

原材料·配方

炭黑种类和用量对磁性丁腈橡胶胶料性能的影响

梁琳, 张寒珠, 张保岗, 丁乃秀*, 刘光烨

(青岛科技大学 高性能聚合物及成型技术教育部工程研究中心, 山东 青岛 266042)

摘要:研究炭黑种类和用量对磁性丁腈橡胶(NBR)胶料性能的影响。结果表明:分别将30份炭黑220, N330, N550, N660, N774和N990填充于磁性NBR胶料中, 填充炭黑N660的磁性NBR混炼胶的Payne效应最弱(填料网络结构最稳定), 填充炭黑N220的磁性NBR硫化胶的物理性能最佳, 填充炭黑N550的磁性NBR硫化胶的磁性能最优[剩磁(B_r)为0.220 T, 矫顽力(H_{cb})为165 kA·m⁻¹, 最大磁能积(BH)_{max}为9.3 kJ·m⁻³];分别将不同用量炭黑N550填充于磁性NBR胶料中, 填充20份炭黑N550的磁性NBR混炼胶的尺寸稳定性最好, 填充30份炭黑N550的磁性NBR硫化胶的拉伸强度最大(9.1 MPa), 填充10份炭黑N550的磁性NBR硫化胶的磁性能最优[B_r 为0.228 T, H_{cb} 为171 kA·m⁻¹, (BH)_{max}为9.9 kJ·m⁻³]。

关键词:炭黑; 丁腈橡胶; 磁性橡胶; 物理性能; 磁性能

中图分类号: TQ330.38⁺1; TQ333.7

文献标志码: A

文章编号: 1000-890X(2023)02-0111-07

DOI: 10.12136/j.issn.1000-890X.2023.02.0111



OSID 开放科学标识码
(扫码与作者交流)

炭黑是橡胶重要的补强性填料,其粒径和用量对混炼胶和硫化胶的性能均有较大影响^[1],其在磁性橡胶中也发挥重要的补强作用。磁性橡胶的应用领域不同,磁粉的用量也不同^[2]。当磁性橡胶应用于汽车配件时,生胶与磁粉的质量比一般约为1/8^[3]。磁粉用量较大时,磁性橡胶的加工较困难。各种配合剂对磁性橡胶性能产生较大影响^[4],但是目前缺少磁粉用量较大时炭黑对磁性橡胶性能影响的系统性研究。

本工作研究炭黑种类和用量对磁粉用量较大的磁性丁腈橡胶(NBR)胶料性能的影响,以期为磁性橡胶的炭黑种类及用量选择提供参考。

1 实验

1.1 主要原材料

NBR, 牌号N220SH, 德国朗盛(中国)有限公司产品; 炭黑N220, N330, N550, N660, N774和

N990, 青岛卡博特化工有限公司产品; 磁粉, 山东莱阳市昌誉密封产品有限公司产品; 均匀流动剂ZN-2, 青岛乐智云联合创新科技有限公司产品。

1.2 主要设备与仪器

S(X)-160A型双辊筒开炼机, 上海轻工机械技术研究所产品; RPA2000橡胶加工分析(RPA)仪, 美国阿尔法科技有限公司产品; SK-1608型平板硫化机, 上海橡胶机械一厂有限公司产品; LX-A邵尔A型硬度计, 江苏新真威试验机械有限公司产品; GT-TCS-2000型电子拉力试验机, 中国台湾高铁科技股份有限公司产品; Permagraph电脑控制永磁磁滞回线自动测量仪, 德国玛格力磁电有限公司产品。

1.3 配方

NBR 100, 磁粉 800, 炭黑 变种类和变用量, 氧化锌 5, 硬脂酸 1, 均匀流动剂ZN-2 5, 偶联剂 8, 增塑剂 10, 防老剂 2, 硫黄 1.5,

基金项目: 山东省重点研发计划(重大科技创新工程)项目(2020CXGC010312)

作者简介: 梁琳(1997—), 女, 山东烟台人, 青岛科技大学硕士研究生, 主要从事高分子功能复合材料的应用研究。

***通信联系人:** nxding1717@163.com

引用本文: 梁琳, 张寒珠, 张保岗, 等. 炭黑种类和用量对磁性丁腈橡胶胶料性能的影响[J]. 橡胶工业, 2023, 70(2): 111-117.

Citation: LIANG Lin, ZHANG Hanzhu, ZHANG Baogang, et al. Effect of type and amount of carbon black on properties of magnetic NBR compounds[J]. China Rubber Industry, 2023, 70(2): 111-117.

促进剂DM 1。

A1—A6配方分别采用30份炭黑N220,N330,N550,N660,N774和N990;B1—B5配方分别采用10,20,30,40和50份炭黑N550。

1.4 试样制备

将开炼机辊温调至40~50℃,生胶在开炼机上塑炼2 min并均匀包辊;加入氧化锌、硬脂酸等小料,混炼2 min,加入炭黑,混炼5 min;磁粉少量多次加入,混炼10 min;加入硫黄和促进剂,混炼3 min;打三角包并薄通5次后下片。

混炼胶停放16 h后在平板硫化机上硫化,硫化条件为170℃/12 MPa×10 min。

1.5 测试分析

RPA分析:在RPA仪上进行测试,应变范围为0.1%~50%,温度为60℃,频率为1 Hz。

物理性能:按GB/T 528—2009测试拉伸性能,按GB/T 529—2008测试撕裂强度(直角形试样)。

磁性能:采用永磁磁滞回线自动测量仪(气隙0 mm)测试,试样直径为25 mm、厚度为2 mm,测量仪各项参数设置后,进行自动漂移校正,随后进行充磁与退磁测量,测得磁滞回线。

2 结果与讨论

2.1 炭黑种类对磁性NBR胶料性能的影响

2.1.1 RPA分析

低应变与高应变下磁性NBR混炼胶的储能模量(G')之差越大,则Payne效应^[5]越强,填料越聚集,其网络结构越不稳定。填充不同种类炭黑的磁性NBR混炼胶的 G' -应变曲线如图1所示。

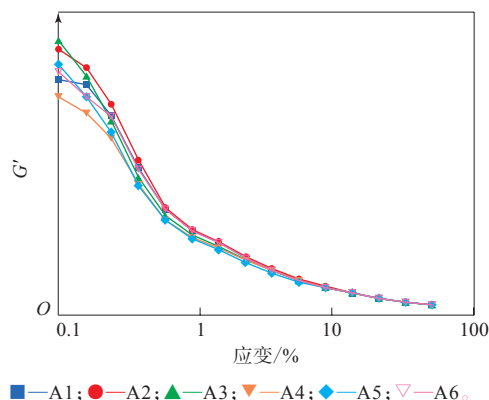


图1 填充不同种类炭黑的磁性NBR混炼胶的 G' -应变曲线

Fig.1 G' -strain curves of magnetic NBR compounds filled with different types of carbon black

从图1可以看出:在低应变下,填充炭黑N660的磁性NBR混炼胶的 G' 最小;在高应变下,填充不同种类炭黑的磁性NBR混炼胶的 G' 均稳定在同一水平,说明填充30份炭黑N660的磁性NBR混炼胶的Payne效应最弱,其填料网络结构最为稳定。

2.1.2 物理性能

填充不同种类炭黑的磁性NBR硫化胶的物理性能如表1所示。

由表1可以看出,随着炭黑粒径的增大,磁性NBR硫化胶的邵尔A型硬度减小。分析认为,炭黑粒径越小,比表面积越大,表面活性基团越多,炭黑越易与橡胶大分子链发生物理吸附,使橡胶大分子链紧密缠结,受到外力作用时,橡胶大分子链自由移动的位移越小,因此填充炭黑N220的磁性NBR硫化胶的邵尔A型硬度最大。

随着炭黑粒径的增大,磁性NBR硫化胶的拉伸强度、拉断伸长率、撕裂强度均减小,填充炭黑

表1 填充不同种类炭黑的磁性NBR硫化胶的物理性能

Tab.1 Physical properties of magnetic NBR vulcanizates filled with different types of carbon black

项 目	配方编号					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
邵尔A型硬度/度	95	94	93	93	92	92
拉伸强度/MPa	9.5	9.3	9.0	8.6	7.9	7.7
拉断伸长率/%	33	32	32	30	29	26
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	34	33	33	32	31	30
120℃×72 h热空气老化后						
邵尔A型硬度变化/度	+5	+4	+4	+6	+3	+4
拉伸强度变化率/%	+28	+35	+56	+43	+32	+25
拉断伸长率变化率/%	-51	-53	-58	-63	-63	-66

N220的磁性NBR硫化胶具有最佳的物理性能。这是因为炭黑是纳米级填料,具有表面效应和小尺寸效应,其粒径越小,比表面积越大,与橡胶结合的界面面积越大,与橡胶的相互作用越强,则其填充的磁性NBR硫化胶的拉伸强度越大;小粒径炭黑N220表面的高能位点多,与橡胶大分子链形成的物理交联点多,在撕裂过程中需要消耗的能量多,则其填充的磁性NBR硫化胶的撕裂强度大。

经热空气老化后,磁性NBR硫化胶的邵尔A型硬度和拉伸强度增大,拉断伸长率减小。这是由于在高温下橡胶大分子链继续交联,使磁性NBR硫化胶的橡胶交联网络结构增强,故其拉伸强度增大;同时橡胶交联网络结构增强,使得橡胶大分子中能够自由移动的链段含量下降,因此磁性NBR硫化胶的拉断伸长率减小。

2.1.3 磁性能

剩磁(B_r)表示去除外加磁场时材料中剩余磁化强度;矫顽力(H_{cb})表示消除材料中剩余磁感应所需的能量,磁性材料的 B_r 和 H_{cb} 越高,永磁体性能越好^[6];最大磁能积采用 $(BH)_{\max}$ 表示,其中 B 为磁感应强度, H 为磁场强度。在磁粉用量相同的情况下,磁性NBR硫化胶的磁性能差异主要是因为炭黑的填充影响磁粉在磁性NBR中的分布密度。填充不同种类炭黑的磁性NBR的磁性能如图2所示, J 为磁极化强度。

从图2(a)可以看出,填充各种炭黑的磁性NBR硫化胶的 $J-H$ 曲线的形状大致相同,表明炭黑种类对磁性NBR硫化胶的充磁与退磁过程无明显影响。

从图2(b)~(d)可以看出,在常温下随着

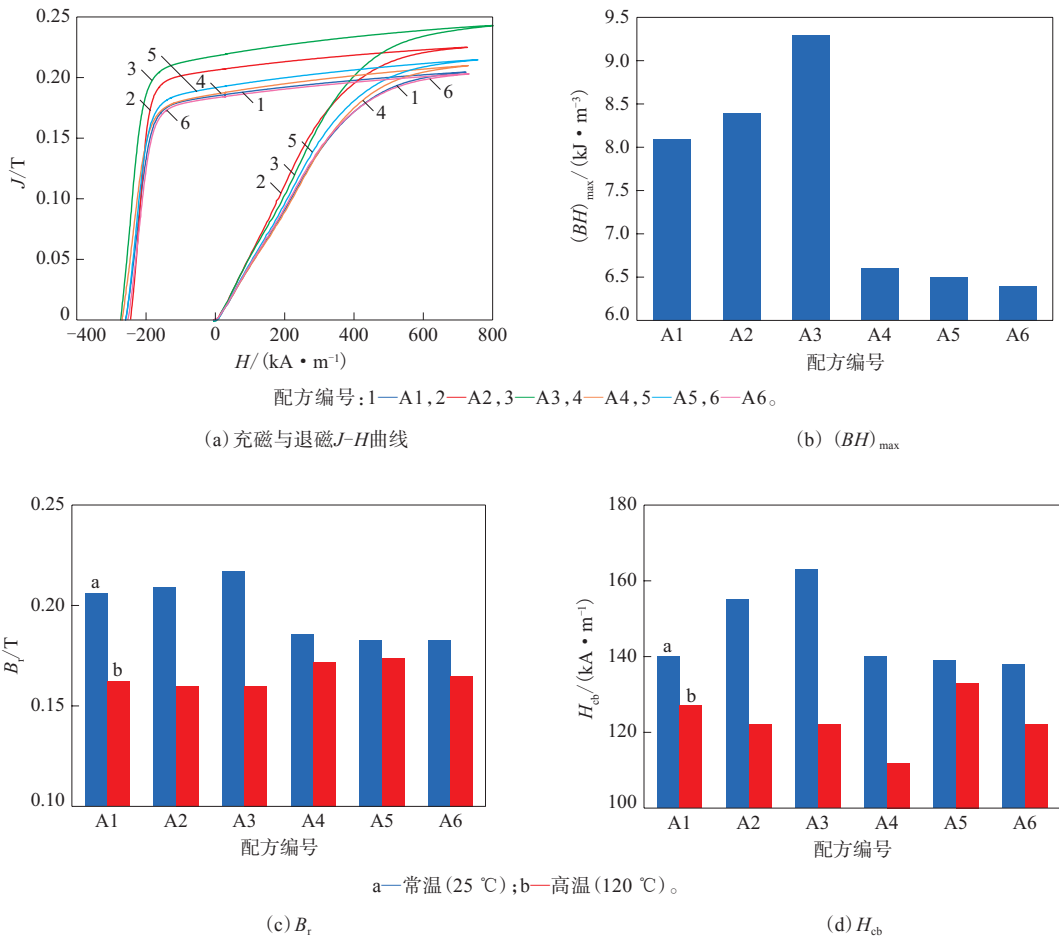


图2 填充不同种类炭黑的磁性NBR硫化胶的磁性能

Fig. 2 Magnetic properties of magnetic NBR vulcanizates filled with different types of carbon black

炭黑粒径的增大,磁性NBR硫化胶的 B_r 、 H_{cb} 和 $(BH)_{\max}$ 均先增大后减小,填充炭黑N550的磁性NBR硫化胶的磁性能最佳,其 B_r 为0.220 T, H_{cb} 为165 kA·m⁻¹, $(BH)_{\max}$ 为9.3 kJ·m⁻³。根据磁畴理论:铁磁体内存在磁畴,球形粉末状的磁粉半径很小时以单畴体的形式存在。对磁体充磁时,磁畴发生自由转动。炭黑分散到磁粉粒子中,能够减少磁粉粒子间的相互作用,但是当炭黑粒径超过一定值后,会使磁粉粒子之间的间距过大,磁畴转动变得困难,从而导致磁性降低。炭黑N550的粒径处于中间值,其能够与磁粉粒子充分混合,有利于提高磁体密度,因此填充炭黑N550的磁性NBR的磁性能最优。

从图2(c)和(d)可以看出,温度对磁性NBR硫化胶的 B_r 和 H_{cb} 有明显的影响,在高温下磁性NBR硫化胶的 B_r 及 H_{cb} 均明显减小。这是因为磁粉弥散分布于橡胶基体中,当温度升高时,多畴粒子之间相互作用加剧,磁粉粒子中原子磁矩无序取向^[7],并且随着温度的升高,晶粒尺寸和磁畴尺寸均减小^[8],因此NBR硫化胶的磁性能下降。

进一步分析图2(c)和(d)还可以发现,在高温下填充小粒径炭黑的磁性NBR硫化胶的磁性能损失较大,填充大粒径炭黑的磁性NBR硫化胶的磁性能稳定性较好。这是因为小粒径炭黑在磁性NBR基体中与橡胶大分子链的缠结更紧密,网络结构更完善,宏观表现为磁粉粒子无法沿磁场方向发生细微转动^[9],因此其磁性NBR硫化胶的磁性能损失更大。

2.2 炭黑N550用量对磁性NBR胶料性能的影响

2.2.1 RPA分析

G' -应变曲线在一定程度上还可以反映胶料的尺寸稳定性^[10],胶料的 G' 越大,则口型膨胀率越大,尺寸稳定性越差。填充不同用量炭黑N550的磁性NBR混炼胶的 G' -应变曲线如图3所示。

从图3可以看出,随着炭黑用量的增大,磁性NBR硫化胶的 G' 先减小后增大,炭黑用量为20份时,磁性NBR混炼胶具有最佳尺寸稳定性。这是因为炭黑用量较小时,在磁性NBR混炼胶内形成的填料-橡胶网络的密度较低;炭黑用量增大至20份时,炭黑与橡胶的结合能力增大,炭黑的分散性

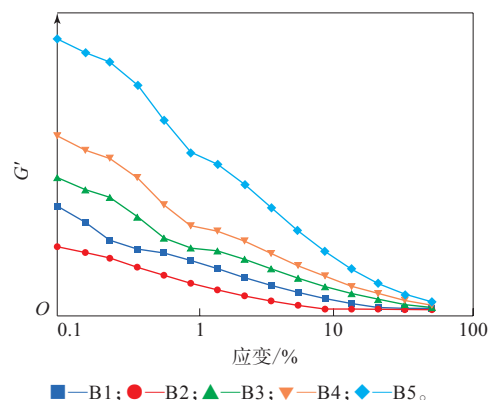


图3 填充不同用量炭黑N550的磁性NBR混炼胶的 G' -应变曲线

Fig. 3 G' -strain curves of magnetic NBR compounds filled with different amounts of carbon black N550

好;继续增大炭黑用量,炭黑在磁性NBR中易形成聚集体,炭黑分散性变差,因此 G' 增大。

2.2.2 物理性能

填充不同用量炭黑N550的磁性NBR硫化胶的物理性能如表2所示。

表2 填充不同用量炭黑N550的磁性NBR硫化胶的物理性能

Tab. 2 Physical properties of magnetic NBR vulcanizates filled with different amounts of carbon black N550

项 目	配方编号				
	B1	B2	B3	B4	B5
邵尔A型硬度/度	93	93	94	95	96
拉伸强度/MPa	7.8	8.0	9.1	9.0	8.9
拉断伸长率/%	39	35	32	27	22
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	29	31	32	32	33
120℃×72 h热空气老化后					
邵尔A型硬度变化/度	+1	+3	+3	+2	+2
拉伸强度变化率/%	+38	+28	+28	+26	+23
拉断伸长率变化率/%	-33	-27	-22	-36	-36

从表2可以看出,随着炭黑用量的增大,磁性NBR硫化胶的邵尔A型硬度和撕裂强度增大,拉断伸长率减小,拉伸强度先增大后减小,填充30份炭黑的磁性NBR硫化胶的拉伸强度达到最大值,为9.1 MPa。这是因为增大炭黑用量会减小橡胶分子体积分数,从而致使磁性NBR硫化胶的邵尔A型硬度增大;炭黑用量增大还会大幅提高磁性NBR硫化胶的网络结构密度^[11],导致其弹性变形能力降低,进而致使其拉断伸长率减小;根据橡胶大分子链蠕动学说^[12],炭黑在磁性NBR硫化胶中具有缓解应力集中、滞后损耗和应力软化等效应,以及

良好的补强效果,因此炭黑用量增大,炭黑与橡胶大分子链形成的物理交联点增多,磁性NBR硫化胶的拉伸强度会增大,但当炭黑用量超过一定程度时,炭黑聚集程度增加,其与NBR形成的有效网络结构减少,同时阻碍了橡胶大分子链的定向排列,在受到外力时,易发生应力集中,导致磁性NBR硫化胶的拉伸强度减小。

从表2还可以看出:炭黑用量较小时,热空气老化后磁性NBR硫化胶的拉伸强度增大明显,这是因为此时磁性NBR硫化胶原始的三维网络结构进一步完善;炭黑用量较大时,磁性NBR硫化胶的炭黑易聚集,热空气老化后网络结构更加复杂,而炭黑的聚集情况未明显改善,磁性NBR硫化胶受到外力时易发生应力集中,因此磁性NBR硫化胶的拉伸强度增幅不大。

2.2.3 磁性能

填充不同用量炭黑N550磁性NBR硫化胶的磁性能变化如图4所示。

从图4(a)可以看出,炭黑用量增大对磁性NBR硫化胶的充磁与退磁过程无明显影响。

从图4(b)~(d)可以看出,在常温下随着炭黑用量的增大,磁性NBR硫化胶的 B_r 、 H_{cb} 和 $(BH)_{\max}$ 均减小,填充10份炭黑的磁性NBR硫化胶具有最优磁性能, B_r 为0.228 T, H_{cb} 为171 kA·m⁻¹, $(BH)_{\max}$ 为9.9 kJ·m⁻³。分析认为:由于炭黑不具有磁性,其用量较小时,可与磁粉均匀混合而分散在NBR中;当其用量较大时,炭黑具有降低磁粉磁学性能的“稀释”作用^[13],炭黑用量越大,“稀释”作用越明显,磁粉的分布密度越低,此外炭黑会发生一定程度的聚集,也会导致磁粉分布密度降低,从而导致

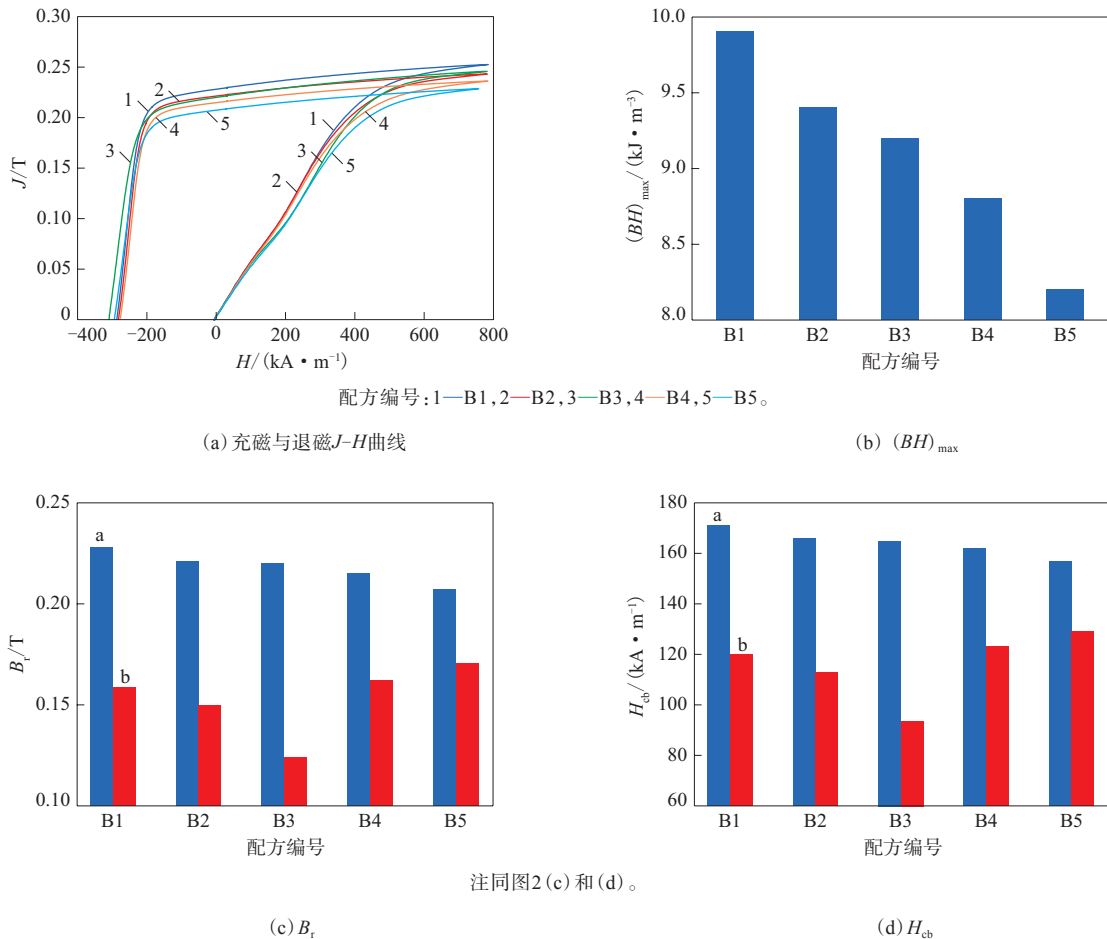


图4 填充不同用量炭黑N550的磁性NBR硫化胶的磁性能

Fig. 4 Magnetic properties of magnetic NBR vulcanizates filled with different amounts of carbon black N550

磁性NBR硫化胶的磁性能下降。

从图4(c)和(d)还可以看出,在高温下磁性NBR硫化胶的 B_r 和 H_{cb} 均减小,其中填充50份炭黑的磁性NBR硫化胶的磁性能降幅最小,其热稳定性较好。这是因为温度升高,磁粉内开始出现反向磁畴^[14],炭黑用量增大时,磁性NBR中磁粉的含量减小,在高温下磁粉的反向磁畴比例减小,因此磁性NBR硫化胶的磁性能保持相对稳定^[15-18]。

3 结论

(1) 分别将炭黑N220, N330, N550, N660, N774和N990填充于磁性NBR胶料中,填充炭黑N660的磁性NBR混炼胶的Payne效应最弱,填料网络结构最稳定;随着炭黑粒径的增大,磁性NBR硫化胶的拉伸强度、拉断伸长率、撕裂强度均减小,填充炭黑N220的磁性NBR硫化胶具有最佳的物理性能;填充炭黑N550的磁性NBR硫化胶具有最优磁性能: B_r 为0.220 T, H_{cb} 为167 kA·m⁻¹, $(BH)_{\max}$ 为9.3 kJ·m⁻³。

(2) 分别将不同用量炭黑N550填充于磁性NBR胶料中,填充20份炭黑N550的磁性NBR混炼胶具有最佳尺寸稳定性;填充30份炭黑N550的磁性NBR硫化胶的拉伸强度最大,为9.1 MPa;填充10份炭黑N550的磁性NBR硫化胶具有最优磁性能: B_r 为0.228 T, H_{cb} 为171 kA·m⁻¹, $(BH)_{\max}$ 为9.9 kJ·m⁻³。

参考文献:

- [1] 杨清芝. 实用橡胶工艺学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 84-91.
- [2] 徐彦红, 王再学, 赵桂英, 等. 磁性橡胶的研究现状及其发展前景[J]. 高分子通报, 2018(5): 28-33.
XU Y H, WANG Z X, ZHAO G Y, et al. Present status and future development of magnetic rubbers[J]. Chinese Polymer Bulletin, 2018(5): 28-33.
- [3] 陈晋阳. 磁性橡胶在汽车上应用的现状和发展[J]. 中国橡胶, 2011, 27(14): 33-36.
CHEN J Y. Current situation and development of magnetic rubber in automobile application[J]. China Rubber, 2011, 27(14): 33-36.
- [4] 张保岗. 丁腈橡胶微观结构与性能及高性能丁腈磁性橡胶的制备研究[D]. 青岛: 青岛科技大学, 2013.
- [5] PAYNE A R. The dynamic properties of carbon black-loaded natural rubber vulcanizates. Part I[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2010, 6(19): 57-63.

- [6] KRUELÁK J, CHODÁK I, MOSKOVÁ D, et al. Cross-linking and properties of rubber magnetic composites cured with different curing systems[J]. Polymers for Advanced Technologies, 2018, 29(1): 216-225.
- [7] 史新伟, 李杏瑞, 黄金亮, 等. 不同基体粘结NdFeB磁体的磁性能及稳定性研究[J]. 稀有金属材料与工程, 2007, 36(z3): 427-430.
SHI X W, LI X R, HUANG J L, et al. Research on the magnetic properties and the stability of the bonded NdFeB magnets based on different matrix[J]. Rare Metal Materials and Engineering, 2007, 36(z3): 427-430.
- [8] CHOUDHARY B L, KUMARI N, KUMARI J, et al. Relaxation mechanism in $Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ nanocrystalline ferrite at a lower temperature[J]. Materials Letters, 2021, 304(3): 130731.
- [9] YANG F, WANG X, LIU W, et al. Coercivity enhancement in sputtered Pr-Fe-B/FeMn thin films[J]. Journal of Alloys and Compounds, 2009, 485(1-2): 33-35.
- [10] 曾季, 李文东. RPA2000橡胶加工分析仪对SBR1723和SBR1712E性能的研究[J]. 橡胶科技市场, 2010, 8(17): 4-10.
ZENG J, LI W D. Research on properties of SBR1723 and SBR1712E by RPA2000 rubber processing analyzer[J]. China Rubber Science and Technology Market, 2010, 8(17): 4-10.
- [11] 李卫青, 罗远芳, 贾德民. 胶乳反应改性法制备炭黑填充型丁腈橡胶复合材料[J]. 华南理工大学学报(自然科学版), 2004, 32(12): 5-10.
LI W Q, LUO Y F, JIA D M. Preparation of carbon black-filled NBR-based composites by reactive modification in latex[J]. Journal of South China University of Technology (Natural Science Edition), 2004, 32(12): 5-10.
- [12] 吴其晔. 高分子物理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2011: 319-322.
- [13] 仲洪海, 倪狄, 程敏, 等. 粘结剂和温压工艺对粘结铁硼材料性能的影响[J]. 粉末冶金工业, 2018, 28(3): 61-66.
ZHONG H H, NI D, CHENG M, et al. Effects of binder and warm compaction process on the properties of bonded NdFeB magnets[J]. Powder Metallurgy Industry, 2018, 28(3): 61-66.
- [14] 朱明刚, 方以坤, 李卫. 高性能Nd-Fe-B复合永磁材料微磁结构与矫顽力机制[J]. 中国材料进展, 2013, 32(2): 65-73.
ZHU M G, FANG Y K, LI W. Microstructure and coercivity mechanism of high performance Nd-Fe-B permanent magnets[J]. Materials China, 2013, 32(2): 65-73.
- [15] ZHAI F Q, SUN A Z, YUAN D, et al. Epoxy resin effect on anisotropic Nd-Fe-B rubber-bonded magnets performance[J]. Journal of Alloys and Compounds, 2011, 509(3): 687-690.
- [16] 李正贵, 程杰, 张晨滢, 等. BaO-6Fe₂O₃磁粉质量分数对丁腈橡胶磁学性能的影响[J]. 南昌大学学报(工科版), 2017, 39(4): 333-337.
LI Z G, CHENG J, ZHANG C Y, et al. Effect of mass fraction of BaO-6Fe₂O₃ magnetic powder on the magnetic properties of NBR[J]. Journal of Nanchang University (Engineering &

- Technology), 2017, 39 (4): 333-337.
- [17] 姚颂芳. FL对丁腈橡胶粘结磁体性能的影响[J]. 南方金属, 2003 (2): 30-32.
- YAO S F. The influence of FL on NBR bonded magnet properties[J]. Southern Metals, 2003 (2): 30-32.
- [18] 李正贵, 程杰, 吕娜, 等. BaO-6Fe₂O₃ 磁粉含量对丁腈橡胶物理性能的影响[J]. 武汉理工大学学报, 2017, 39 (4): 23-27, 35.
- LI Z G, CHENG J, LYU N, et al. The Effect of the BaO-6Fe₂O₃ magnetic powder on the physical properties of the nitrile rubber[J]. Journal of Wuhan University of Technology, 2017, 39 (4): 23-27, 35.
- 收稿日期: 2022-09-16

Effect of Type and Amount of Carbon Black on Properties of Magnetic NBR Compounds

LIANG Lin, ZHANG Hanzhu, ZHANG Baogang, DING Naixiu, LIU Guangye

(Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266042, China)

Abstract: The effects of the type and amount of carbon black on the properties of magnetic nitrile rubber (NBR) compounds were studied. The results showed that, with 30 phr of carbon black (N220, N330, N550, N660, N774 and N990), the magnetic NBR compound filled with carbon black N660 had the weakest Payne effect (indicating the most stable filler network structure), the magnetic NBR vulcanizate filled with carbon black N220 had the best physical properties, and the magnetic NBR vulcanizate filled with carbon black N550 had the best magnetic properties [remanence (B_r) was 0.220 T, coercivity (H_{cb}) was 165 kA · m⁻¹, and the maximum magnetic energy product (BH)_{max} was 9.3 kJ · m⁻³]. Adding different amounts of carbon black N550 to the magnetic NBR compounds, the magnetic NBR compound filled with 20 phr of carbon black N550 had the best dimensional stability, the tensile strength of the magnetic NBR vulcanizate filled with 30 phr of carbon black N550 was the highest (9.1 MPa), and the magnetic NBR vulcanizate filled with 10 phr of carbon black N550 had the best magnetic properties [B_r 0.228 T, H_{cb} 171 kA · m⁻¹, and (BH)_{max} 9.9 kJ · m⁻³].

Keywords: carbon black; NBR; magnetic rubber; physical property; magnetic property

专利2则

由安徽大学申请的专利(公布号 CN 114230863A, 公布日期 2022-03-25)“石墨烯和炭黑复配补强导热填料及其在高强高弹导热丁苯橡胶复合材料制备中的应用”, 涉及的石墨烯和炭黑复配补强导热填料是分别以亲双烯体试剂对石墨烯和炭黑进行改性, 获得改性石墨烯和改性炭黑, 然后将改性石墨烯和改性炭黑按照一定的比例复配制得补强导热填料。与现有改性方法相比, 该填料表面设计构建可逆共价交联键, 改性过程简单便捷, 反应高效, 绿色环保。该填料填充丁苯橡胶(SBR)后, 与SBR之间形成 π - π 相互作用, 能显著改善SBR的力学性能, 在提高SBR的拉伸强度和拉断伸长率的同时提高导热性能, 从而制得高强度高弹性的导热SBR复合材料。

由沈阳化工大学申请的专利(公布号 CN 114230883A, 公布日期 2022-03-25)“一种含反式丁戊橡胶的高硬度胶辊制备方法”, 提供了一种高硬度胶辊制备方法: 在双辊开炼机上将天然橡胶和高反式-1,4-丁二烯-异戊二烯共聚橡胶(TBIR)充分塑炼后, 与丁苯橡胶进行共混, 混炼均匀后依次加入活性剂、增塑剂和防老剂, 打三角包3次, 分2次加入炭黑, 加入石蜡油, 然后加入促进剂, 最后加入硫黄, 打三角包3次, 使胶料包辊混炼, 下片; 混炼胶室温停放24 h后采用无转子硫化仪测定正硫化时间, 然后在平板硫化机上硫化。该发明通过调整原材料及其配比, 并加入TBIR, 提高了胶辊橡胶材料的力学性能, 改善了其耐磨性能。

(本刊编辑部 赵敏)