

补强体系和硫化剂对输送带覆盖胶 滞后损失的影响

张春蕾,李树喆

[阜新环宇橡胶(集团)有限公司,辽宁 阜新 123000]

摘要:探讨补强体系和硫化剂(硫黄)对输送带覆盖胶滞后损失的影响。结果表明,在输送带覆盖胶配方优化中,在选取高定伸应力胶料配方基础上,采用粒径较大的炭黑、减小炭黑用量、用适量的白炭黑代替部分炭黑、适当增大硫黄用量,可获得低滞后损失的胶料配方。

关键词:补强体系;硫化剂;滚动阻力;输送带;覆盖胶

中图分类号:TQ330.38;TQ336.3 **文献标志码:**A

文章编号:2095-5448(2017)07-42-03

随着科技的进步,节能环保理念不断深入。降低橡胶材料滚动阻力是橡胶领域重要的节能环保措施之一。橡胶材料的滚动阻力源于滞后损失,是应变滞后于应力而在材料内部产生的能耗。在轮胎行业,用滞后损失表征的滚动阻力是胶料的重要参数之一,其与耐磨性能和抗湿滑性能形成“魔三角”关系。但在输送带行业,胶料的滞后损失尚未受到重视。

轿车轮胎的滞后损失一般占车辆燃油消耗量的18%~30%^[1-2],而输送带的滞后损失占其能源消耗量的比例更大。本课题研究补强体系和硫化剂(硫黄)对输送带覆盖胶滞后损失的影响。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),SCR10,云南农垦集团有限责任公司产品;顺丁橡胶(BR),牌号9000,中国石化北京燕山分公司产品;炭黑N330和N220,天津海豚炭黑发展有限公司产品;白炭黑,牌号955,濮阳市光璞石化有限责任公司产品;特种白炭黑,牌号R600,德国莱茵化学有限公司产品;补强剂N10,上海麒祥化工有限公司产品。

1.2 主要设备和仪器

XK-160型双辊开炼机,上海橡胶机械厂产

作者简介:张春蕾(1968—),女,阜新环宇橡胶(集团)有限公司高级工程师,学士,主要从事输送带的研发及技术管理工作。

品;GT-M2000-A型硫化仪,高铁科技股份有限公司产品;25 t双层平板硫化机,呼和浩特中橡橡胶机械有限公司产品;XL-2500B拉力试验机,广州试验仪器厂产品;VA3000 OldB型动态热力学分析仪,法国Viscoanalyseur公司产品。

1.3 试样制备

胶料在开炼机上混炼。混炼工艺为:NR和BR→活性剂和防老剂→补强剂、芳烃油和其余配合剂→硫黄和促进剂→下片。

胶料在平板硫化机上硫化,硫化条件为150℃×25 min。

1.4 性能测试

胶料性能按相应国家标准测试。

2 结果与讨论

2.1 高定伸应力胶料的配方选取

补强剂是胶料重要的配合剂,输送带覆盖胶的补强剂主要是炭黑,炭黑不但能提高胶料的物理性能,而且能改善胶料的加工性能。

为降低滞后损失,输送带覆盖胶主体材料采用弹性优异的NR/BR并用体系。为降低生热,输送带覆盖胶补强体系采用炭黑/白炭黑/特种白炭黑/补强剂N10并用体系,其中特种白炭黑的聚集体呈球形,可增加橡胶分子间的滑移,降低胶料的滞后损失;补强剂N10是天然粘土矿经多道工艺处理并进行特殊表面改性而制成的一种片状纳米级

功能性硅酸盐补强材料,可用于各种胶料中,能显著提高胶料性能,特别是加工稳定性能、弹性、定伸应力和耐屈挠性能等。

一般而言,高定伸应力胶料的滞后损失较低,因此为获得低滞后损失胶料配方,可先对胶料进行定伸应力试验,以选取高定伸应力胶料配方,为优选出低滞后损失胶料配方做准备。

通过调节补强剂体系和硫黄用量来选取高定伸应力胶料配方的试验结果如表1所示。

从表1可以看出,3[#],5[#],6[#]和7[#]配方胶料的定伸应力较高,可见增大补强剂和硫黄用量可提高胶料的定伸应力。

2.2 胶料的动态力学性能试验

采用动态力学性能试验仪测试胶料的滞后损耗因子(tanδ)。以上述高定伸应力胶料配方为基础,并对补强体系和硫黄用量进一步调整,设计A,B,C和D配方,将这4个配方与输送带覆盖胶生产配方(E配方)胶料进行动态力学性能试验,结果如表2及图1和2所示(试验在北京化工大学进行)。

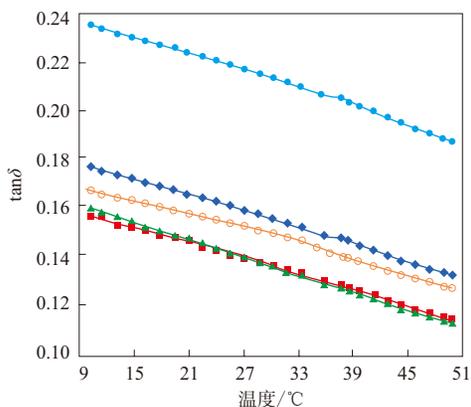
从表2可以看出:与生产配方胶料(E配方)相比,炭黑粒径增大、用白炭黑代替部分炭黑,胶料(A配方)的滞后损失明显降低;补强剂N10对降低胶料(D配方)滞后损失的效果介于炭黑与白炭黑之间;特种白炭黑的加入对胶料(C配方)滞后损失

表1 选取高定伸应力胶料配方的试验结果

项 目	配方编号						
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]	6 [#]	7 [#]
配方组分用量/份							
NR	60	60	60	60	60	60	60
BR	40	40	40	40	40	40	40
炭黑N330	40	40	40	40	45	40	40
白炭黑	10	10	10	10	10	0	10
特种白炭黑	0	0	0	0	0	0	5
补强剂N10	0	0	0	0	0	15	0
芳烃油	3	3	3	5	3	3	3
硫黄	1.9	2.1	2.3	1.9	2.3	2.3	2.3
促进剂	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
其他	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2
硫化胶性能(150℃×25min)							
密度/(Mg·m ⁻³)	1.145	1.145	1.145	1.145	1.155	1.155	1.155
邵尔A型硬度/度	62	62	64	60	66	66	66
300%定伸应力/MPa	8.2	8.1	9.5	7.7	9.2	10.8	9.2
拉伸强度/MPa	19.8	18.3	18.4	20.0	18.6	18.9	18.2
拉断伸长率/%	630	570	510	585	510	490	500

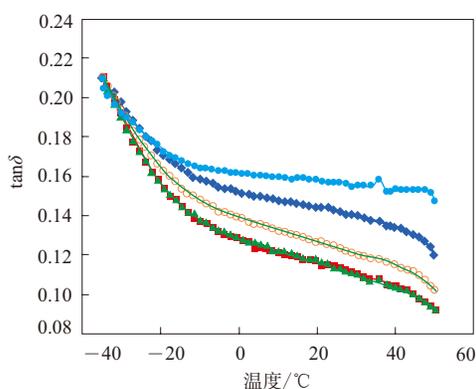
表2 胶料的物理性能和动态力学性能

项 目	配方编号					项 目	配方编号				
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
配方组分用量/份											
NR	60	60	60	60	60	硫化胶性能					
BR	40	40	40	40	40	(150℃×25min)					
炭黑N330	45	40	40	40	0	密度/(Mg·m ⁻³)	1.155	1.145	1.165	1.175	1.135
炭黑N220	0	0	0	0	50	邵尔A型硬度/度	66	64	66	64	64
白炭黑	10	10	10	0	0	300%定伸应力/MPa	10.4	9.8	11.8	10.0	9.7
特种白炭黑	0	0	5	0	0	拉伸强度/MPa	16.9	14.7	17.1	16.9	19.9
补强剂N10	0	0	0	15	0	拉断伸长率/%	420	460	410	450	560
硫黄	1.9	2.3	2.3	2.3	1.7	动态力学性能					
促进剂	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	(振幅5%)					
其他	17.2	17.2	17.2	21.2	16	25℃时的tanδ	0.161	0.140	0.142	0.154	0.219
						50℃时的tanδ	0.128	0.114	0.113	0.127	0.187



◆—A配方; ■—B配方; ▲—C配方; ○—D配方; ●—E配方。

图1 胶料的 $\tan\delta$ -温度曲线(温度范围为 $10\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$,振幅为5%)



注同图1。

图2 胶料的 $\tan\delta$ -温度曲线(温度范围为 $-30\sim +50\text{ }^{\circ}\text{C}$,振幅为2.5%)

的影响很小;硫黄用量增大,胶料(B和C配方)的滞后损失明显降低。

从图1和2可以看出:随着温度升高,各配方胶料的 $\tan\delta$ 皆呈减小趋势; $\tan\delta$ 由大到小的胶料配方顺序为E配方,A配方,D配方,B配方,C配方(B与C配方相当),进一步得出A,B,C和D配方胶料的滞后损失明显低于生产配方胶料。

因此,炭黑对胶料滞后损失影响很大,减小炭黑用量及增大炭黑粒径有助于降低胶料的滞后损失。炭黑是除橡胶之外,对胶料滞后损失影响最显著的因素。

另外,交联密度较小的胶料在长时间的应力作用下橡胶分子产生相对滑移和应力松弛,应力移除后胶料恢复能力低,产生不可逆形变,即滞后损失较高;适度增大硫化剂用量可使胶料的交联密度增大,减少橡胶分子间的滑移,有利于胶料弹性提高,胶料应力-应变响应性好,滞后损失降低。

3 结论

输送带覆盖胶配方优化中,在高定伸应力胶料配方基础上,采用粒径较大的炭黑、减小炭黑用量、用适量的白炭黑代替部分炭黑、适当增大硫黄用量,可获得低滞后损失的胶料配方。

参考文献:

- [1] Bomal Y, Touzet S. 白炭黑用于降低轮胎滚动阻力的研究[J]. 王军,译. 轮胎工业,2002,22(6):358-363.
- [2] 刘其林,董长征. 降低轮胎滚动阻力方法的初步探讨[J]. 轮胎工业,1999,19(3):131-136.

收稿日期:2017-01-17

Effect of Reinforcement System and Vulcanizing Agent on Hysteresis Loss of Cover Rubber Compound of Conveyor Belt

ZHANG Chunlei, LI Shuzhe

[Fuxin Huanyu Rubber(Group) Co., Ltd., Fuxin 123000, China]

Abstract: The effect of reinforcing system and vulcanizing agent (sulfur) on the hysteresis loss of the cover rubber compound of conveyor belt was discussed. The optimized formulation was based on high tensile modulus compound. In order to reduce the hysteresis loss of the compound, the carbon black with large particle size was preferred, addition level of carbon black was reduced, part of carbon black was replaced by silica and sulfur amount was increased.

Key words: reinforcement system; vulcanizing agent; rolling resistance; conveyor belt; cover rubber