国的 3 家合成纤维制造商联合起来组建了亚洲最大的合成纤维制造公司,与联信中国股份有限公司一同成为美国联信公司面向东南亚的帘线生产基地。

日本帝人公司在印度尼西亚组建了 Branta Mulia 公司,形成年产 3.9 万 t 各种轮胎骨架材料的生产能力。Branta Mulia 公司又与马来西亚合作建立了年产 1.2 万 t 轮胎帘布的工厂,在泰国也组建了类似的公司。

美国杜邦公司在中国青岛建厂生产高强度尼龙 66 长丝并就近生产成品帘布,设计年生产能力为 5 万 t。该公司在印度也建立了生产高强度尼龙 66 长丝的工厂,而且还与土耳其 Sa-

banci 控股公司联合组建了 Kordsa 公司,扩大原有的尼龙帘布生产能力。

德国的 KoSa 公司与土耳其 Sabanci 控股公司合资组建了 SA KoSa 公司,其主导产品为高模量低收缩率聚酯长丝,年生产能力为 1.4 万 t,同时具有捻线、织布、浸渍生产能力。KoSa 公司与印度 Reliance 公司合资组建新公司,一期工程将原 2.5 万 t 的高模量低收缩型聚酯长丝年生产能力扩大到 4 万 t。KoSa 公司与法国罗纳普朗克公司的 Thang Long 尼龙公司以及中国神马集团有限责任公司三方合资在越南河内建厂生产尼龙 66 浸渍帘布,一期工程设计年生产能力为 3 500 t,之后将扩大到 6 000 t。

荷兰 Acordis-A KZO 公司正与我国无锡太极实业股份有限公司谈判合资事宜,无锡太极实业股份有限公司拟将一部分股权转让给荷兰 Acordis-A KZO 公司,并成为其在亚洲的聚酯骨架材料生产基地。

奥地利的 Glanzstoff 公司是世界三大骨架材料用人造丝制造商之一,该公司与捷克合作,将设在 Lovosice 的一家人造丝工厂改建为可以生产“三超”人造丝的工厂<sup>[9]</sup>。1999 年的生产能力已达到 6 500 t,2000 年计划将生产能力扩大到 9 000 t,最终将扩大到 1 万 t。

## 2 我国帘布工业的现状<sup>[10]</sup>

我国 1995 年以年产 15.5 万 t 的总规模成为世界第一帘布生产国后,近两年帘布的年产量稳定在 17 万~18 万 t 的水平上。以拥有浸渍机的帘布厂为统计依据,截止目前,我国帘布生产厂家有 41 家,浸渍生产线 55 条,进口浸渍机 15 台(其中二浴浸渍机 6 台),国产浸渍机 40 台,设计年生产能力为 30 万 t,全行业浸渍机的开工率仅为 60%,远未达到经济运行规模。造成这种状况的原因是:

(1) 1993 年以前,国内帘布市场处于卖方市场,供给能力不足,旺盛的市场需求和丰厚的利润使许多地方在国家安排项目之外,地方立项甚至不立项即上马,在不长的时间内行业形势发生了逆转。

(2) 1993年以后,国家取消了帘布分配供应的方式,帘布市场放开,但相应的宏观调控跟不上,各地又一哄而起出现一批帘布厂,造成资源总量严重供大于求,开工率急剧下滑。

(3)在引进国外设备和技术时,由于调研不够深入,合作方选择失误,造成进口生产线迟迟不能正常运转。进口浸渍机的生产能力大且运行成本高,有的企业宁愿把白坯布送到装备国产浸渍机的工厂外协代浸渍,以降低运行成本,造成进口浸渍机长期闲置。

(4)地方片面追求自我配套,即使达不到经济规模也搞浸渍项目,使布点过多,浸渍生产能力大大过剩。

我国帘布行业近年来的发展态势与国外相比大相径庭,这种局面对我国的帘布行业十分不利:

(1)我国帘布工业发展无序,布点越来越分散,一旦入世,将承受来自国外同行的冲击,缺乏竞争能力。

(2)发达国家向发展中国家输出帘布制造技术、非本土建厂的举动强化了发达国家帘布行业的竞争能力。这些发达国家的非本土公司绝大多数集中在远东和西亚地区,这些地区是我国帘布出口的主要市场,严重影响了我国帘布的出口。

(3)受实力所限,国内帘布行业在国际市场上的品牌形象始终不够高大,因此在国际竞争中不可避免地处于劣势。

### 3 我国帘布工业宜采取的对策

(1)借鉴国际通行做法,搞强强联合,形成几个有国际竞争力的企业集团,以便与国外同行抗衡。

(2)对于规模过小、装备落后的小企业,在市场经济大潮中被淘汰要有充分思想准备。

(3)中等企业应丢下万事不求人的僵化观念,依附大企业集团,共同参与国际竞争。

(4)加强国内帘布行业技术改造,特别是装备更新。我国帘布行业宜有步骤、有选择地改

造,现有部分企业,不宜全面引进,要根据我国帘布行业的实力,分批改造,以采用国产新型机械为主。对因破产、开工率极低而长期闲置的进口设备,可采取国内调剂方式易地使用,使之发挥最大的效能。

(5)紧跟国外在制造技术、材料等方面的更新步伐,结合国内市场需求变化情况,适时开发新材料、采用新技术,使国内帘布行业的发展与国外基本保持同步。

(6)帘布行业应积极组织原材料国产化跨行业的攻关工作,力争早日摆脱依赖进口的局面,使更多的优质国产原材料进入帘布行业。

### 参考文献:

- [1] Rene R. Direct cord cabling — an effective solution[J]. *Tire Technology International*, 1998, 226-229.
- [2] Lindauer Dornier GmbH. Improving the performance of tire cord weaving[J]. *Tire Technology International*, 1998, 241-243.
- [3] Johan F, Van D, Peter P, *et al.* Aramid fibers and adhesion to elastomers: application and performance [J]. *Rubber World*, 1996, 215(2): 31-34.
- [4] Henk A A. Aramid fibers and adhesion to elastomers: IONOTHANE structures and performance[A]. The 148th meeting of the Rubber Division [C]. Cleveland Ohio: American Chemical Society, 1995. No. 69.
- [5] C A Litzler Co. Inc. Advancing tire cord dipping[J]. *Tire Technology International*, 1998, 221-224.
- [6] 高称意. 纤维骨架材料技术讲座 第2讲 纤维骨架材料的分类与纤维性能[J]. *橡胶工业*, 2000, 47(12): 746.
- [7] 高称意. PEN纤维对轮胎增强作用的潜在前景——取代人造丝、聚酯乃至钢丝[J]. *产业用纺织品*, 1996, 14(4): 41.
- [8] Jan G M. POK——an opportunity in industrial fibers for the 21st century[J]. *European Rubber Journal*, 1999, 181(1): 21-22.
- [9] Marita K. Glanzstoff acquires new plant in the Czech Republic [J]. *European Rubber Journal*, 1999, 181(1): 9.
- [10] 高称意. 我国轮胎帘布行业的发展历程与现状[J]. *橡胶工业*, 1999, 46(9): 558-563.