

产品应用

芳纶橡胶骨架材料的性能与应用（二）

张玉友

（山东海龙博莱特化纤有限责任公司, 山东 安丘 262100）

（续上期）

2.2.2 主要技术指标

芳纶/聚酯复合浸胶帘子布和芳纶/尼龙复合帘子布都是与芳纶材料进行材料性能互补,达到单一材料不能实现的性能。与聚酯或尼龙的复合性能也有一定的差异:芳纶/聚酯复合帘子布初始模量高于芳纶/尼龙复合帘子布,高于聚酯帘子布;芳纶/尼龙复合帘子布的初始模量低于芳纶/聚酯复合帘子布,与聚酯帘子布相当。

在粘合性能方面,由于引入了粘合活性高于芳纶的聚酯和尼龙,芳纶复合帘子布的粘合性能明显提高。在相同的浸胶处理、橡胶配方及硫化条件下,芳纶复合帘子布的粘合力比芳纶帘子布高 10%以上,提高了轮胎的使用寿命和安全性。

分别以芳纶/聚酯复合浸胶帘子布和芳纶/尼龙 66复合浸胶帘子布为例,其技术指标测试值如表 7 和表 8 所示。

2.2.3 应用领域及典型案例

从图 2 不同材料的帘子布测试拉伸曲线可以看出:由于聚酯和尼龙 66 的介入,芳纶复合帘子布的初始模量明显降低,而与高模低缩聚酯帘子布有相似之处。这种性能特点的变化使芳纶复合帘子布得到更广泛的应用:可以代替聚酯,很好地充当轻型载重子午线轮胎和轿车子午线轮胎的胎体骨架材料以及带束层骨架材料;可以代替尼龙 66 用芳纶复合帘子布减层,充当工程轮胎的缓冲层,减轻轮胎重量并提高轮胎抗刺扎能力;可以代替钢丝和尼龙帘子布,在航空轮胎得到推广应用。

在航空轮胎领域,芳纶复合帘子布可以充分利用芳纶弹性模量高、耐热性能好、强度高、重量轻等优点和尼龙耐疲劳、耐曲挠、粘合性能好的特点,同时符合航空轮胎负荷大、速度快、下沉量大、变型大、充气内压高等特点对骨架材料的特殊要

求,即航空轮胎骨架材料必须有足够大的伸长率。这些恰恰是芳纶复合帘子布对两种材料取长补短、优势互补、协同作用的集中体现,可达到单一材料无论是芳纶还是尼龙或者聚酯都无法实现的整体性能。

表 7 芳纶/聚酯复合浸胶帘子布技术指标

项目	材质及测试指标
材质	高模低缩聚酯+芳纶
断裂强力/(N·根 ⁻¹)	313.3
100N定负荷伸长率/%	5.3
断裂伸长率/%	11.8
H抽出力/[N·(根·cm) ⁻¹]	152.5
剥离力/[N·(2.5cm) ⁻¹]	285.6
干热收缩率/%	0.4
直径/mm	0.78
外观	黑色/棕红色

干热收缩实验条件: 177℃, 2min, 0.05 N·tex⁻¹。

表 8 芳纶/尼龙 66 复合浸胶帘子布技术指标

项目	材质及测试指标
材质	尼龙 66+芳纶
断裂强力/(N·根 ⁻¹)	556.6
100N定负荷伸长率/%	5.2
断裂伸长率/%	11.8
H抽出力/[N·(根·cm) ⁻¹]	172.5
剥离力/[N·(2.5cm) ⁻¹]	285.6
干热收缩率/%	0.8
直径/mm	0.88
外观	黑色/棕红色

干热收缩实验条件: 160℃, 2min, 0.05 N·tex⁻¹。

据了解,法国米其林于上世纪 90 年代就开始将芳纶复合帘子布应用于各种规格的军用、民用航空轮胎;本世纪初,美国固特异、日本普利司通、英国邓禄普开始将芳纶应用于航空轮胎。目前,国内正在开始进行这方面的研究开发。

2.3 芳纶防撕裂布

从该产品的名称可以很直观的理解其性能特点:防撕裂。它是最直接地应用芳纶材料高强度

性能优点的产品。芳纶作为织物的原材料应用于骨架材料,赋予了芳纶防撕裂布优秀的防撕裂性能。

2 3 1 生产介绍

芳纶防撕裂布产品是将芳纶工业丝用作织物的纬线,经线采用高模低缩涤纶、普通涤纶工业丝或者尼龙 66 工业丝。在织物上采用经向低密度低纤度设计,使织物呈现一种比低密度帘子布还要稀疏的织物风格,这种织物在用于胶带制造时,可以很好的让骨架材料两面的胶料进行相互渗透和接触,作为胶带的防撕裂层在用在橡胶制品上时能够很好地与橡胶结合,充分发挥纬向芳纶的防撕裂性能。

2 3 2 主要技术指标

以一芳纶防撕裂布为例,其技术指标测试值见表 9。

表 9 芳纶防撕裂布技术指标

项目	经向	纬向
材质	聚酯	芳纶
断裂强力 / (N° 根 ⁻¹)	112 5	440 5
断裂伸长率 / %	14 0	8 2
剥离力 / [N° (2 5 cm) ⁻¹]	350 5	
干热收缩率 / %	2 5	0 1
捻度 / [T° (10 cm) ⁻¹]	10 5	8 5
直径 / mm	0 35	0 49

2 3 3 应用领域及典型实例

芳纶防撕裂布应用于输送带防撕裂层有其独特的价值:在达到防撕裂功能的同时,还具备耐高温、阻燃、弹性回复好、耐疲劳等优点,同时还具有同比强度体积小的优点。同时具有这些功能是何防撕裂材料都不能达到的。例如,目前采用较多的尼龙和聚酯防撕裂网格布具备防撕裂功能,但在耐高温性能方面明显逊色于芳纶防撕裂布,且在达到同等强度的情况下,体积厚度提高两倍以上。图 3和图 4是芳纶防撕裂布和普通化纤防撕裂网格布的图片对比。

对于普通的输送带防撕裂层,芳纶防撕裂布与传统化纤材料的防撕裂网格布都可以达到要求,但是对于高温场所下使用的输送带,芳纶防撕裂布则是理想的防撕裂层织物。

越来越多的输送带设计工程师开始青睐芳纶防撕裂布。但是人们在选择使用该材料时存在认识误区:对织物经向提出较高的强度要求。事实

上,恰恰相反,由于防撕裂布在实际使用过程中要发生一定的变型,发挥抗撕裂的功能,在这个反复不断的中间,作为防撕裂材料的纬向芳纶要受到经向的剪切,无疑高强力的经向会影响芳纶防撕裂布的使用寿命。较低的经向强力、较低的经纱模量才是一种更好的芳纶防撕裂布的设计选择。

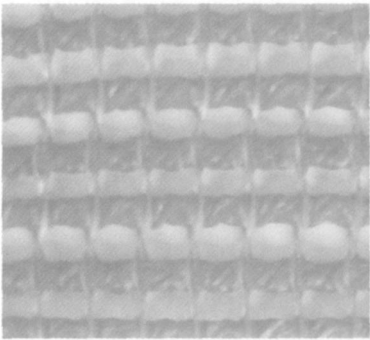


图 3 普通化纤防撕裂网格布

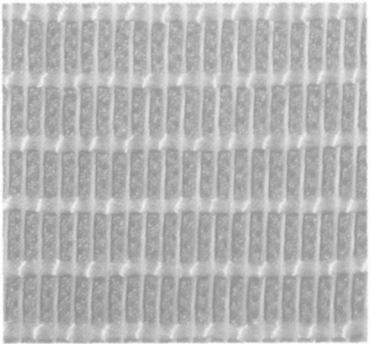


图 4 芳纶防撕裂布

2 4 芳纶直经直纬浸胶帆布

芳纶材料本身已经具备低伸长、低变形的特点,芳纶直经直纬浸胶帆布既强化了这种性能特点,同时使织物生产强力保持率更高,在一些特定场所它是替代钢丝绳的理想骨架材料。

2 4 1 生产介绍

芳纶直经直纬浸胶帆布的生产采用倍捻机、高速分条整经机、张力筒子架剑杆织机、双浴法浸胶机等生产设备。该产品将芳纶加捻线作织物的直径,尼龙 66加捻线作织物的直纬,编织经采用低旦高模低缩涤纶工业丝加捻线,在产品设计中采用和体现“高旦线不易弯曲”、“低旦结构适宜编结”、“高张力强化直经效果”等织物设计及生产技术思路。

2 4 2 主要技术指标

以 DER900芳纶直径直纬浸胶帆布为例, 其实际检测技术指标见表 10。图 5 是芳纶直径直纬浸胶帆布的图片。

表 10 直径直纬芳纶帆布技术指标		
项目	经向	纬向
材质	直经: 芳纶 编织经: 涤纶	尼龙 66
强力 /(N° mm ⁻¹)	1020 5	100 5
10%定负荷伸长率 /%	0.2	/
经向干热收缩率 /%	0.3	0
组织	1/1+2/2	
平方米重量 /(g° m ⁻²)	1316.5	
厚度 /mm	2.05	
粘合性能 /[N° (2.5cm) ⁻¹]	210.5	
外观	黑色	

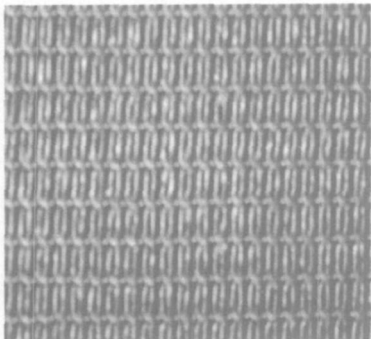


图 5 芳纶直径直纬浸胶帆布

2.4.3 应用领域及典型案例

与芳纶浸胶帘子布相比, 芳纶直径直纬浸胶帆布应用于胶带则更具优势, 其最大的好处就是方便操作, 这种结构的织物在经向增强和纬向防撕裂性能方面能同时兼顾, 无需另外增加防撕裂层织物, 在胶带成型时不需要增加额外的工作。这种织物在强度级别不是很高的情况下有较多的技术优势, 且胶带制品的横向成槽性较好, 可以满足胶带制品在该方面的要求。

与芳纶帘子布比较, 芳纶直径直纬浸胶帆布的胶带应用级别要低 1000N° mm⁻¹左右, 实际可以达到 2000N° mm⁻¹。这是由于这种帆布结构交织的织物的经线与纬向都要占用一定的分布空间, 而芳纶帘子布则不存在纬向占用空间的问题, 故织物级别即胶带级别相对要高。

2.5 100% KEVLAR平纹芳纶织物

平纹芳纶织物用于生产特种专用胶带。芳纶纤维独有的综合优异性能使得它能代替石棉、玻璃纤维、钢丝、聚酯和尼龙, 被用做输送带的骨架材料。高强度、耐热性、耐化学品性、耐疲劳性、耐切割性、不可燃性和良好的电绝缘性等是芳纶性能的主要特征。表 11 是一芳纶平纹帆布指标。

表 11 100% KEVLAR芳纶平纹帆布指标		
项目	经向	纬向
材质	100% KEVLAR	100% KEVLAR
断裂强力 /(N° mm ⁻¹)	360.5	105.2
10%定负荷伸长率 /%	0.3	—
断裂伸长率 /%	4.3	8.8
干热收缩率 /%	0.5	0
剥离力 /[N° (2.5cm) ⁻¹]	295.5	
平方米干重 /(g° m ⁻²)	395.6	
厚度 /mm	0.70	
外观	黑色/棕红色	

表 12 同等强度 EP帆布指标		
项目	经向	纬向
材质	聚酯	尼龙 66
断裂强力 /(N° mm ⁻¹)	358.5	104.2
10%定负荷伸长率 /%	1.0	—
断裂伸长率 /%	16.3	30.8
干热收缩率 /%	3.5	0.5
剥离力 /[N° (2.5cm) ⁻¹]	298.5	
平方米干重 /(g° m ⁻²)	875.6	
厚度 /mm	1.25	

说到平纹芳纶帆布, 不能不涉及阻燃胶带。在我国, 钢丝带、整体芯 PVC/PVG带几乎 100%充当着阻燃带的角色。化纤工业用织物如何走进阻燃带的领地成为业内人士关注的焦点, 也给骨架材料研制生产单位提出了严峻的课题。棉、尼龙、聚酯、人造丝、玻璃丝、碳纤维等, 细数这些纤维家族的当家花旦, 有的阻燃性能较好, 譬如玻璃丝和碳纤维, 但耐疲劳性极差; 有的耐疲劳性佳, 但阻燃性差, 譬如聚酯和尼龙, 总之无一能够胜任阻燃带的使命。

通过对芳纶性能的分析比较发现, 芳纶是目前开发生产阻燃带唯一理想的骨架材料织物。首先, 芳纶具备阻燃性能, 离开火焰立即熄灭, 无熔点, 即使达到 500℃也只会分解而不会熔融, 满足阻燃带的要求。其次, 芳纶的强度高, 达到 20 cN° dte⁻¹, 在很多场合可以替代钢丝带, 有其推广应用的价值。第三, 芳纶的耐疲劳性较好, 仅比

尼龙稍差,与碳纤维、玻璃丝比较,是难能可贵的。第四,芳纶的抗撕裂能力、防刺割能力都是极佳的,决定了其适用于胶带制造。

目前国内有关单位正在进行这方面的研究开发。相信不久之后,关于芳纶应用于阻燃带的制造就会取得实质性的进展。

3 芳纶橡胶工业布的应用展望

在欧美等国家,芳纶织物应用于橡胶制品已经很普遍。据报道,2005年全球在胶带方面共消耗芳纶骨架材料 4000 多^[1],加上在轮胎方面的消耗,芳纶骨架材料在橡胶制品中的消耗估计要达到 8000^[2]。适应高性能橡胶制品的开发生产,加上人们对芳纶骨架材料优越性的逐渐认识和了解,芳纶骨架材料的应用将越来越广泛。

致谢:在芳纶骨架材料的橡胶制品应用实验方面得到北京橡胶研究设计院张燕女士的帮助,深表感谢。

参考文献:略

(完)

(上接第 4 页)

目前,国产合成纤维帆布织物的经向卷曲度过低,变形能力小,导致受冲击后的变形小,冲击点处受的冲击力度大,加之帆布的纬向强度偏低,因此抗冲击性能相对较差。抗冲击性能好的帆布应该是纬向强度较高而卷曲度较低,经向卷曲度高的织物。直经直纬结构的帆布,其纬向卷曲度较低,经向和纬向的强度利用率都较高,因而抗冲击性能好。

接头强度同样与帆布的经纬线卷曲度有关,提高帆布的经向卷曲度和纬线密度,使纬线与经线的交叉点增多可以提高输送带的机械接头强度,同时可以解决输送带底层起皱问题。

据介绍,国外先进水平的 EP 帆布,一个规格就有十几种不同的结构纱线和卷曲度,同一个结构,卷曲度也有多个,且强度也不相同。用户可以根据输送带的层数、接头连接方法、输送机的长度、耐冲击性能、成槽性能等方面的要求,选择合适的帆布。

2.3 工艺技术装备

工艺技术装备是发展高强力输送带的基础,也是提高输送带产品质量和企业竞争能力的保

证。我国输送带生产厂家,除少数厂家的工艺技术装备较好,接近国际先进水平外,不少企业工艺技术装备水平仍然比较落后,尚不能适应高质量输送带生产的要求。

帆布叠层芯输送带要淘汰无张力的人工自由贴合成型工艺,采用恒张力成型设备,以保证胶带各织物层在使用过程中能均匀受力,减少胶带的强度损失,同时要尽可能的采用恒张力连续硫化,减少重复硫化,以保证整条胶带性能的均一性。钢丝绳芯输送带要采用恒张力成型硫化法,此外为适应 $4000 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$ 以上强度规格钢丝绳芯输送带开发的需要,有条件的应对张力设备进一步改造,扩大钢丝绳芯输送带成型硫化张力范围。

目前,我国 PVG 整体织物芯阻燃输送带,普遍采用的工艺过程是:带芯浸渍、塑化、胶片压延、成型贴合、平板硫化机硫化,不仅工艺过程比较复杂,而且硫化时还需冷上锅,冷出锅,耗能,生产效率低,同时由于带体要经过二次塑化,强度会严重下降。据介绍,这类输送带,国外先进的生产工艺是采用挤出机贴合成型,即将热塑性弹性粒料通过两台挤出机及模具动态硫化直接与浸渍塑化后处于热状态的带芯粘合在一起,省去了炼胶、压延、成型、硫化等工序,实现了带芯浸渍、塑化、覆胶、硫化连续生产。目前国内只有极少数厂家掌握这种工艺技术,同时国内浸渍塑化设备一般比较落后,国外先进技术是采用多次真空浸渍和热油载体加热塑化技术,而国内仍较多采用一次真空浸渍和电加热塑化工艺。

2.4 测试手段

输送带性能试验一般包括静态试验和动态试验两部分。目前,我国一些主要胶带生产企业静态试验手段还基本齐全,但动态试验手段仍普遍缺乏。例如,输送带屈挠运转试验机、接头疲劳试验机、抗冲击性能试验机、抗撕裂性能试验机、钢丝绳拉力疲劳试验机、耐寒运转测试机以及阻燃输送带燃烧烟雾浓度测试装置等基本上还属空白。为了保证和提高我国高强力输送带产量的质量水平,确保品质安全,应逐步改变这种状况。