

顺丁橡胶/天然橡胶并用胶在隔震橡胶支座中的应用

王贤彬, 陆 浩, 赵晨旭, 李志祥

(云南震安减震科技股份有限公司, 云南 昆明 650000)

摘要: 研究顺丁橡胶(BR)/天然橡胶(NR)并用比对并用胶性能的影响, 并将并用胶用于隔震橡胶支座, 考察其对隔震橡胶支座力学性能及温度相关性的影响。结果表明: 与NR胶料相比, BR/NR并用胶的加工性能更优, 耐低温性能更好, 热空气老化性能基本不变, 拉伸强度和撕裂强度随着BR/NR并用比的增大逐渐减小; NR与BR并用对隔震橡胶支座的力学性能不利, 对温度相关性有利。

关键词: 天然橡胶; 顺丁橡胶; 并用; 隔震支座; 耐低温性能; 温度相关性

中图分类号: TQ332.6; TQ333.2; TQ336.4⁺2

文章编号: 1000-890X(2019)05-0354-03

文献标志码: A

DOI: 10.12136/j.issn.1000-890X.2019.05.0354

随着经济的发展, 生活水平的提高, 人们对建筑防震减灾技术的关注越来越多, 隔震橡胶支座作为一种有效隔离地震的产品, 在学校、医院、大型公共设施中的应用越来越广泛。隔震橡胶支座由钢板与橡胶层交错叠置热硫化成型, 有较大的竖向刚度, 可以承受建筑物的荷载, 水平向可以发生变形移动而耗能, 从而产生有效隔离地震波的作用, 起到很好的隔震效果^[1-3]。

本工作研究顺丁橡胶(BR)/天然橡胶(NR)并用比对并用胶性能的影响, 并将其用作隔震橡胶支座用内层橡胶, 考察其对隔震橡胶支座力学性能及温度相关性的影响。

1 实验

1.1 主要原材料

NR, 牌号SCR WF, 云南农垦集团产品; BR, 牌号9000, 顺式结构质量分数为0.96~0.98, 中国石化茂名石化公司产品; 炭黑N774, 江西黑猫炭黑股份有限公司产品。

1.2 试验配方

BR/NR 100, 炭黑N774 40, 氧化锌 5, 硬脂酸 2, 环烷油 8, 防老剂RD 1.5, 防老剂

4010NA 1.5, 硫黄 1, 促进剂NOBS 2。

1.3 主要设备和仪器

XK-160型开炼机和XLB-400×400×2(50 t)平板硫化机, 南通市新科橡塑机械有限公司产品; GT-M2000-A型无转子硫化仪、MV-3000型门尼粘度仪、GT-7017-URP型热空气老化试验箱和GT-7061-ND型脆化试验机, 中国台湾高铁科技股份有限公司产品; CMT6503型电子拉力机, 美特斯工业系统(中国)有限公司产品。

1.4 试样制备

将NR和BR置于两辊开炼机上混炼均匀后, 按顺序加入小料(氧化锌、硬脂酸、防老剂4010NA、防老剂RD)、炭黑N774、环烷油、硫黄、促进剂, 薄通打6个三角包下片, 停放24 h后, 在50 t电热平板硫化机上硫化, 硫化条件为140℃×25 min。

1.5 测试分析

各项性能采用相应国家标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 BR/NR并用比对并用胶性能的影响

2.1.1 门尼粘度及硫化特性

BR/NR并用比对并用胶门尼粘度和硫化特性的影响如表1所示。

从表1可以看出, 随着BR/NR并用比的增大, 并用胶的门尼粘度减小, 这是因为BR的门尼粘度比NR小, BR用量增大会导致并用胶门尼粘度减

作者简介: 王贤彬(1983—), 男, 湖北黄石人, 云南震安减震科技股份有限公司工程师, 硕士, 主要从事建筑隔震橡胶支座配方研发及工艺改进。

E-mail: 284539524@qq.com

表1 BR/NR并用比对并用胶门尼粘度和硫化特性的影响

项 目	BR/NR并用比					
	20/80	30/70	40/60	50/50	60/40	70/30
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	61	58	58	49	49	45
硫化仪数据(150℃)						
F_L /(dN·m)	1.91	1.93	2.02	2.03	2.13	2.14
F_{max} /(dN·m)	11.02	11.14	11.39	11.31	11.52	12.27
t_{10} /min	5.35	5.53	5.75	6.00	6.00	6.33
t_{90} /min	11.02	11.45	12.07	12.68	12.83	13.00

小,有利于并用胶的混炼及压延出片。

从表1还可以看出,随着BR/NR并用比的增大,并用胶的 t_{10} 和 t_{90} 延长,说明BR对胶料的硫化速度有延缓作用。

2.1.2 物理性能

BR/NR并用比对并用胶物理性能的影响如表2所示。

表2 BR/NR并用比对并用胶物理性能的影响

项 目	BR/NR并用比					
	20/80	30/70	40/60	50/50	60/40	70/30
邵尔A型硬度/度	57	58	58	58	58	59
25%定伸应力/MPa	0.62	0.66	0.64	0.65	0.64	0.68
100%定伸应力/MPa	1.24	1.35	1.28	1.34	1.34	1.32
300%定伸应力/MPa	5.44	5.23	5.17	5.01	4.70	4.53
400%定伸应力/MPa	8.30	8.54	8.10	7.66	7.13	6.85
拉伸强度/MPa	21.5	20.8	19.5	18.2	16.4	15.0
拉断伸长率/%	712	697	723	714	708	701
撕裂强度(裤形)/ (kN·m ⁻¹)	115	101	93	85	74	62
90°剥离强度/ (N·m ⁻¹)	18.8	19.3	19.5	19.4	19.6	19.9
压缩永久变形 ¹⁾ /%	15	15	16	17	18	19
热空气老化后 ²⁾						
邵尔A型硬度						
变化/度	+1	+1	+1	+1	+1	+1
拉伸强度						
变化率/%	+3.2	+1.3	-0.8	+0.8	-2.4	-6.5
拉断伸长率						
变化率/%	-7.8	-2.9	-9.2	-5.6	-5.2	-5.6

注:1)70℃×24h,压缩率25%;2)70℃×168h。

从表2可以看出:随着BR/NR并用比的增大,并用胶的邵尔A型硬度呈现出增大趋势,300%定伸应力和拉伸强度逐渐减小,拉断伸长率变化不大,90°剥离强度逐渐增大;随着BR/NR并用比的增大,并用胶的热空气老化性能变化不大,邵尔A型硬度变化均为+1度,拉伸强度变化率在±7%以内,拉断伸长率变化率在-10%以内。

从表2还可以看出,随着BR/NR并用比的增大,并用胶的撕裂强度逐渐减小,压缩永久变形逐渐增大。分析原因主要是BR的抗撕裂性能不及NR,随着BR用量的增大,势必逐渐降低并用胶的整体抗撕裂性能;由于BR冷流性较好,其蠕变相应较大,并用BR势必影响NR的蠕变性能,导致并用胶整体蠕变增大,不利于并用胶大变形后的弹性恢复^[4-5],因此并用胶的压缩永久变形随着BR用量的增大逐渐增大。

总体而言,NR与BR并用对胶料综合物理性能产生不利影响。

2.1.3 低温性能

BR/NR并用比对并用胶低温性能的影响如图1所示。

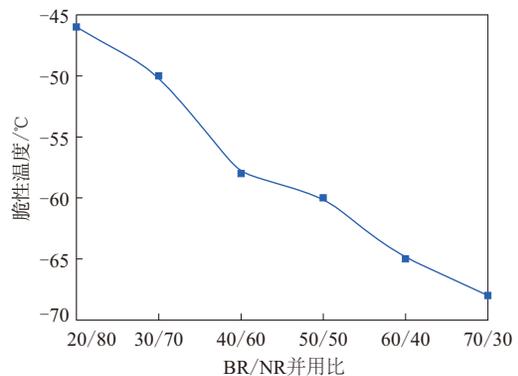


图1 BR/NR并用比对并用胶低温性能的影响

从图1可以看出,随着BR/NR并用比的增大,并用胶的脆性温度逐渐降低,说明BR的加入能够改善并用胶的耐低温性能,这是因为BR的玻璃化温度较NR低,且BR为非结晶橡胶,耐低温性能较NR好,所以并用BR可以极大地改善并用胶的耐低温性能。

2.2 BR/NR并用比对隔震橡胶支座性能的影响

2.2.1 力学性能

采用BR/NR并用胶进行LNR600隔震橡胶支座的试制,BR/NR并用比对隔震橡胶支座力学性能的影响如表3所示。

从表3可以看出,随着BR/NR并用比的增大,隔震橡胶支座的等效水平刚度和剪切模量逐渐减小。

2.2.2 等效水平刚度温度相关性

BR/NR并用比对隔震橡胶支座等效水平刚度

表3 BR/NR并用比对隔震橡胶支座力学性能的影响

项 目	BR/NR并用比					
	20/80	30/70	40/60	50/50	60/40	70/30
等效水平刚度/ (kN·m ⁻¹)	1.24	1.17	1.08	0.99	0.95	0.90
剪切模量/MPa	0.50	0.48	0.45	0.43	0.40	0.38

温度相关性的影响如表4所示。

从表4可以看出:以23℃为基准温度,对于相同的BR/NR并用比,随着温度的降低,隔震橡胶支座等效水平刚度依次增大,随着温度的升高,隔震橡胶支座等效水平刚度降低;BR/NR并用比不同的并用胶对隔震橡胶支座等效水平刚度温度相关性的影响程度不同,当BR/NR并用比为30/70时,隔震橡胶支座的等效水平刚度温度相关性最佳^[6]。

表4 BR/NR并用比对隔震橡胶支座等效水平刚度温度相关性的影响 %

温度/℃	BR/NR并用比					
	20/80	30/70	40/60	50/50	60/40	70/30
-20	+27	+23	+28	+26	+30	+29
-10	+19	+15	+21	+20	+19	+20
0	+10	+8	+11	+12	+13	+12
10	+5	+3	+7	+8	+8	+9
23	0	0	0	0	0	0
40	-8	-7	-9	-10	-10	-11

注:表内数据为以23℃时数据为基准的变化百分率。

3 结论

(1)随着BR/NR并用比的增大,并用胶的邵尔

A型硬度、耐低温性能和90°剥离强度提高,300%定伸应力、拉伸强度和撕裂强度减小,压缩永久变形增大。

(2)将BR/NR并用胶用于隔震橡胶支座生产,随着BR/NR并用比的增大,隔震橡胶支座等效水平刚度和剪切模量均降低,而隔震橡胶支座蠕变增大,即加入BR对支座的力学性能不利,但对温度相关性有利,使用时应根据实际情况,选择适合的BR/NR并用比。

参考文献:

- [1] 杨清芝. 现代橡胶工艺学[M]. 北京: 中国石油出版社, 2004: 191-193.
- [2] 姚薇, 宋景社, 贺爱华, 等. 合成反式-1,4-聚异戊二烯的硫化与性能[J]. 弹性体, 1995, 4(5): 1-7.
- [3] 许勇, 冯志博, 牛凯晶, 等. 隔震支座用天然橡胶/丁腈橡胶/受阻酚AO-60复合材料的制备与性能研究[J]. 橡胶工业, 2018, 65(7): 792-796.
- [4] 庄文媛, 赵月薇, 范桂敏. NR-BR/EPDM并用胶硫化的研究[J]. 合成橡胶工业, 1993, 16(6): 359-362.
- [5] Wolff S, Gori U, Wang M J, et al. How does Silica Differom Carbon Black[J]. European Rubber Journal, 1994, 176(1): 17-22.
- [6] D Freitas de Castro, Martins A F. Influence of Additives Incorporation Sequence on NR/BR Blend Properties [J]. Kautschuk Gummi Kunststoffe, 2003, 56(1-2): 49-54.

收稿日期: 2019-02-19

Application of BR/NR Blend in Rubber Isolation Bearing

WANG Xianbin, LU Hao, ZHAO Chenxu, LI Zhixiang

(Yunnan Quakesafe Seismic Isolation Technologies Co., Ltd., Kunming 650000, China)

Abstract: The effects of butadiene rubber (BR) /natural rubber (NR) blend ratio on the properties of the blend were studied. The blend was used in rubber isolation bearings and the effect of the blend on the mechanical properties and temperature dependence of the bearings was also investigated. The results showed that, compared with NR compound, BR/NR blend had better processability and low temperature resistance, hot air aging performance was similar, and the tensile strength and tear strength gradually decreased with the increase of BR/NR blend ratio. Combination of NR and BR was unfavorable to the mechanical properties of rubber bearings but favorable to the temperature dependence.

Key words: BR; NR; blend; rubber isolation bearing; low temperature resistance; temperature dependence