

配方因素对天然橡胶胶料动静刚度比的影响

张新欣¹,冯静帅²,郝伟刚¹,许刚²

(1.保定威奕汽车有限公司,河北保定 072550;2.保定市诺博橡胶制品有限公司,河北保定 071000)

摘要:研究含胶率、补强体系和硫化体系对天然橡胶(NR)胶料动静刚度比的影响。结果表明:含胶率越大,胶料的动静刚度比越小;与炭黑N774胶料相比,小粒径、大比表面积炭黑N330胶料的硬度和动静刚度比较大,炭黑用量大的胶料动静刚度比较大;随着硫化时间的延长,普通硫黄硫化体系胶料的动静刚度比增大,半有效硫化体系胶料的动静刚度比基本不变。

关键词:天然橡胶;动静刚度比;含胶率;炭黑;补强体系;硫化体系

中图分类号:TQ336.4⁺2;TQ332 **文献标志码:**A **文章编号:**2095-5448(2017)10-38-03

橡胶材料的动静刚度比对减震橡胶制品的震动传递效果有较大影响。橡胶材料的动静刚度比越小,弹性越好,震动传递效果越好。金属弹簧等理想弹性体的动静刚度比为1,其他非理想弹性体的动刚度一般大于静刚度,两者比值越趋近于1,震动传递效果越好。

理论上讲,橡胶材料的粘弹滞后性能虽然对橡胶减震制品的减震有利,但对使用寿命和物理性能不利。理想的减震橡胶材料既对震动有迅速的响应能力,又能在变形过程中消耗能量,但这两方面很难兼顾。为了延长减震橡胶制品的使用寿命和提高物理性能,并降低压缩永久变形,其橡胶材料应具有较小的动静刚度比^[1]。

橡胶的动态力学性能受分子结构的影响,橡胶分子柔顺性越好,阻尼因数越小。橡胶分子的侧基会阻碍分子链的运动,增大分子链之间的内摩擦,使阻尼因数增大^[2]。在通用橡胶中,天然橡胶(NR)和顺丁橡胶的阻尼因数较小,其中NR的物理性能和耐疲劳性能好,生热低,蠕变小,与金属粘合性能优异,广泛用于减震橡胶制品。

本工作研究含胶率、补强体系和硫化体系对NR胶料动静刚度比的影响,为调整减震橡胶制品的动静刚度比提供借鉴。

作者简介:张新欣(1984—),女,河北保定人,保定威奕汽车有限公司助理工程师,学士,主要从事汽车减震、密封制品的生产管理工作。

1 实验

1.1 主要原材料

NR,牌号TSR-CV60,西双版纳中化橡胶有限公司产品;炭黑N330和N774,东海橡塑(天津)有限公司产品;氧化锌,有效成分质量分数为0.997,镇江白水化学有限公司产品;硬脂酸,牌号SA-1801,嘉里油脂化学工业(天津)有限公司产品;硫黄S-80,台翔橡胶(深圳)有限公司产品;促进剂CBS,山东阳谷华泰化工股份有限公司产品;促进剂MBTS,宁波硫华聚合物有限公司产品;促进剂TBTD,济南锐铂化工有限公司产品。

1.2 配方

试验配方见表1。

表1 试验配方

组 分	配方编号					
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]	6 [#]
NR	100	100	100	100	100	100
炭黑N330	0	0	43	0	0	27
炭黑N774	30	30	0	38	60	30
轻质碳酸钙	0	0	0	25	10	0
氧化锌	5	5	5	5	5	5
硬脂酸	2	2	2	2	2	2
加工助剂	2	2	2	2	2	2
增塑剂	13	3	4	10	3	5
防老剂	9	9	4.5	10	10	4.5
硫黄S-80	2.2	2.2	1.5	2.2	2.2	1.5
促进剂CBS	1.0	1.0	1.7	1.0	1.0	1.7
促进剂MBTS	0.6	0.6	0	0.6	0.6	0
促进剂TBTD	0	0	1.1	0	0	1.1

1.3 主要设备和仪器

3 L密炼机和203.2 mm(8英寸)开炼机,广东利拿机械有限公司产品;YM-RH300T-2500CC型注射硫化机,无锡阳明橡胶机械有限公司产品;KCH701-20型防振橡胶动特性体试验机,日本鹭宫株式会社产品。

1.4 试样制备

胶料混炼分2段进行。一段和二段混炼在密炼机中进行,密炼室初始温度均为40℃。一段混炼工艺为:生胶→氧化锌、硬脂酸和防老剂→炭黑和轻质碳酸钙→加工助剂和增塑剂→排胶。一段混炼胶在开炼机上下片(辊距为3 mm),停放24 h。

二段混炼工艺为:一段混炼胶→硫化剂和促进剂→排胶。二段混炼胶在开炼机上下片(辊距为3 mm),停放16 h。

硫化在注射硫化机上进行,硫化条件为160℃/5.88 MPa×8 min。

1.5 性能测试

胶料刚度按照GB/T 9870.1—2006《硫化橡胶或热塑性橡胶动态性能的测定 第1部分:通则》进行测试,试验条件为:压缩模式,预载 2 mm,位移 0.05 mm,温度 23℃,频率 100 Hz。

胶料其他性能按照相应国家标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 含胶率

含胶率对NR胶料动静刚度比的影响见表2。从表2可以看出,与1[#]配方胶料相比,因增塑剂用量小导致的含胶率较大的2[#]配方胶料硬度较大,动静刚度比较小。说明含胶率会影响胶料的动静刚度比,含胶率越大,橡胶分子链之间的内摩擦越小,动静刚度比越小。

2.2 补强体系

补强体系是除生胶之外影响胶料阻尼性能最显著的组分,其与胶料的阻尼因数和模量密切相

表2 含胶率对NR胶料动静刚度比的影响

项 目	1 [#] 配方	2 [#] 配方
含胶率/%	60.7	64.6
邵尔A型硬度/度	45	50
动静刚度比	1.68	1.58

关。胶料在变形的情况下,橡胶大分子发生运动,橡胶-填料或填料-填料的内摩擦会使胶料的阻尼因数增大。阻尼因数的增幅与橡胶-填料的相互作用及界面尺寸有关。填料粒径越小,比表面积越大,则填料与橡胶分子的接触面越大,物理结合点越多,触变性越强,在动态应变中产生的滞后损失和填料粒子间的摩擦也越大,表现出阻尼因数、动态模量和静态模量均较大^[3]。

补强体系对NR胶料动静刚度比的影响见表3。从表3可以看出,1[#]和3[#]配方胶料的含胶率相同,添加炭黑N330的3[#]配方胶料的硬度和动静刚度比均较大。这是由于与炭黑N774相比,炭黑N330的粒径较小、比表面积较大。

从表3还可以看出,4[#]和5[#]配方胶料的含胶率和硫化体系相同,与4[#]配方胶料相比,炭黑用量大的5[#]配方胶料硬度和动静刚度比较大。总体来看,与含胶率相比,补强体系对胶料动静刚度比的影响更大。

表3 补强体系对NR胶料动静刚度比的影响

项 目	1 [#] 配方	3 [#] 配方	4 [#] 配方	5 [#] 配方
炭黑品种	N774	N330	N774	N774
炭黑用量/份	30	43	38	60
含胶率/%	60.7	60.7	51.1	51.1
邵尔A型硬度/度	45	58	51	62
动静刚度比	1.68	2.37	1.82	2.20

2.3 硫化体系

硫化体系对胶料的刚度、阻尼性能、耐热性能和耐疲劳性能均有较大影响。一般来说,在胶料的交联网络结构中,硫原子与游离硫越少,交联网络越牢固,胶料的弹性模量越大,阻尼因数越小。

硫化体系对NR胶料动静刚度比的影响见表4。从表4可以看出,随着硫化时间的延长,采用普

表4 硫化体系对NR胶料动静刚度比的影响

项 目		5 [#] 配方			6 [#] 配方		
硫化体系							
硫黄S-80		2.2			1.5		
促进剂CBS		1.0			1.7		
促进剂MBTS		0.6			0		
促进剂TBTD		0			1.1		
硫化时间/min	6	9	12	6	9	12	
邵尔A型硬度/度	61	61	61	61	61	61	
动静刚度比	1.60	1.87	2.20	2.53	2.57	2.58	

通硫黄硫化体系的5[#]配方胶料动静刚度比呈增大趋势,采用半有效硫化体系的6[#]配方胶料动静刚度比基本不变。这是由于在半有效硫化体系胶料的交联网络结构中硫原子与游离硫少,交联网络牢固,因而胶料的动静刚度比稳定^[4]。

3 结论

- (1) 含胶率越大,NR胶料的动静刚度比越小。
- (2) 与炭黑N774胶料相比,小粒径、大比表面积的黑炭N330的胶料硬度和动静刚度比均较大;炭黑用量大的胶料动静刚度比较大。
- (3) 随着硫化时间的延长,普通硫黄硫化体系胶料的动静刚度比增大,半有效硫化体系胶料的

动静刚度比基本不变。

(4) 通过调整含胶率、补强体系和硫化体系可以调整NR胶料的动静刚度比,以设计适宜的减震橡胶制品。

参考文献:

- [1] 陈平,黄自华,姜其斌. 减震橡胶动静刚度比研究[J]. 特种橡胶制品,2010,33(6):37-40.
- [2] 万里鹰,肖凌. 高聚物力学阻尼材料的研究进展[J]. 高分子材料与工程,1999,15(2):1-5.
- [3] 张殿荣,辛振祥. 现代橡胶配方设计(第二版)[M]. 北京:化学工业出版社,2001:241-250.
- [4] 李铁,邹华,张立群. 三元乙丙橡胶硫化胶力学性能及动静刚度比[J]. 合成橡胶工业,2005,28(2):105-109.

收稿日期:2017-02-10

Effect of Formulation Factors on Ratio of Dynamic Stiffness and Static Stiffness of Natural Rubber Compound

ZHANG Xinxin¹, FENG Jingshuai², HAO Weigang¹, XU Gang²

(1. Baoding Weiyi Automobile Co., Ltd., Baoding 072550, China; 2. Baoding Nuobo Rubber Products Co., Ltd., Baoding 071000, China)

Abstract: The effects of rubber content, reinforcing system and vulcanization system on the dynamic and static stiffness ratio of natural rubber (NR) were studied. The results showed that the dynamic and static stiffness ratio was lower when the rubber content was higher. Compared with carbon black N774 filled compound, the compound filled with carbon black N330 which had a smaller particle size and larger specific surface area than carbon black N774 possessed higher hardness and larger dynamic and static stiffness ratio, and the dynamic and the static stiffness ratio increased with the increase of carbon black content. The dynamic and static stiffness ratio of the compound cured by the regular sulfur vulcanization system increased with longer curing time, but it didn't change with longer curing time when semi-efficient curing system was used.

Key words: natural rubber; dynamic and static stiffness ratio; rubber content; carbon black; reinforcement system; vulcanization system

赛轮金宇越南工厂第1条特种轮胎下线

中图分类号:TQ336.1;F27 文献标志码:D

日前,赛轮金宇集团越南工厂第1条特种轮胎顺利下线,这标志着越南工厂特种轮胎项目顺利完成了初期市场销售策划、产品开发设计、设备选型制造实施、现场安装调试、产品试制等工作,正

式步入量产阶段。

赛轮金宇越南工厂特种轮胎生产线将为全球用户提供各种规格农业、林业、矿山、港口用特种轮胎,这些产品成为赛轮金宇非公路轮胎的重要组成部分。

(王 雯)

欢迎加入全国橡胶工业信息中心会员组织