

活性氧化锌在汽车同步带伸张胶中的应用

吴贻珍, 潘建茂, 孙森

(无锡贝尔特胶带有限公司, 江苏 无锡 214176)

摘要: 研究氧化锌品种对氯丁橡胶(CR)性能的影响, 并进行活性氧化锌在汽车同步带伸张胶中的应用试验。结果表明: 活性氧化锌ZnO-801用于CR中, 胶料的物理性能较好, 分散性良好; 活性氧化锌ZnO-801用于汽车同步带伸张胶中, 胶料焦烧时间较长, 耐屈挠疲劳性能较好, 压缩永久变形较小。

关键词: 活性氧化锌; 氯丁橡胶; 汽车同步带; 伸张胶

氧化锌在橡胶中一般起活化剂的作用, 在氯化丁基橡胶和氯丁橡胶(CR)等含卤素橡胶中起硫化剂的作用^[1-2]。活性氧化锌与工业级普通氧化锌的主要差别在于活性氧化锌粒径小, 活性高, 在橡胶中易分散。普通氧化锌的粒径为 $0.15\ \mu\text{m}$, 呈粒状或棒状, 比表面积为 $1\sim 5\ \text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$; 活性氧化锌的粒径为 $0.05\ \mu\text{m}$, 呈球状, 比表面积为 $35\sim 45\ \text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$ ^[3]。活性氧化锌已广泛用于轮胎、胶带和胶鞋等橡胶制品中^[4-6]。

本工作以普通间接法氧化锌作对比, 研究活性氧化锌对CR性能的影响, 并在汽车同步带伸张胶中进行了应用试验。

1 实验

1.1 原材料

活性氧化锌, 牌号ZnO-801和ZnO-805, 台懋实业股份有限公司产品, 昆山海丽化学有限公司提供; 普通氧化锌(简称ZnO-L), 间接法, 含量99.7%, 柳州锌品有限责任公司产品; 普通氧化锌, 牌号ZnO-210, 间接法, 含量99.7%, 美锌金属(常熟)有限公司产品; 纳米氧化锌, 山东兴亚新材料股份有限公司产品; CR, 牌号PS-40A, 日本电气化学工业株式会社产品。

1.2 配方

基本试验配方: CR, 100; 硬脂酸, 1; 氧化镁, 4; 炭黑N330, 30; 氧化锌(变品种), 5。

应用试验配方采用公司汽车同步带伸张胶生产配方: CR, 100; 硬脂酸, 1; 氧化镁, 4; 补强剂, 50; 防老剂, 5; 软化剂, 5; 氧化锌(变品种), 5; 其它, 5。

1.3 混炼工艺

胶料混炼在双辊开炼机上进行。生胶包辊, 辊距减至最小, 加入小料和促进剂, 再加入炭黑, 混炼均匀, 最后加入硫化剂, 混炼均匀后下片。

1.4 性能测试

(1) 硫化特性: 用P3555B2型盘式硫化仪测定, 硫化速率 $V_c=100/(t_{90}-t_{s1})$ 。

(2) 硫化胶物理性能: 平板硫化机的压力为10 MPa, 硫化条件为 $160\ \text{℃}\times t_{90}$ 。硫化胶的定伸应力、拉伸强度、撕裂强度等静态力学性能的测试均按照相应的国家标准执行。拉伸性能测试采用6 mm宽哑铃试样, 拉伸速率为 $500\ \text{mm}\cdot\text{min}^{-1}$, 测试温度为 $20\sim 23\ \text{℃}$ 。

(3) 氧化锌分散性: 使用美国FEI公司XL-30场发射环境扫描电镜(SEM)观察拉伸断面。将试样冷冻掰断后直接贴在试样座上, 并在断面上镀金属膜, 采用较低的加速电压(1~5 kV)和频率, 以减少电荷积累。

(4) 喷霜试验: 将烘箱温度升至 $70\ \text{℃}$, 将足量的水(保证72 h不被烘干)放入容器中, 用细线将试样悬挂于水面上2 cm处, 72 h后取出, 观察试样表面喷霜情况。

2 氧化锌品种对CR性能的影响

2.1 硫化特性

在极性CR中氧化锌起硫化剂的作用。氧化锌品种对胶料硫化特性的影响见表1。

从表1可以看出：按所用氧化锌品种排序，

胶料焦烧时间 t_{10} 由短到长依次为：纳米氧化锌，ZnO-801，ZnO-210，ZnO-L，ZnO-805；正硫化时间 t_{90} 由短到长依次为：ZnO-L，ZnO-210，ZnO-805，ZnO-801，纳米氧化锌； V_c 由低到高依次为：纳米氧化锌，ZnO-801，ZnO-805，ZnO-210，

表1 氧化锌品种对CR硫化特性的影响

项目	氧化锌				
	ZnO-L	ZnO-210	ZnO-801	ZnO-805	纳米氧化锌
M_L / (dN·m)	17.18	17.81	16.76	16.66	16.86
M_H / (dN·m)	57.17	57.60	57.96	56.42	56.19
M_H-M_L / (dN·m)	39.99	39.79	41.20	39.76	39.33
t_{10} /min	1.65	1.48	1.45	1.77	1.40
t_{90} /min	16.38	16.93	19.45	17.68	20.57
V_c /min ⁻¹	6.55	6.23	5.39	6.06	5.08

ZnO-L。综合来看，在几种氧化锌胶料中，纳米氧化锌胶料的焦烧时间最短，硫化时间最长，硫化速率最慢。而ZnO-L胶料的硫化时间最短，硫化速率最快。

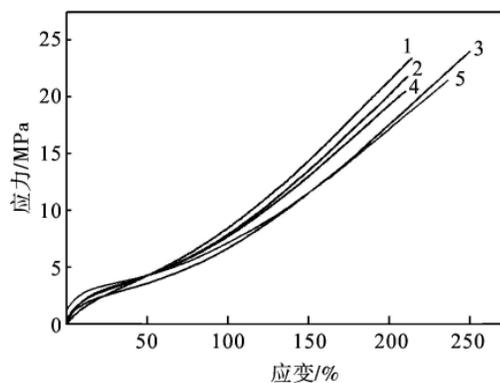
2.2 物理性能

不同种类氧化锌的CR应力-应变曲线见图1。氧化锌品种对CR物理性能的影响见表2。

从图1和表2可以看出，ZnO-801胶料的拉伸强度最高，拉断伸长率大；ZnO-805胶料的拉伸强度最低，拉断伸长率小，撕裂强度最大；ZnO-L胶料的撕裂强度最小。

2.3 氧化锌分散性

不同品种氧化锌在CR中的分散性见图2~6。



1—ZnO-L；2—ZnO-210；3—ZnO-805；
4—ZnO-801；5—纳米氧化锌。

图1 不同品种氧化锌的CR应力-应变曲线

表2 氧化锌品种对CR物理性能的影响

项目	氧化锌				
	ZnO-L	ZnO-210	ZnO-801	ZnO-805	纳米氧化锌
邵尔A型硬度/度	84	83	86	85	85
100%定伸应力/MPa	7.7	8.9	6.9	8.3	10.3
200%定伸应力/MPa	19.1	20.2	18.2	19.4	17.2
拉伸强度/MPa	23.5	21.8	24.0	20.5	21.5
拉断伸长率/%	253	220	256	210	209
撕裂强度 / (kN·m ⁻¹)	50	57	56	58	55

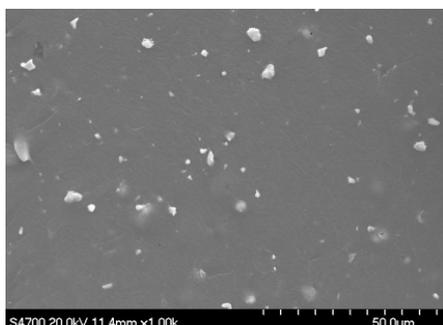


图2 ZnO-L胶料拉伸断面的SEM

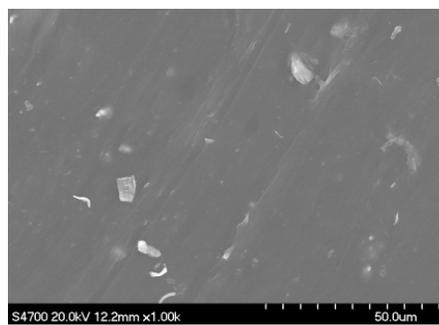


图6 纳米氧化锌胶料拉伸断面的SEM

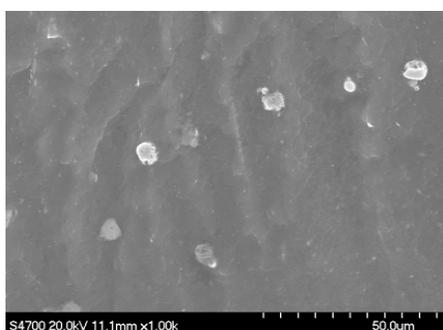


图3 ZnO-210胶料拉伸断面的SEM

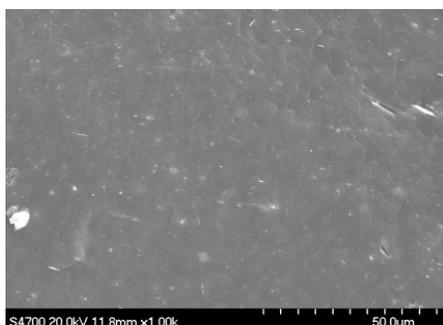


图4 ZnO-801胶料拉伸断面的SEM

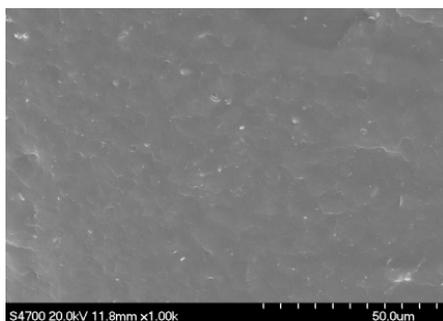


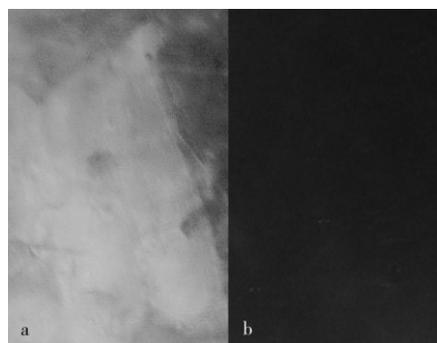
图5 ZnO-805胶料拉伸断面的SEM

从图2~6可以看出，ZnO-801和ZnO-805在胶料中的分散性较好，ZnO-L和ZnO-210在胶料中的分散性次之，纳米氧化锌在胶料中的分散性较差。

2.4 喷霜

不同品种氧化锌的CR喷霜情况见图7。

从图7可以看出，普通氧化锌CR试样的表面喷霜情况比活性氧化锌CR试样严重。



a—普通氧化锌；b—活性氧化锌。

图7 不同品种氧化锌的CR喷霜情况

3 活性氧化锌在汽车同步带伸张胶中的应用

汽车同步带在高温、高速和高负荷条件下使用，用于多轴的蛇形传动，很容易损坏。带体胶料将线绳和齿包布粘合在一起，共同承受齿部的剪切、压缩作用和带背的伸张作用^[7]。因此，带体胶料应具有良好的耐磨性能、耐油性能、耐屈挠疲劳性能、耐老化性能、抗撕裂性能和粘合性能，具有较长的焦烧时间，且不易喷霜。其中，耐屈挠疲劳性能尤为重要，良好的分散性是提高胶料耐屈挠疲劳性能的基础。

根据基本试验配方胶料性能，确定将活性氧化锌ZnO-801应用于汽车同步带伸张胶中，胶料性能见表3。

表3 活性氧化锌对汽车同步带伸张胶性能的影响

项 目	ZnO-801	ZnO-L
门尼粘度[ML (1+4) 100 °C]	36	38
门尼焦烧时间 t_5 (120 °C) /min	32	22
硫化仪数据 (160 °C)		
M_L / (dN · m)	0.36	0.30
M_H / (dN · m)	1.28	1.20
t_{s1} /min	4.02	3.47
t_{90} /min	12.67	8.43
硫化胶性能 (160 °C × t_{90})		
邵尔A型硬度/度	74	73
200%定伸应力/MPa	4.5	4.8
拉伸强度/MPa	15.7	15.6
拉伸伸长率/%	540	520
拉伸永久变形/%	15	15
撕裂强度/ (kN · m ⁻¹)	42	43
压缩永久变形 (125 °C × 24 h) /%	62	81
阿克隆磨耗量/cm ³	0.32	0.35
德墨西亚屈挠龟裂性能		
初裂/万次	5.2	3.1
全裂/万次	> 100	75.5
125 °C × 168 h老化后		
邵尔A型硬度变化/度	+ 7	+ 8
拉伸强度变化率/%	- 55	- 60
拉伸伸长率变化率/%	- 68	- 70

从表3可以看出,与普通间接法氧化锌ZnO-L胶料相比,活性氧化锌ZnO-801胶料的焦烧时间和硫化时间较长,耐屈挠疲劳性能较好,压缩永久变

形较小,其它性能相当。

4 结论

(1) 活性氧化锌ZnO-801用于CR中,胶料的物理性能和分散性良好。

(2) 活性氧化锌ZnO-801用于汽车同步带伸张胶中,胶料的焦烧时间较长,耐屈挠疲劳性能较好,压缩永久变形较小。

参考文献:

- [1] 程继刚. 史云集活性氧化锌在卤化丁基橡胶配方中的应用研究[J]. 橡胶工业, 1996, 43 (12): 728-730.
- [2] 吴道虎, 李玉华. 超细活性氧化锌在氯丁橡胶配方中的应用研究[J]. 特种橡胶制品, 1994, 15 (5): 16-20.
- [3] 戴兴征. 活性氧化锌的制备、应用及技术发展[J]. 有色金属设计, 2003, 30 (12): 36-41.
- [4] 冯耀岭, 秦鸿胜, 朱忠庆. 活性氧化锌对胶料性能的影响及在胎面胶中的应用[J]. 橡胶工业, 1995, 42 (10): 471-475.
- [5] 陈月辉, 陈思浩, 赵光贤, 等. 活性氧化锌的减量应用试验[J]. 特种橡胶制品, 2002, 23 (1): 7-9.
- [6] 旷国芳. 活性氧化锌在胶鞋中的应用探讨[J]. 中外鞋业, 1995, 5: 24-27.
- [7] 张敦, 朱曼莉, 葛松芳. 汽车用同步带的研制[J]. 特种橡胶制品, 1999, 20 (2): 35-42.

Application of Active Zinc Oxide in the Tension Compound of Automotive Timing Belt

Wu Yizhen, Pan Jianmao, Sun Sen

(Wuxi Belt Rubber Belts Co., Ltd., Wuxi 214176, China)

Abstract: The effect of zinc oxide type on the properties of chloroprene rubber (CR) was investigated, and the application of active zinc oxide in the tension compound of automotive timing belt was studied. The results showed that, with addition of active zinc oxide ZnO-801 in CR, the dispersion of ZnO-801 and the physical properties of the rubber compound were good. When ZnO-801 was used in the tension compound of automotive timing belt, the scorch time was extended, the flex fatigue resistance was improved and the compression set was reduced.

Keywords: active zinc oxide; chloroprene rubber; Automotive timing belt; tension compound