



芳纶骨架材料和 EP 帆布的性能与应用

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:介绍芳纶骨架材料和 EP 帆布的性能和应用。芳纶骨架材料强度和模量高, 断裂伸长率和密度较小; 耐热性能好, 受热后强度保持率高; 对腐蚀物、霉菌和锈蚀不敏感。高模量低收缩(HMLS)EP 浸胶帆布强度高, 耐热性能佳, 干热收缩率低, 尺寸稳定性好, 密度小; 低硬度高曲率(HCLH)EP 浸胶帆布有利于解决胶带通过转弯处时起褶和过度跑长问题。芳纶骨架材料适合在高性能橡胶制品中应用, HMLS 和 HCLH EP 浸胶帆布的使用有利于提高胶带的性能。

关键词:芳纶纤维; 芳纶帘布; EP 帆布; 橡胶制品

当前以及今后很长一段时期在橡胶工业用骨架材料中, 芳纶骨架材料和 EP 帆布无疑是备受关注的骨架材料品种。本文介绍芳纶骨架材料和 EP 帆布的性能和应用。

1 芳纶骨架材料

1.1 纤维

1.1.1 物理性能

芳纶纤维与其它纤维和钢丝的主要物理性能对比如表 1 所示, 拉伸性能对比如图 1 所示。

从表 1 和图 1 可以看出, 与其它纤维和钢丝相比, 芳纶纤维强度和模量高, 断裂伸长率和密度较小。

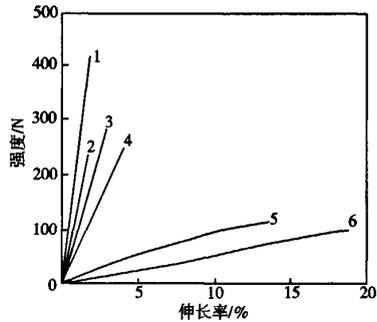
1.1.2 耐热性能

芳纶纤维耐热性能好, 受热后强度保持率高, 在 130 °C 时强度几乎无损失, 无熔点, 在 427 °C 以上才会发生碳化。芳纶纤维与其它纤维和钢丝的热性能对比如表 2 所示。

表 1 纤维材料及钢丝的主要物理性能对比

项 目	纤维品种				钢丝
	1	2	3	4	
强度/(cN · dtex ⁻¹)	19.0	5.2	8.6	8.2	3.0~3.5
模量/(cN · dtex ⁻¹)	440	120	46	97	180~250
断裂伸长率/%	4.0	13.0	18.3	14.5	2.0
密度/(g · cm ⁻³)	1.44	1.53	1.14	1.38	7.85

注: 纤维品种为 1—芳纶; 2—人造丝; 3—锦纶; 4—聚酯。



1—碳纤维; 2—钢丝; 3—芳纶纤维; 4—玻璃纤维; 5—聚酯纤维; 6—锦纶纤维。

图 1 纤维材料及钢丝的拉伸性能对比

表 2 纤维材料及钢丝的热性能对比

项 目	纤维品种				钢丝
	1	2	3	4	
分解(熔化)温度/°C	>427	200	255 ¹⁾	260	1 600
相对耐热性 ²⁾ /%	90	20	45	55	100
热收缩率 ³⁾ /%	0.1	1.0	3.8 ¹⁾	5.0	0

注: 纤维品种同表 1。1) 锦纶 66 的熔化温度和热收缩率, 锦纶 6 的熔化温度为 225 °C, 热收缩率为 8.5%; 2) 经 200 °C × 48 h 热老化后的强度保持率; 3) 试验条件为 160 °C × 4 min。

1.1.3 吸湿性能

芳纶纤维的公定回潮率较大, 一般为 7.5%, 大于聚酯和锦纶纤维, 当芳纶纤维的回潮率达到或稍大于公定回潮率时强力性能几乎不变。芳纶纤维与其它纤维的吸湿性能对比如表 3 所示。

表 3 纤维材料的吸湿性能对比

项 目	纤维品种				
	1	2	3	4	5
公定回潮率/%	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

注：纤维品种为 1—芳纶；2—人造丝；3—锦纶；4—聚酯；5—棉。

1.1.4 耐化学介质性能

芳纶纤维对腐蚀物、霉菌和锈蚀不敏感。通常只有长时间浸泡在浓度相对较高的酸或碱溶液中，芳纶纤维的性能才会发生显著变化。

1.1.5 综合评价

芳纶纤维突出的物理性能、耐热性能和耐化学介质性能使其成为理想的橡胶工业用骨架材料。

1.2 芳纶织物

1.2.1 浸胶帘布

芳纶帘布在轿车子午线轮胎、载重子午线轮胎和工程机械轮胎中应用。目前在国内，芳纶帘布替代聚酯和钢丝帘布作胎体和带束层骨架材料及在工程机械轮胎中作缓冲层骨架材料都是广泛采用的方案。在工业发达国家，芳纶帘布应用日益广泛，不仅用于轮胎，在胶带制品中的应用也很广。在北极圈以北 480 km，-40℃ 的苛刻条件下，强力为 3 150 N·mm⁻¹、宽为 1 200 mm 的芳纶帘布增强输送带能满足该区对输送带的强度和柔软性方面的需求，同时该输送带可在短时间内进行硫化接头，且接头耐久性很好。在德国 AG 公司的煤矿中一半以上的胶带骨架材料采用芳纶帘布。芳纶骨架材料增强的输送带可以采用较小的传导轮，而且解决了钢丝绳带存在抗长度方向裂口性差和易被腐蚀的问题。在鹿特丹的 EMO 港用芳纶帘布输送带(15 m 长)替代钢丝输送带后，输送带的抗损坏性能更好，更易修理，不再出现腐蚀问题，使用寿命显著延长。在国内由于价格、帘布生产和应用技术的限制，芳纶帘布的推广应用相对较慢。目前，随着骨架材料生产装备及生产技术水平的提高，芳纶帘布生产技术已经成熟，产品质量达到国外同类产品水平。

国产 1670dtex/2 和 1100dtex/2 芳纶浸胶帘布的性能如表 4 所示。

表 4 国产 1670dtex/2 和 1100dtex/2 芳纶浸胶帘布性能

项 目	帘 布	
	1670dtex/2	1100dtex/2
帘线断裂强力/N	525.2	340.6
1%拉伸应变载荷/N	63.5	43.8
断裂伸长率/%	5.0	4.8
H 抽出力/N	140.5	125.5
剥离力/N	255.5	260.5
干热收缩率 ¹⁾ /%	0.2	0.2
捻度×10/(T·cm ⁻¹)	30.5	40.5
直径/mm	0.68	0.56

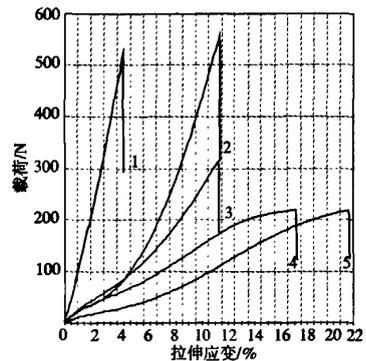
注：1)试验条件为 177℃×2 min/0.05 cN·dtex⁻¹。

1.2.2 芳纶复合帘布

为发挥芳纶纤维材料的性能优势，提高其综合性能，开发了芳纶复合帘布。芳纶/聚酯和芳纶/锦纶复合浸胶帘布中芳纶纤维与聚酯纤维和锦纶纤维的性能互补，获得单一材料不具有的性能。芳纶复合浸胶帘布在以下领域得到更广泛应用：替代聚酯帘布作轻型载重轮胎和轿车轮胎胎体和带束层骨架材料；替代锦纶 66 帘布作工程机械轮胎的缓冲层骨架材料，以达到减小轮胎质量并提高轮胎抗刺扎性能的目的；替代钢丝和锦纶帘布作航空轮胎骨架材料。

图 2 及表 5 和 6 示出了芳纶/锦纶 66 复合帘布、芳纶/聚酯复合帘布、芳纶帘布、HMLS 聚酯帘布和锦纶 6 帘布的性能。

从图 2 及表 5 和 6 可以看出，与单一纤维的锦纶 66 帘布和聚酯帘布相比，芳纶/锦纶复合帘布和芳纶/锦纶 66 复合帘布的强度高，适合在高性能轮胎冠带层、胎体、带束层中使用，尤其适用



1—芳纶帘布；2—芳纶/锦纶 66 复合帘布；3—芳纶/聚酯复合帘布；4—HMLS 聚酯帘布；5—锦纶 6 帘布。

图 2 复合帘布的拉伸应力-应变曲线

表 5 复合帘布的拉伸应力-应变参数

帘 布	应变 1% 的应力/N	最大应力/N	断裂伸长率/%
芳纶/锦纶 66 复合帘布	22.5	556.6	11.8
芳纶/聚酯复合帘布	24.4	313.3	11.8
芳纶帘布	96.0	525.2	4.5
HMLS 聚酯帘布	21.4	218.9	17.6
锦纶 6 帘布	10.8	217.5	21.7

表 6 复合帘布的性能

项 目	芳纶/HMLS 聚酯复合帘布	芳纶/锦纶 66 复合帘布
帘线断裂强力/N	313.3	594.6
1% 拉伸应变载荷/N	12.5	24.5
断裂伸长率/%	11.8	11.8
H 抽出力/N	152.5	172.5
剥离力/N	285.6	285.6
干热收缩率 ¹⁾ /%	0.4	0.8
直径/mm	0.78	0.92

注:同表 4。

于航空轮胎。

1.2.3 芳纶防撕裂布

芳纶防撕裂布是以芳纶工业丝为纬线,经线采用 HMLS 聚酯工业丝、普通聚酯工业丝或锦纶 66 工业丝的织物。在织造上采用经向低密度、低纤度设计,使织物具有比低密度帘布还要稀疏的织造风格,这种织物在用于胶带制造时,可以很好地让其两面胶料相互渗透和接触,作为防撕裂层能够很好地与橡胶结合,充分发挥纬向芳纶的防撕裂特点。

芳纶防撕裂布应用于输送带防撕裂层具有其独特的价值:在实现防撕裂功能的同时,还具有耐高温、阻燃、弹性好、耐疲劳和同比强度体积小等优点。这些功能在任何防撕裂材料不能同时具备的。例如,目前较多采用的锦纶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,厚度增大 2 倍以上。以一芳纶防撕裂布为例,其性能如表 7 所示。

1.2.4 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,芳纶直经直纬帆布既强化了这种性能特点,同时又使织物强力保持率更高,在一些特定场合,它是替代钢丝绳的理想骨架材料。芳纶直经直纬浸胶帆布是以芳纶加捻线作织物直径,锦纶 66 加

表 7 芳纶防撕裂布性能

项 目	芳纶防撕裂布 (纬向)	聚酯防撕裂布 (经向)
帘线断裂强力/N	440.5	112.5
断裂伸长率/%	8.2	14.0
剥离力/N	356.5	356.5
干热收缩率 ¹⁾ /%	0.1	2.5
捻度×10/(T·cm ⁻¹)	8.5	10.5
直径/mm	0.49	0.35

注:同表 4。

捻线作织物直纬,编织经采用低纤度 HMLS 聚酯工业丝加捻线的帆布。

与芳纶浸胶帘布相比,芳纶直经直纬浸胶帆布用于胶带的最大好处是工艺操作方便,原因是这种结构的织物同时具有较好的经向增强性能和纬向防撕裂性能,不用再增加防撕裂层织物。这种织物在强度级别不很高的胶带中应用有较大的优势,且胶带的横向成槽性较好。

与芳纶帘布比较,芳纶直经直纬浸胶帆布的胶带应用级别低 1 000 N·mm⁻¹ 左右,实际可以达到 2 000 N·mm⁻¹。这是由于这种帆布在经向与纬向上均占用一定的分布空间,而芳纶帘布则不存在纬向占用空间的问题。

以 DEP 900 芳纶直经直纬浸胶帆布为例,其性能如表 8 所示。

表 8 DEP 900 芳纶直经直纬浸胶帆布性能

项 目	经向 ¹⁾	纬向 ²⁾
断裂强度/(N·mm ⁻¹)	1 020.5	100.5
10% 定负荷伸长率/%	0.2	—
断裂伸长率/%	8.2	14.0
干热收缩率 ³⁾ /%	0.3	0
组织	1/1+2/2	
平方米干质量/(g·m ⁻²)	1 316.5	
厚度/mm	2.05	
剥离力/N	210.5	
外观	黑色	

注:1)直径为芳纶加捻线;编织经为聚酯加捻线;2)锦纶 66 帘线;3)同表 4 注 1)。

1.2.5 平纹芳纶织物

平纹芳纶织物用来生产特种胶带及其他橡胶制品。芳纶纤维独有的综合优异性能使其能代替石棉纤维、玻璃纤维、钢丝、聚酯纤维和锦纶纤维用作输送带骨架材料。高强度、耐热、耐化学介质、耐疲劳、抗切割、不燃和良好的电绝缘性等是芳纶纤维的主要性能特征。芳纶平纹

帆布是目前开发生产的阻燃胶带的最理想的骨架材料。

以一芳纶平纹帆布为例,其性能如表9所示。

表9 芳纶平纹帆布性能

项 目	经向	纬向
断裂强度/(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 ¹⁾ /%	0.5	0
平方米干质量/(g·m ⁻²)	395.6	
厚度/mm	0.70	
剥离力/N	295.5	
外观	黑色/棕红色	

注:同表4。

2 EP帆布及其在胶带中的应用

2.1 EP帆布设计

2.1.1 织物组织

在原来的橡胶工业用浸胶帆布体系中,1/1平纹帆布是常规组织帆布,此外主要有2/2,1/2和1/3等断斜纹、对称平纹和方平纹组织帆布。组织形式对织物断裂强力、抗撕裂性能、可织造性能、密度等有较大影响。目前,350以上型号的帆布产品采用的是2/2,1/2和1/3等非常规组织组织,1/1组织在350以上型号帆布中基本不再推荐使用。目前,国外胶带行业对这些非常规组织帆布的认可程度远大于国内胶带行业,如俄罗斯和欧洲等的胶带公司基本上采用的都是非常规组织帆布。这些非常规组织帆布在抗冲击和抗撕裂等性能方面具有明显的优势。现在,国内胶带企业正逐渐接受这些非常规组织帆布,其需求量呈增大趋势。

1/1平纹组织EP400帆布与2/2断斜纹组织的结构分别如图3和4所示,两者的性能对比如表10所示。

从表10可以看出,在比1/1平纹组织EP400帆布平方米干质量小105.4g的条件下,2/2断斜纹组织EP400帆布的经向强度高5%以上,纬向强度高9%以上;2/2断斜纹组织EP400帆布的经向断裂伸长率比1/1平纹组织EP400帆布略高。在轻型帆布中,纬向断裂伸长率大小并无特别重要的意义,因为在传统自由式浸胶帆布中,纬向的热收缩率都足够大,这保证了纬向具有

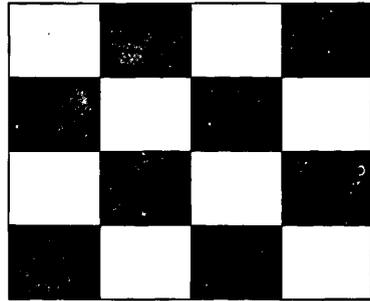
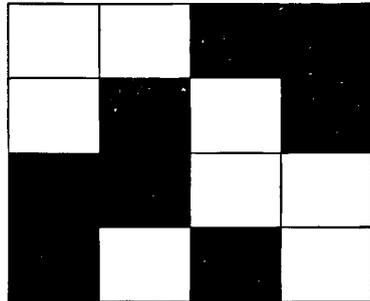


图3 1/1平纹组织EP400帆布结构示意图
 竖向条纹代表织物经线(聚酯纤维),横向条纹代表织物纬线(锦纶66纤维);黑色方框代表经线与纬线交织点(经线浮在纬线上面)。

图3 1/1平纹组织EP400帆布结构示意图



注同图3。

图4 2/2断斜纹组织EP400帆布结构示意图

表10 两种组织的EP400帆布的性能

项 目	1/1平纹组织帆布		2/2断斜纹组织帆布	
	经向	纬向	经向	纬向
断裂强度/(N·mm ⁻¹)	460.5	105.5	485.5	115.5
10%定负荷伸长率/%	1.0	—	1.0	—
断裂伸长率/%	15.1	25.8	15.3	31.2
干热收缩率 ¹⁾ /%	2.5	0.4	2.4	0.2
粘合强度/(N·m ⁻¹)	10.3		10.2	
平方米干质量/(g·m ⁻²)	1308.2		1202.8	
厚度/mm	1.51		1.59	

注:同表4。

很好的成槽性和耐疲劳性,但是在重型浸胶帆布中,由于织物白坯布织造紧密,热收缩率很小,因此导致其制品的成槽度较小。2/2断斜纹组织帆布,又称双层织物,在国外又称抗撕裂浸胶帆布,这种帆布可以明显提高重型帆布的纬向抗撕裂能

力,在采矿、林业采伐等领域具有良好的应用前景。

2.1.2 结构

根据传统习惯,每种帆布都有其固定结构,例如EP 200 帆布的固定的结构为 1670dtex/2×1400dtex/2, EP 300 帆布为 1100dtex/4×1870dtex/2。由于橡胶制品产品品种和规格领域不断拓展,对帆布性能和结构提出不同的要求,采用适合的帆布结构有利于简化橡胶制品的生产操作和提高性能。例如在覆布胶板制造中,如果采用传统结构的 EP 200 帆布(1670dtex/2×1400dtex/2),易导致胶板中间胶料析出,在胶板表面形成大量的结胶点,影响胶板外观质量;而采用 1100dtex/2×1870dtex/1 结构的 EP 200 帆布,就会在强度、平方米干质量不变的情况下,使织物的密度明显增大,纱线排列更紧密,从而使胶料析出的问题得到有效解决。

2.1.3 经纬纱线捻度

为提高胶带的生产工艺性能和产品性能,国外先进的胶带公司一般会对帆布纱线捻度提出要求,以进一步提高帆布的适用性。为了实现由大卷装原丝向小卷装织造筒子的过渡,或者为了达到向整经织造的过渡,同时实现加捻的适当抱合,在帆布设计生产中,大多生产厂家采用所有品种帆布统一捻度的加捻方法,现在看来值得商榷。捻度因数的采用可以为帆布经纬纱线加捻捻度的合理设计提供依据。EP 帆布经纬纱线捻度的合理搭配,对降低 EP 帆布平方米干质量,提高曲率和断裂伸长率(轻型 EP 帆布),降低干热收缩率等有重要意义。

2.1.4 捻向

国外胶带生产企业常对一些特殊的胶带帆布纱线捻向提出要求,而目前国内帆布生产企业对纱线捻向设计还不太重视。山东海龙博莱特公司采用 Z/S 和 ZZ/SS 等差异加捻线生产的帆布综合性能提高。采用不同捻向纱线生产的 EP 帆布制造的胶带具有不跑偏、运行平稳等优点,是节能胶带理想的骨架材料。

2.2 几种特种 EP 帆布

2.2.1 重型 EP 帆布

目前,我国已经实现了 EP 630 在内的重型

EP 帆布的工业化生产,为橡胶行业提供了更多的帆布类型,并有多种重型 EP 帆布投放到欧洲等国外市场。

以 EP 500 和 EP 600 帆布为例,重型 EP 帆布的性能如表 11 所示。

表 11 EP 500 和 EP 600 重型 EP 帆布性能

项 目	EP 500 帆布		EP 600 帆布	
	经向	纬向	经向	纬向
断裂强度/ (N·mm ⁻¹)	620.5	110.5	720.3	135.2
10%定负荷伸 长率/%	1.0	—	1.0	—
断裂伸长率/%	15.6	26.5	16.2	24.3
干热收缩率 ¹⁾ /%	2.0	0.2	1.8	0.2
粘合强度/ (N·m ⁻¹)	10.5		10.4	
平方米干质量/ (g·m ⁻²)	1 435.2		1 905.8	
厚度/mm	1.82		2.08	

注:同表 4。

由于传统观念,目前轻型帆布还在大量用于多层带的生产。多层带分层越多,层间差异越大。从节能及技术质量角度而言,胶带减层是必然趋势。在国外胶带制品中,以重代轻、实现减层已很普遍。高强度级别产品的开发是重型帆布的发展方向。

2.2.2 HMLS EP 浸胶帆布

HMLS EP 浸胶帆布是基于对普通 EP 浸胶帆布的改进而开发的。HMLS EP 帆布的经线由 HMLS 聚酯纱线代替普通聚酯纱线,因而提高了产品的综合性能。与普通 EP 浸胶帆布相比,HMLS EP 浸胶帆布具有强力高、耐热性能好、干热收缩率低、尺寸稳定性好、平方米干质量小等特点。

HMLS EP 浸胶帆布与普通 EP 浸胶帆布的性能对比如表 12 所示。

HMLS EP 浸胶帆布的推广应用有利于提高胶带质量。在轻型帆布中,HMLS 聚酯浸胶帆布强度与普通聚酯浸胶帆布无明显差异。但随着帆布规格型号的提高,织物密度、经线纤度增大,织物织造过程中开口打纬时经线摩擦生热会使经线强力明显降低;另外,重型帆布所用浸渍液相对较多,为了提高浸渍液的反应程度和帆布的烘干效果,必然降低浸渍生产线速度。由于 HMLS 聚酯

纤维的强度、耐热性能明显优于普通聚酯纤维,且平方米干质量较小,因此重型 HMLS 聚酯浸胶帆布的开发具有明显的优势。

表 13 示出了 HMLS EP 200 浸胶帆布与普通 EP 200 浸胶帆布的耐热老化性能对比。

表 12 HMLS EP 浸胶帆布与普通 EP 浸胶帆布的性能对比

项 目	HMLS EP 200 浸胶帆布		EP 200 浸胶帆布		HML SEP 300 浸胶帆布		EP 300 浸胶帆布	
	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向
断裂强度/(N·mm ⁻¹)	260.7	90.5	250.6	89.5	365.2	92.8	358.6	90.5
10%定负荷伸长率/%	1.3	—	1.4	—	0.8	—	1.3	—
断裂伸长率/%	15.8	33.3	15.8	—	15.9	30.2	15.8	30.3
干热收缩率/(%) ¹⁾ /%	1.7	0	3.6	0	1.5	0	3.4	0
粘合强度/(N·m ⁻¹)	13.3		13.2		12.7		12.6	
平方米干质量/(g·m ⁻²)	612.6		629.6		829.6		850.8	
厚度/mm	0.86		0.87		1.22		1.22	

注:同表 4。

表 13 EP 200 聚酯浸胶帆布的耐热老化性能

项 目	EP 200 聚酯浸胶帆布	
	HMLS 浸胶帆布	普通浸胶帆布
断裂强度/(N·mm ⁻¹)	250.6	260.7
180℃×72 老化后		
断裂强度/(N·mm ⁻¹)	210.8	233.1
断裂强度保持率/%	84.2	89.4

从表 13 可以看出,与采用普通 EP 帆布相比,采用 HMLS EP 浸胶帆布作骨架材料可以延长耐热输送带的使用寿命。目前,HMLS EP 浸胶帆布已作为性价比较高的骨架材料用于耐热输送带中。

2.2.3 低硬度高曲率(HCLH)EP 浸胶帆布

硬度高和曲率低一直是国产 EP 帆布需要解决的问题,国内 EP 帆布生产企业为此进行了各种尝试,但仍未获得满意的效果,在解决帆布粘合性能差及胶带起褶和过度跑长方面不能很好兼顾。

目前,国内常采用以下 2 种方法来解决 EP 浸胶帆布胶带起褶问题。

1. 用一浴法(RP 浸渍液)替代二浴法(D417 浸渍液)浸渍法处理 EP 帆布。这种处理方法的好处是降低了 EP 帆布硬度,不足之处是帆布粘合性能较低,特别是老化后粘合性能明显下降。

2. 一浴法+拉幅浸渍处理 EP 帆布。这种处理方式的优点是帆布纬向受到张力控制,经向曲率明显提高,同时通过拉幅控制,可以采用相对较

高的浸渍温度,而纬向收缩率不会增大。但用这种浸渍处理的帆布存在 2 个问题。一是帆布在经向负荷作用下伸长率过大,达到 3% 以上,超过了锦纶帆布的伸长率,导致胶带跑长现象比较明显,这对长度较大的输送带更为不利。二是帆布经向材料的分子取向度低,帆布强度明显降低,导致帆布强度下降,密度提高,胶带制造成本明显提高。

山东海龙博莱特公司采用独特方法制造了 HCLH EP 浸胶帆布,该 HCLH EP 浸胶帆布的最大优点就是在保证粘合性能的前提下,硬度明显降低,曲率比普通浸胶帆布提高 30% 以上,从根本上解决输送带在通过辊筒时弯曲起褶问题。HCLH EP 浸胶帆布已在国际知名品牌胶带中使用。HCLH EP 浸胶帆布的性能如表 14 所示。

表 14 可以看出,普通高曲率 EP 浸胶帆布粘合性能差、平方米干质量大、定负荷伸长率大、断裂强度低。普通高曲率 EP 浸胶帆布是解决胶带起褶的过渡型产品,在超高层分层带中有一定应用,但 HCLH EP 浸胶帆布将逐渐替代普通高曲率 EP 浸胶帆布用于胶带制品中。

3 结语

近年来,芳纶骨架材料和 EP 帆布无论是在生产技术,还是在产品品种和应用技术上都得到了很大的发展,这两种骨架材料是开发高性能、特

表 14 HCLH EP 浸胶帆布的性能

项 目	HCLH EP 300 浸胶帆布		高曲率 EP 300 浸胶帆布		普通 EP 300 浸胶帆布	
	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向
断裂强度/(N·mm ⁻¹)	369.6	92.5	312.7	70.5	360.6	90.5
10%定负荷伸长率/%	1.4	—	3.5	—	1.0	—
断裂伸长率/%	20.8	30.0	32.8	28.3	15.8	30.5
干热收缩率/(%) ¹⁾ /%	2.0	0	1.0	0.5	3.5	0
曲率/%	5.5	—	6.9	—	4.0	—
硬度 CN	1 060	—	1 056	—	2 750	—
粘合强度/(N·m ⁻¹)		12.9		8.3		13.1
平方米质量/(g·m ⁻²)		840.8		890.6		852.6
厚度/mm		1.23		1.28		1.19

注:同表 4。

种橡胶制品的良好选择方案。

工程师的帮助,在此表示感谢。

致谢:本工作的芳纶骨架材料在橡胶制品中应用试验得到北京橡胶工业研究设计院张燕高级

参考文献:略

《化工进展》杂志 2009 年征订启事

《化工进展》是中国化工学会会刊、全国中文核心期刊,是中国科学技术协会主管、中国化工学会和化学工业出版社共同主办,国内外公开发行的技术信息型刊物,《化工进展》以反映国内外化工及石油化工等过程工业、行业的最新成果、动态,介绍高新技术,传播化工知识,促进化工科技进步为办刊宗旨。所刊内容涵盖石油化工、精细化工、生物与医药、新材料、化工环保、化工设备、现代化管理等学科和行业。

2009 年,《化工进展》杂志将继续倡导工业媒体为产业服务的理念,注重实用性和先进性,关注新技术、新产品及新设备。

《化工进展》面向化工及石油化工等过程工业、行业的管理及技术部门,读者群包括化工、石油化工等过程工业中的企业管理、技术和采购人员,以及高等院校及科研院所的科研人员和学生。

《化工进展》自 1981 年创刊以来即先后被美国《CA》、“中国期刊全文数据库”、“中国科学引文数据库”、“中国学术期刊综合评价数据库”、“万方数据——数字化期刊群”、“中文科技期刊数据库”、“中国核心期刊(遴选)数据库”、“中国学术期刊文摘”等多种数据库收录,2008 年列“CA 千种

表”第 30 名,是中国科学技术协会精品科技期刊,曾荣获“中国期刊方阵双效期刊”、“第六届全国石油和化工行业优秀期刊一等奖”等称号及荣誉。

《化工进展》国际刊号 ISSN 1000-6613,国内刊号 CN 11-1954/TQ,邮发代号 82-311,大 16 开,月刊,每月 5 日出刊。国内每期定价 36 元人民币,全年 12 期共 432 元人民币;国外每期定价 8 美元。可直接与编辑部联系,也可通过邮局等方式订阅。

银行汇款

开户银行:北京银行中轴路支行

账户名称:北京进展期刊社

银行账号:0109 0361 8001 2010 5062 480

项目:《化工进展》2009 年订刊费

邮局汇款

通讯地址:北京市东城区青年湖南街 13 号

邮政编码:100011

收 款 人:《化工进展》编辑部

联 系 人:郝向丽

联系电话:010-64519502,64519466(传真)

E-mail:hgiz@263.net

http://www.hgiz.com.cn