

# 短纤维-橡胶复合材料在 V 带中的应用

姜发启 苏华强

(洛阳市橡胶制品厂 471002)

**摘要** 对比了木质素短纤维、锦纶短纤维和棉短纤维在氯丁橡胶(CR)和天然橡胶(NR)中的补强性能。在 V 带底胶和多楔带楔胶中加入短纤维,可使这两种制品的疲劳寿命分别达到 153 和 280h。棉短纤维可以直接使用,而化纤短纤维必须经过表面处理使其与橡胶具有良好的粘合力后方可使用。

**关键词** 短纤维, V 带, V 带底胶, 短纤维橡胶复合材料

V 带传动是一种摩擦传动,要求 V 带具有较高的横向刚度和纵向柔性,以使 V 带传递效率和耐屈挠疲劳性能得以提高。短纤维-橡胶复合材料(SFRC)具有硬度高、弹性高、耐磨、耐切割、耐疲劳、抗蠕变、耐溶胀、耐热老化等优异性能。在 V 带底胶中使用 SFRC 可以使其横向具有足够的刚性,纵向具有较高的柔性。

随着我国 V 带工业的发展,特别是在 V 带实现线绳化、聚酯化之后,带体较软,横向刚度低且聚酯线绳具有热收缩特性,导致 V 带强力层线绳在硫化时因热收缩而产生位移,并使成品强力层排列不整齐,在使用过程中造成翻转或磨偏,严重影响 V 带的使用寿命。为此,我们研究了 SFRC 在 V 带中的应用,现将研究情况介绍如下。

## 1 实验

### 1.1 原材料及配方

国产 1<sup>#</sup> 烟片胶;氯丁橡胶(CR-120);棉短纤维(自己用棉纱线加工成长度约为 3mm 的短纤维);锦纶短纤维(北京化工大学研制的经 V 法处理的长度为 5mm、长径比为 200 的短纤维);木质素短纤维(美国孟山都公司产、经过表面处理的 D 型木质素短纤维)。

短纤维和 CR 复合材料的配方(份)为: CR-120 100;氧化锌和氧化镁 11.2;硬脂酸 2;防老剂 3.5;炭黑 30;芳烃油 4;

短纤维 变量。

### 1.2 加工工艺

为了使短纤维在胶料中分散均匀,先将生胶破碎,塑炼后加入短纤维,然后再加入其它配合剂混炼。

在 0.5mm 辊距下将 SFRC 薄通,尔后在 1mm 辊距下对折贴合,再在 2mm 辊距下对折下片,以使短纤维在胶料中定向。

### 1.3 性能测定

SFRC 的物理性能测试在 XLL-50 型拉力试验机上进行,V 带成品试验在进口的德国 SCHOLZ 台架试验机上进行,试验条件参照日本汽车协会标准。

## 2 结果与讨论

### 2.1 短纤维用量对 CR 性能的影响

木质素短纤维、锦纶短纤维、棉短纤维用量对 CR 性能的影响见表 1,2 和 3。

通过表 1,2 和 3 可以看出,随着短纤维用量的增加,SFRC 的硬度均迅速增加。木质素短纤维随其用量的增加,对 L 向的补强效果不理想,甚至使强度有所下降;对 T 向的影响是使强度明显下降,当用量从 15 份增加到 30 份时,T 向的强度从 10.5MPa 降至 6.5MPa,而锦纶短纤维在这种情况下使 T 向强度从 8.3MPa 降至 7.7MPa。棉短纤维在用量为 20 份时,L 向和 T 向的强度最高,尔后随其用量的增加略有下降。用量过多或

表 1 木质素短纤维用量对 CR 性能的影响

性 能	木质素短纤维用量,份				
	0	15	20	25	30
邵尔 A 型硬度,度	66	81	85	86	87
拉伸强度,MPa					
L 向	19.7	12.6	10.7	11.3	12.7
T 向	19.2	10.5	8.4	7.3	6.5
扯断伸长率,%					
L 向	730	460	410	350	340
T 向	710	570	510	500	440
扯断永久变形,%					
L 向	22	44	6	6	6
T 向	22	34	30	40	38
撕裂强度, $N \cdot m^{-1}$					
L 向	55.7	55.3	57.8	67.5	71
T 向	53	50.7	52.2	53.6	48.8

注:1)硫化条件为  $150^{\circ}C \times 20min$ ;2)L 向为顺压延方向,也称纵向;3)T 向为垂直于压延方向,也称横向。

表 2 锦纶短纤维用量对 CR 性能的影响

性 能	锦纶短纤维用量,份			
	15	20	25	30
邵尔 A 型硬度,度	83	84	86	87
拉伸强度,MPa				
L 向	13.0	16.9	17.0	18.9
T 向	8.3	7.9	8.0	7.7
扯断伸长率,%				
L 向	70	70	60	60
T 向	500	270	120	130
扯断永久变形,%				
L 向	8	8	8	8
T 向	26	16	12	8
撕裂强度, $N \cdot m^{-1}$				
L 向	77.4	119	121	163
T 向	74.3	81	84	72

注:表注同表 1。

过少,都会使其补强效果有不同程度的降低。

木质素短纤维和锦纶短纤维用量对 SFRC L 向的扯断伸长率影响很大,随着用量的增加,扯断伸长率减小,而 T 向的扯断伸长率降低相对较小。

棉短纤维随其用量的增加对扯断伸长率有有利的影响,可使 SFRC 的 L 向和 T 向都具有能满足 V 带使用要求的扯断伸长率。但如果操作不当,L 向的扯断伸长率会减小。

3 种短纤维随着用量的增加都会使

表 3 棉短纤维用量对 CR 性能的影响

性 能	棉短纤维用量,份			
	15	20	25	30
邵尔 A 型硬度,度	82	83	84	86
拉伸强度,MPa				
L 向	10.4	12.2	10.6	10.6
T 向	6.7	9.5	8.1	8.1
扯断伸长率,%				
L 向	300	530	500	500
T 向	400	560	520	540
扯断永久变形,%				
L 向	30	64	86	96
T 向	36	30	44	54
撕裂强度, $N \cdot m^{-1}$				
L 向	55	56	53	57
T 向	86	53	48	43

注:表注同表 1。

SFRC L 向的撕裂强度有较大提高。总的看来,用量以 25 份为佳。

## 2.2 不同短纤维在 NR 中的补强效果

对不同短纤维在 NR 中的补强效果也做了对比试验,结果见表 4。

表 4 不同短纤维对 NR 的补强效果对比

性 能	木质素短纤维			棉短纤维
	未加	短纤维	纤维	
邵尔 A 型硬度,度	60	73	74	74
拉伸强度,MPa				
L 向	14.9	10.4	12.2	8.8
T 向	12.4	9.4	8.9	7.5
扯断伸长率,%				
L 向	570	450	200	380
T 向	550	490	380	400
扯断永久变形,%				
L 向	26	46	20	40
T 向	24	34	18	30
撕裂强度, $N \cdot m^{-1}$				
L 向	49.8	40.3	49.5	37.2
T 向	44.4	34.3	46.8	35.2

注:1)短纤维用量均为 20 份;2)其它表注同表 1。

从表 4 可以看出,随着短纤维的加入,SFRC 的硬度得到明显提高。短纤维对 NR 的补强效果依次是:锦纶短纤维>木质素短纤维>棉短纤维。锦纶短纤维对 NR 的 L 向扯断伸长率影响较大,与在 CR 中的效果近似,但对撕裂强度影响较小,不会使其得到明

显提高。

## 2.3 不同预处理的锦纶短纤维对 SFRC 的补强效果

对采用不同方法处理的锦纶短纤维在

CR 中的补强效果进行了试验,结果见表 5。

从表 5 可以看出,同样是锦纶短纤维,经过处理或未经过处理以及采用不同方法处理的短纤维,对 CR 的补强效果差别很大。经过

表 5 不同预处理的锦纶短纤维对 CR 的补强效果

性 能	平顶山浸胶处理	未处理而在胶料 中加粘剂	北京化工大学 处理的 A 型	河北新河橡 胶厂处理	北京化工大学 处理的 B 型
	邵尔 A 型硬度,度	84	85	90	81
拉伸强度,MPa					
L 向	24.4	19.4	12.1	15.6	10.3
T 向	6.7	6.9	8.6	7.0	7.5
扯断伸长率,%					
L 向	40	40	60	60	120
T 向	100	290	340	360	130
扯断永久变形,%					
L 向	6	8	8	10	8
T 向	10	12	36	16	26
撕裂强度, $N \cdot m^{-1}$					
L 向	122	131	126	86	88
T 向	87	88	59	67	57

注:1)短纤维用量均为 20 份;2)其它表注同表 1。

表面处理的补强效果相对较好;未经过表面处理而在胶料中加入直接粘合体系的,虽然也能获得较好的补强效果,但却提高了胶料的生产成本。撕裂强度的差别也很大,尤其是 T 向撕裂强度,拉伸强度高者,撕裂强度高。这和短纤维与基质橡胶之间粘合的好坏有直接关系。

## 3 SFRC 在 V 带中的应用

### 3.1 V 带底胶配方及物理性能

短纤维种类、用量及表面处理方法的不同,使它们在 NR 和 CR 中的补强性能差别很大。若想满足 V 带生产的需要,V 带底胶必须具备以下性能:

- (1)良好的动态性能,高的回弹性,低的生热;
  - (2)良好的耐热性;
  - (3)优异的耐屈挠龟裂性能;
  - (4)良好的耐油、耐臭氧等性能。
- 因此,根据多次正交设计试验结果,我们

确定 V 带底胶配方(份)为:CR 100;氧化镁和氧化锌 12.5;硬脂酸 1.5;促进剂 0.3;防老剂 3;芳烃油 5;炭黑 75;短纤维 20,合计 217.5。胶料的物理性能见表 6。

表 6 V 带底胶物理性能(L 向)

性 能	硫化时间(150℃),min		
	10	20	30
邵尔 A 型硬度,度	89	89	90
拉伸强度,MPa	10.8	10.9	10.3
扯断伸长率,%	50	45	50
扯断永久变形,%	6	6	6
撕裂强度, $N \cdot m^{-1}$	—	65	—

### 3.2 V 带物理性能

13mm×8mm×1150mm 规格的 V 带台架试验条件:传动功率 13.2N·m;张紧力 520N;张紧直径 69mm;主、被动轮直径 127mm;转速 4900r·min<sup>-1</sup>;运行时间 153h。由此可看出,底胶中加入短纤维的 13mm×8mm×1150mm 规格 V 带的台架疲劳寿命达 153h,远大于日本汽车协会标准规定的 55h。

V 带底胶配方经调整后,也可用于多楔带楔胶。为了提高多楔带的耐热、耐屈挠疲劳性能,在上述 V 带底胶配方的基础上,减少补强剂用量,提高含胶率,同时适当减少短纤维和增加耐热防老剂用量。调整后的配方(份)为:CR-120 100;氧化镁和氧化锌 14;硬脂酸 1.5;防老剂 4.5;芳烃油 6;炭黑 55;短纤维 13,合计 194。胶料的物理性能见表 7。

表 7 多楔带楔胶物理性能

性 能	硫化时间(150℃),min		
	10	20	30
邵尔 A 型硬度,度	80	80	80
拉伸强度,MPa	11.3	12.7	12.6
扯断伸长率,%	400	370	400
扯断永久变形,%	24	22	22

多楔带在传递不同功率时的疲劳寿命见表 8。

短纤维用于 V 带底胶和多楔带楔胶的

表 8 多楔带在传递功率逐渐加大时的台架试验结果

多楔带规格	传递功率	张紧力	张紧轮直径	主、被动轮直径	转速, $r \cdot \min^{-1}$	运行时间,h
	$N \cdot m$	N	mm	mm		
4PK1418	18.5	810	62.5	136	4900	100
	21.4	810	62.5	136	4900	100
	24.4	810	62.5	136	4900	81.26

实际疲劳寿命证明,SFRC 用于 V 带底胶效果较好,能大幅度提高 V 带的疲劳寿命。短纤维的应用不仅提高了 V 带的横向刚性,而且保持了 V 带的纵向柔性,从而使 V 带的耐屈挠疲劳性能得到保证,V 带的传递功率和使用寿命得到提高。

### 3.3 V 带底胶加入短纤维的注意事项

V 带底胶加入短纤维的注意事项如下:

(1)短纤维直接投料时,应避免一次加入,而要采用少量多次加入的方法。

(2)应先加入部分炭黑等填料,以提高混炼均匀性。

(3)避免高转速、长时间混炼,以防止胶料焦烧和短纤维被过度剪短。

(4)加强工艺控制,确保短纤维在胶料中的定向率。

(5)短纤维的长度对胶料性能和混炼均匀性影响很大。纤维过长,易结团影响分散;过短则使短纤维失去补强意义。

(6)化纤短纤维在使用前应经过表面处理,以提高与橡胶的粘合力,保证 SFRC 的性能。

收稿日期 1995-05-02

## 300 元一副撕边“O”形圈模具出售

凡符合国标、部标规格的“O”形圈模具,其外形尺寸在 200mm×200mm 以下者,每副 300 元,其它尺寸者另行协商。所生产的“O”形圈外观质量达到进口产品水平。另承接非标产品的撕边、无边橡胶模具,欢迎联系。

同时出售:①耐 350℃ 高温硅橡胶混炼胶(详见《橡胶工业》1995 年第 9 期)300 元· $kg^{-1}$ ;②通用型硅橡胶混炼胶 37000 元· $t^{-1}$ 。

### 宁波昌泰橡胶技贸有限公司

地址 浙江省宁波市四横街 17 号 邮政编码 315020 传真 0574-7309054

联系人 欧世渊 电话 0574-7675711 BP 0574-7366744-10400