

氧化锌晶须改善轮胎胎面胶耐磨性能的研究

周祚万¹,樊建强²,张再昌³,李 冬²

(1. 西南交通大学 高分子材料研究所,四川 成都 610031;2. 四川轮胎橡胶(集团)股份有限公司,四川 简阳 641400;3. 四川省低维复合材料工程技术研究中心,四川 成都 610031)

摘要:研究了采用氧化锌晶须改善轿车子午线轮胎胎面胶的耐磨性能。试验结果表明,在胎面胶配方中加入3份左右氧化锌晶须,可使硫化胶的磨耗量减小约23%。145SR12LT规格样胎于100%负荷下运行110h尚完好。其作用机理在于氧化锌晶须具有各向同性增强效果,可较好地分散因磨损而产生的热量,且四针状体连接于同一中心,能较好地协同发挥作用。

关键词:氧化锌晶须;胎面胶;耐磨性能

中图分类号:TQ330.38⁺3;TQ336.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-8171(2002)08-0481-03

轮胎行驶里程不仅与路况、轮胎结构密切相关,还与胶料性能有关。通过调整配方体系可提高胶料的弹性模量、拉伸强度和耐磨性能,使胎面胶的耐磨性、湿牵引性和滚动阻力达到平衡。有人试图用沉淀法白炭黑部分取代炭黑以改善胎面胶的耐磨性、降低轮胎滚动阻力^[1],但胎面胶成本增加较多,加工工艺难度大。我们尝试从其它材料入手,在不改变原有生产工艺的前提下改善胎面胶的耐磨性。前期材料实验研究结果表明,一种单晶体四针状结构的氧化锌晶须具有极高的拉伸强度、弹性模量和良好的综合性能^[2],可降低胶料的磨耗量,同时提高其强度^[3]。本工作研究了氧化锌晶须在轮胎胎面胶中的应用,着重考查其改善胎面胶的耐磨性能。

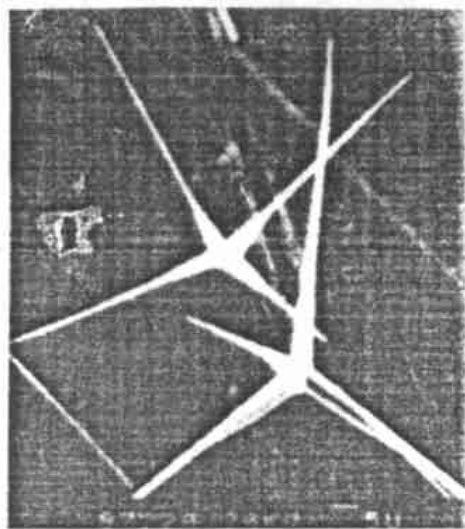


图1 氧化锌晶须的显微结构

品。其它原材料均为轮胎生产用普通材料。

1.2 基本配方

胎面胶为四川轮胎橡胶(集团)股份有限公司轿车子午线轮胎用半成品胶料,基本配方如下:

NR 65;BR 20;SBR 15;硫黄 1.5;促进剂 NOBS 1.2;炭黑 N375 60;氧化锌 6;硬脂酸 1.5。

1.3 试验设备

X(S)N-200/30 密炼机;X(S)K250 和 XK550 开炼机;DXLL-5000 电脑型电子拉力机;MH-70 阿克隆磨耗机。

1 实验

1.1 主要原材料

氧化锌晶须,橡胶用,显微结构如图1所示,针状体平均长度为51μm,针状体根部平均直径为1.5μm,比热容为5520J·(kg·K)⁻¹,表观密度为0.01~0.50Mg·m⁻³,电阻率小于50Ω·cm,拉伸强度为1.2×10⁴MPa,弹性模量为3.5×10⁵MPa,成都交大晶宇科技有限公司产

作者简介:周祚万(1964-),男,四川广安人,西南交通大学高分子材料研究所教授,博士,主要从事晶须、纳米等低维复合材料的研究、开发和管理工作的。

1.4 试样制备

(1) 小配合试验

向已混炼完的胎面胶中加入不同用量的氧化锌晶须,经薄通,打三角包2次,下片、停放、回炼、制样、硫化。

(2) 大配合试验

(a) 氧化锌晶须与硫黄一起投入主机密炼室,其它工艺不变;(b) 密炼机上加硫黄、小料,在开炼机上加氧化锌晶须,其它工艺不变。

硫化条件为 150 $\times$ 30 min。

1.5 性能测试

硫化胶的耐磨性能按 GB 1689—89 测试;成品轮胎的高速性能和耐久性能分别按 GB/T 7034—1998 和 GB/T 4502—1998 测试。

2 结果与讨论

2.1 小配合试验

氧化锌晶须用量对硫化胶耐磨性能的影响如图2所示。

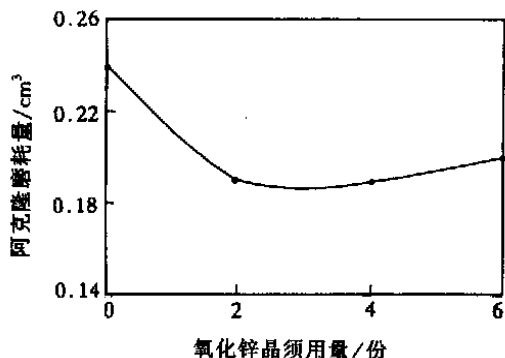


图2 氧化锌晶须用量对硫化胶耐磨性能的影响

由图2可以看出,随着氧化锌晶须用量的增大,硫化胶的阿克隆磨耗量减小;当氧化锌晶须用量为3份左右时,磨耗量减小约23%;继续增大氧化锌晶须用量,磨耗量反而增大。这是因为氧化锌晶须的用量过大,分散较困难,使剪切力增大,断裂增多,胶料的综合性能发挥不充分。

分析认为^[3],氧化锌晶须具有各向同性增强效果,图3所示为氧化锌晶须在橡胶中的分布。由图3可见,氧化锌晶须在体系中呈三维分布,在空间各个方向都有晶须针状体,能较好地阻止裂纹的产生和发展,这是其它粉体材料所不具备的。

氧化锌晶须是半导体,本身耐热性好(1 720

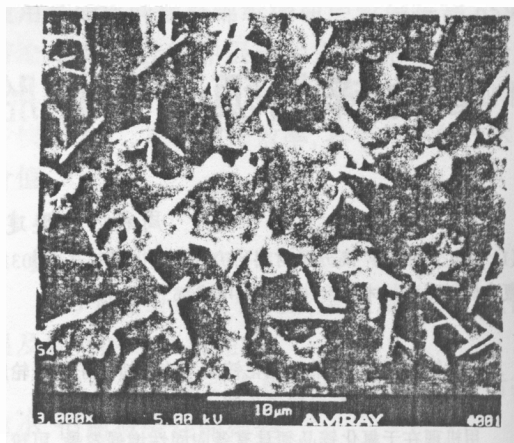


图3 氧化锌晶须在橡胶中的分布

升华),这是区别于其它短纤维增强材料的原因。在橡胶中加入氧化锌晶须,可较好地分散因摩擦、磨损而产生的热量,使胶料在磨损过程中表面温度不至于上升得太高。有研究表明,高分子材料即使在很低的滑动速度下,摩擦过程中材料表面的温度也超过了100^[4]。这样高的温度在表面摩擦张力和加载压力作用下,裂纹一旦产生就会立即扩展。当裂纹与裂纹相遇时,就产生了表面剥离和脱落,形成磨屑。

氧化锌晶须提高胶料耐磨性能的另一独特机理在于四根针状体连接于同一中心,能较好地协同发挥作用,而不是像其它短纤维那样彼此分离,孤立地发挥作用。当某一根针状体由于基体被磨损而露出表面承受磨损剪切和压力作用时,其它三根针状体将分散该针状体的受力,从而消除了应力集中,防止了裂纹产生,降低了破坏的几率。

未加和加入氧化锌晶须的胶料磨损表面显微结构对比结果如图4所示。

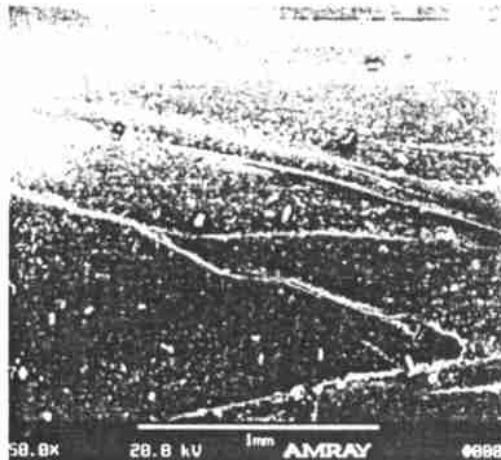
由图4可以看出,未加氧化锌晶须的胶料磨损表面已经出现了大量的堆积胶料,表现出明显的粘性磨损,这是磨损过程中各种综合作用造成的橡胶表面剥离现象。而加入氧化锌晶须的胶料没有出现堆积现象,表面较为平整,并露出一些晶须针状体的头部,表现出刚性磨损的迹象,说明以上分析和试验结果是相吻合的。

2.2 大配合试验

采用前述两种加料工艺添加3份氧化锌晶须进行大配合试验,测试结果如下:试样a、b和空白样的阿克隆磨耗量分别为0.18、0.18和0.25



(a) 未加氧化锌晶须的胶料



(b) 加入 3 份氧化锌晶须的胶料

图 4 胶料磨损表面的微观结构

cm^3 。

批量试验结果显示,加入 3 份氧化锌晶须的胎面胶磨耗量下降 28 %,与小配合试验结果基本吻合。

以此批胶料试制出 200 条 145SR12L T 轮胎,经机床试验表明,耐久性试验于第 3 阶段 100 % 负荷下样胎运行 110 h 后尚完好,远远高出国家标准。该规格样胎的速度等级为 $180 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$,当试验速度提高到 $210 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 时,样胎尚完好。

3 结语

在轮胎胎面胶配方中适量加入氧化锌晶须,可减小硫化胶的磨耗量,提高成品轮胎的耐久性

能和高速性能,为生产高性能和高速轮胎提供了可靠的材料。

参考文献:

- [1] Fround B,Forester F. 低滚动阻力胎面胶[J]. 翁小兵译. 世界橡胶工业,1998,25(4):18.
- [2] 周祚万,彭卫明,客绍瑛. ZnO 晶须及其树脂基复合材料的研究进展[J]. 材料导报,1999,13(3):57.
- [3] Zhou Z W,Liu S K,Gu L X,et al. Studies on the strength and wear resistance of tetrapod-shaped ZnO whisker-reinforced rubber composites[J]. J. Appl. Polym. Sci.,2001,80(9):15.
- [4] Chou Y,Rao M,Hook C,et al. Study of the friction of nylon [J]. Chinese Journal of Materials Research,1998,12:116.

收稿日期:2002-03-26

Improving abrasion resistance of tread compound with zinc oxide whisker

ZHOU Zu-wan¹, FAN Jian-qiang², ZHANG Zai-chang³, LI Dong²

[1. Southwest University of Communication, Chengdu 610031, China; 2. Sichuan Tire and Rubber (Group) Co., Ltd., Jianyang 641400, China; 3. Sichuan Diwei Composite Engineering Technology Research Center, Chengdu 610031, China]

Abstract: The zinc oxide whisker was used to improve the abrasion resistance of tread compound for radial car tire. It was found through the test that the abrasion loss of vulcanizate reduced by 23 % and the test 145SR 12L T tire kept perfect after running for 110 h under 100 % load by adding 3 phr of zinc oxide whisker in the tread compound. The mechanism could be explained by the fact that the heat generated from abrasion could be well dispersed because of the isotropic reinforcing effect of zinc oxide whisker; and the tetrapod structure of zinc oxide whisker could exert synergistic action because its four feet joined at the same center.

Keywords zinc oxide whisker; tread compound; abrasion resistance