

产品应用

芳纶橡胶骨架材料的性能与应用（一）

张玉友

(山东海龙博莱特化纤有限责任公司, 山东 安丘 262100)

摘要: 在国外工业发达国家, 芳纶织物不仅应用于轮胎, 在胶带制品方面也有广泛的用途。本文对芳纶橡胶骨架材料的卓越性能进行了介绍。国内应进一步推广芳纶材料的工业化应用。

关键词: 芳纶; 骨架材料; 性能; 特点; 应用

当前以及未来很长一个时期, 在橡胶工业用布纤维家族里, 芳香族聚酰胺芳纶 (简称芳纶) 无疑是最受推崇的先进纤维之一。经过近几年的发展, 芳纶橡胶骨架材料的优势已经越来越清晰地呈现在业内人士的面前。多一些对芳纶橡胶工业布的了解, 将有助于推动芳纶材料的工业化应用。

1 芳纶的主要性质特点

1.1 芳纶的力学性能

芳纶的力学性能特点是强度高、模量高、伸长率低, 同时材料密度相对较小。

表 1 纤维材料的主要物理指标

材料	芳纶	人造丝	钢丝	尼龙	聚酯
强度 / (cN·d tex ⁻¹)	19.0	5.2	3.0~3.5	8.6	8.2
模量 / (cN·d tex ⁻¹)	440	120	180~250	46	97
断裂伸长率 / %	4.0	13	2.0	18.3	14.5
密度 / (g·cm ⁻³)	1.44	1.53	7.85	1.14	1.38

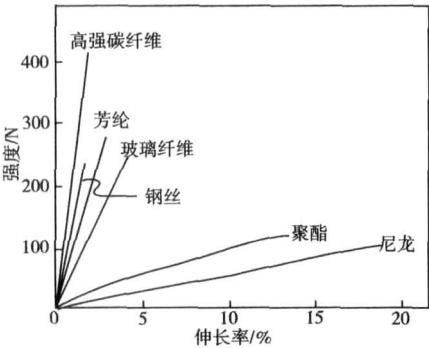


图 1 纤维材料的拉伸曲线

1.2 芳纶的热学性能

芳纶的热学性能特点是耐热性能好, 受热后

强度保持率高, 在 130℃时强度几乎无损失, 无熔点, 在 427℃以上才会发生碳化。

表 2 纤维材料的热性能指标

材料	芳纶	人造丝	钢丝	尼龙	聚酯
分解(熔化)温度 / °C	> 427	200	1600	255*	260
耐热性 / %	90	20	100	45	55
热收缩率 / %	0.1	1.0	0.0	3.8*	5.0

注: *为尼龙 66 的熔化温度和热收缩率; 尼龙 6 的熔化温度为 225℃, 热收缩率为 8.5%。

耐热性为经受 200℃×48 h 热作用后的强度保持率; 热收缩率实验条件为 160℃×4min。

1.3 芳纶的化学性能

芳纶对腐蚀性、霉菌或锈蚀不敏感, 通常只有把芳纶长时间暴露在浓度相对高的酸或碱溶液中才会对芳纶的性能产生显著影响。

1.4 芳纶的耐光性能

芳纶对紫外线较为敏感, 在这方面比聚酯差, 而与尼龙有相似之处。

1.5 芳纶的吸湿性能

芳纶的公定回潮率较大, 一般为 7.5%, 大于聚酯和尼龙, 但其受潮后强度性能几乎无影响。当材料达到公定回潮率或稍大于公定回潮率时强力性能表现稳定。

表 3 纤维材料的吸湿性能

材料	芳纶	人造丝	尼龙	聚酯	棉
回潮率 / %	7.5	10	4.5	0.45	8~11
吸湿后强度变化	几乎不变	明显下降	降低	略有降低	提高

芳纶纤维在力学、热和化学性能等方面突出的性能使之成为橡胶制品理想的骨架材

料。

2 芳纶橡胶骨架材料介绍

本文中所讨论的骨架材料涉及 Kevlar 芳纶、聚酯、尼龙 66 等主要纺织材料, 均是目前橡胶工

业布领域经常应用的化纤材料。

为了对芳纶以及芳纶复合帘子布等芳纶系列产品有更清晰的认识, 对这些材料的主要性能指标测试数据作一简单介绍。

表 4 纤维材料的拉伸性能检测指标

项目	KEVLAR 芳纶	HMLS 聚酯	普通聚酯	N6 工业丝	N66 工业丝
原丝规格 / d tex	1100	1100	1100	1400	1400
载荷最大值 / N	212 3	84 2	90 7	119 0	115. 2
断裂伸长率 / %	3 1	11 4	12 4	14 6	17. 1
拉伸应变 1 % 时载荷 / N	65 3	13 7	11. 2	8 4	8 0

注: 试验机型为 NSTRON-5565.

从表 4 中可以看出, 芳纶、聚酯、尼龙是性能不同的纺织材料。如何根据橡胶制品对骨架材料的要求, 充分合理地利用这些材料的性能特点, 开发生产合适的芳纶橡胶骨架材料是工业布研发生产的重要任务。

2. 1 KEVLAR 芳纶浸胶帘子布

早在几年前, 芳纶浸胶帘子布已经开始用作轮胎胎体及带束层的骨架材料。在国外工业发达国家, 芳纶帘子布已经有一定的用量, 不仅应用于轮胎制品, 在胶带制品方面也有广泛的应用。在我国, 由于受芳纶纤维价格、芳纶帘子布生产技术限制以及芳纶骨架材料应用于轮胎制造技术的限制等各方面原因, 推广应用相对要慢的多。目前, 随着骨架材料生产装备及技术水平的提高, 芳纶帘子布生产技术已经成熟, 产品质量达到国外同类产品水平。

2. 1. 1 生产

KEVLAR 芳纶浸胶帘子布的开发生产使用先进的 KEVLAR 芳纶纤维为原材料。在生产设备方面, 选择使用直捻技术及设备, 并进行设备技术改造, 在捻线强力保持率方面, 比环锭捻提高 10% 以上; 在织造方面, 采用喷气织造, 帘子布经线分布均匀, 几乎无织造强力损失; 在浸胶方面, 采用先进的双浴法浸胶技术及装备, 能够保证芳纶浸胶工艺技术的实施及准确控制。

由于芳纶的化学惰性, 常规的涤纶浸胶配方不能达到理想的浸胶效果。通过研究试验, 开发了适用于芳纶帘子布的浸胶配方和浸胶工艺, 实现了芳纶帘子布的成功浸胶, 获得的芳纶帘子布粘合性能较高, 并兼顾了其他性能指标。值得一

提的是, 该产品的浸胶体系中有针对芳纶材料抗紫外线能力较差而专门开发的黑色浸胶配方, 该配方可以有效地弥补芳纶的这种弱点。

2. 1. 2 主要技术指标

以 KEVLAR 1670 d tex/2 和 KEVLAR 1100 d tex/2 为例, 技术指标测试值见表 5。

表 5 芳纶浸胶帘子布技术指标

项目	KEVLAR 1670 d tex/2	KEVLAR 1100 d tex/2
断裂强力 / (N·根 ⁻¹)	525 2	340 6
200N 定负荷伸长率 / %	1. 8	3 8
断裂伸长率 / %	5. 0	4 8
H 抽出力 / (N·cm ⁻¹)	140 5	125. 5
剥离力 / [N·(2. 5cm) ⁻¹]	255 5	260 5
干热收缩率 / %	0. 2	0 2
捻度 / [T·(10cm) ⁻¹]	30. 5	40 5
直径 / mm	0. 68	0 56
外观	黑色 / 棕红色	

注: 干热收缩实验条件: 177℃, 2min, 0. 05 N·d tex⁻¹。

为了更好地了解和比较芳纶以及芳纶复合帘子布的性能特点, 图 2 中分别列出了芳纶帘子布、芳纶 / 聚酯复合帘子布、芳纶 / 尼龙复合帘子布、高模低缩聚酯帘子布的拉伸曲线。与拉伸曲线对应的具体测试数据见表 6。

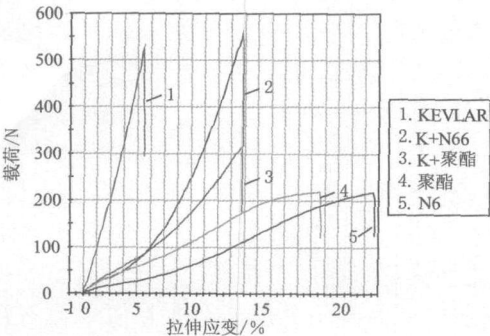


图 2 不同材料的帘子布测试拉伸曲线

表 6 各种材料帘子布主要测试技术指标

品种	载荷最大值 /N	断裂伸长率 /%	拉伸应变 1% 时载荷 /N
芳纶帘子	525.2	4.5	96.0
芳纶/尼龙 66 复合帘子布	556.6	11.8	22.5
芳纶/聚酯复合帘子布	313.3	11.8	24.4
高模低缩聚酯帘子布	218.9	17.6	21.4
尼龙 6 帘子布	217.5	21.7	10.8

注: 试验机型为 NSIRON-5565

2.1.3 应用领域及典型案例

在轿车子午线轮胎、工程轮胎、载重子午线轮胎中都会使用到芳纶帘子布。根据目前国内的开发应用现状,最广泛选用的方案是用芳纶帘子布代替聚酯和钢丝作为胎体骨架材料和带束层,以及在工程轮胎中作为缓冲层。

十五期间,国家科技部将芳纶在绿色环保轮胎中的应用列为国家重要科技攻关项目,解决了产业化进程的技术关键。研制结果表明:芳纶在轻型载重子午线轮胎以及轿车子午线轮胎胎体骨架材料中代替聚酯是可行的,在载重子午线轮胎以及轿车子午线轮胎中可以代替钢丝作带束层并且可以降低轮胎重量。所研制的 70、65、60 等规格的芳纶轮胎,较同规格轮胎重量降低 8% ~ 13%,轮胎真正达到无“平点”,滚动阻力下降 12% 左右,而且轮胎的耐久性和高速性能均有大幅度提高,节油环保效果明显。

目前,芳纶帘子布在工程轮胎中的应用研究正在进行中。

在国外工业发达国家,芳纶帘子布不仅应用于轮胎,在输送带制品中也被经常使用。在我国,胶带制品有应用芳纶防撕裂布作为钢丝带防撕裂层的实践,但芳纶帘子布在制造胶带方面的应用尚缺乏典型的成功案例。在这方面,芳纶 KEVLAR 的发明者杜邦公司对国外芳纶帘子布应用于胶带的情况进行了跟踪积累,展现了芳纶帘子布织物应用于胶带制造的卓越性能,为国内芳纶骨架材料应用于胶带增添了极大的信心。让我们领略一下芳纶应用于胶带制造的优秀表现:

在北极圈以北 480 km、-40℃ 的苛刻条件下, 3150 N·mm⁻¹ 型、1200 mm 宽的芳纶帘子布增强输送带能满足对输送带在强度和柔软性方面的需要,还能在短时间内进行硫化接头,接头耐久性亦很好。尼龙减震层则可以缓冲自 2 m 高砸到输送带的冲击。芳纶帘子布增强的输送带工作可靠性

也很好。

德国 AG 公司的煤矿一半以上的胶带骨架材料都已采用芳纶帘子布织物。芳纶骨架材料增强的输送带可以采用直径较小的传导轮,节省了空间和资金,而且解决了钢丝绳带存在的两个弊端,一是抵抗长度方向裂口性很低,二是易受腐蚀。

在 EMO 港,用芳纶帘子布输送带代替钢丝绳输送带,15 km 长的芳纶输送带投入运行带来了诸多好处,如抗损坏性更好,更容易修理,不存在腐蚀问题,工作寿命显著提高,在同样的堆垛回收装置输送带上,芳纶输送带表面磨损只相当于钢丝绳输送带的 1/3。

2.2 芳纶复合帘子布

由于芳纶材料的刚度大、伸度小,这种特点必然要体现在芳纶帘子布中。但芳纶材料自身的一个缺点是用其生产的芳纶帘子布耐疲劳性较差、抗压缩性较差。芳纶复合帘子布的开发生产可以较好地弥补上述不足。

2.2.1 生产介绍

芳纶复合帘子布与芳纶帘子布的不同之处在于,芳纶复合帘子布采用芳纶以及与芳纶有性能互补和可匹配特征的聚酯和尼龙 66 为生产原材料,而生产设备则需要环锭捻线机和直捻机的配合。之所以如此,是因为芳纶复合帘子布采用不同于一般帘子布的加捻设计。在织造与浸胶设备方面则与芳纶浸胶帘子布无明显区别。

该产品的设计思路就是改善芳纶的低伸长。在这种设计思路的指导下,引入了有别于传统纺织理论的“藤捻加捻”、“初捻丝非对称配置”、“初捻+复捻=复捻的差异捻度”等设计方法,使芳纶能够均匀盘绕在配伍工业丝上,这种设计实现了两种不同伸长性能的工业丝在芳纶复合帘子布中趋于同时断裂的目的,该产品在提高帘子布的耐疲劳性、粘合性能方面都有明显的改善。

(未完待续)

固特异邓禄普英国载重汽车轮胎公司宣布,该公司已制定一个宏伟的具有挑战性的发展目标,欲成为欧洲领先的重型运输车辆(HGV)供应商,并将翻胎业务作为其产业发展的一部分。

苏 博