

改性碳纳米管在甲基乙烯基硅橡胶中的应用

刘吉超, 邓 涛

(青岛科技大学 高分子科学与工程学院, 山东 青岛 266042)

摘要: 研究改性碳纳米管(CNTs)和复配CNTs用量对甲基乙烯基硅橡胶(MVQ)性能的影响。结果表明:随着改性CNTs用量增大,改性CNTs补强混炼胶的硫化程度提高, t_{90} 延长;硫化胶的邵尔A型硬度、100%定伸应力、撕裂强度、热扩散率和热导率增大,拉伸强度和DIN磨耗量变化不大,拉伸伸长率减小,表面电阻率和体积电阻率减小但整体变化不大。复配CNTs补强胶料的性能变化规律与改性CNTs补强胶料相同,物理性能、导电性能和导热性能较好。

关键词: 甲基乙烯基硅橡胶;改性碳纳米管;物理性能;导电性能;导热性能

中图分类号: TQ333.93;TQ330.38⁺3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-890X(2016)12-0734-04

甲基乙烯基硅橡胶(MVQ)的耐热性能、耐寒性能、耐臭氧性能和耐气候性能较好,且具有优良的电绝缘性能^[1]。

改性碳纳米管(CNTs)由于碳原子上P电子形成大范围离域 π 键,共轭效应显著^[2],具有优异的电学性能。采用改性CNTs补强的硅橡胶物理性能和导电性能较好^[3],适用于生产需要导静电而又可在较宽温度范围内使用的橡胶制品。

本工作研究改性CNTs和复配CNTs(炭黑与改性CNTs按用量比3/1共混)用量对MVQ性能的影响。

1 实验

1.1 主要原材料

MVQ,美国道康宁公司产品;改性CNTs,山东大展纳米材料有限公司产品。

1.2 配方

MVQ 100,白炭黑 30,硫化剂双25 0.8,改性CNTs(复配CNTs) 变量。

1.3 主要设备和仪器

X(S)160A型两辊开炼机,青岛化工机械厂产品;LCM-3C2-G03-LM型平板硫化机,佳鑫电子设备科技(深圳)有限公司产品;TD6001型称量天平,余姚市金诺天平仪器有限公司产品;GT-M2000-A型密闭模无转子硫化仪、GT-7010-AR型

气压自动切片机、AI-7000M型电子拉力试验机和GT-XB 320M型电子比重天平,中国台湾高铁科技股份有限公司产品;HD-10型测厚仪,上海化工机械四厂产品;LX-A型硬度计,上海化六中量仪厂产品;MZ-4060型DIN磨耗机,江苏明珠试验机械有限公司产品;高阻计,上海精科天美公司产品;导热仪,美国TA公司产品。

1.4 试样制备

胶料混炼工艺为:生胶→白炭黑→硫化剂双25→下片。混炼胶停放16 h后返炼,采用无转子硫化仪测试硫化特性。采用平板硫化机进行硫化,硫化条件为170 °C/10 MPa $\times t_{90}$ 。

1.5 性能测试

胶料各项性能均按相应国家标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 硫化特性

改性CNTs用量对混炼胶硫化特性的影响如表1所示。从表1可看出:随着改性CNTs用量增大,混炼胶的 M_H-M_L 增大,表明其硫化程度提高; t_{90} 延

表1 改性CNTs用量对混炼胶硫化特性的影响(170 °C)

项 目	改性CNTs用量/份					
	0	1	2	3	4	5
$M_L/(dN \cdot m)$	0.90	1.08	1.14	1.34	1.51	1.68
$M_H/(dN \cdot m)$	10.29	11.29	12.41	13.60	15.10	15.78
$M_H-M_L/(dN \cdot m)$	9.39	10.21	11.27	12.26	13.59	14.10
t_{10}/s	58	51	51	58	55	55
t_{90}/s	284	280	316	404	401	431

作者简介: 刘吉超(1990—),男,山东青岛人,现就职于青岛纸牌屋网络科技有限公司,硕士,主要从事技术供需交互平台、平台对应手机应用以及微信公众号的运营与推广工作。

长,说明改性CNTs可能具有延迟硫化作用。

复配CNTs用量对混炼胶硫化特性的影响如表2所示。由表2可知,复配CNTs用量对混炼胶硫化特性的影响与改性CNTs基本相同。

项 目	复配品中改性CNTs用量/份				
	1	2	3	4	5
$M_L/(dN \cdot m)$	0.74	0.92	1.28	2.15	4.51
$M_H/(dN \cdot m)$	12.79	15.10	16.81	18.82	20.95
$M_H-M_L/(dN \cdot m)$	12.05	14.18	15.53	16.67	16.44
t_{10}/s	58	67	75	85	96
t_{90}/s	406	630	820	1 051	1 123

2.2 物理性能

2.2.1 邵尔A型硬度和撕裂强度

改性CNTs和复配CNTs用量对硫化胶邵尔A型硬度和撕裂强度的影响如图1和2所示。从图1和2可以看出:随着改性CNTs增大,改性CNTs补强

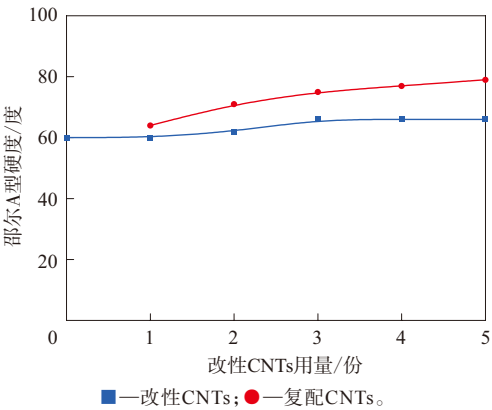


图1 改性CNTs和复配CNTs用量对硫化胶邵尔A型硬度的影响

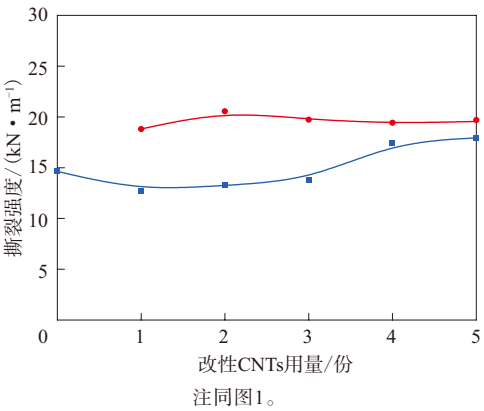


图2 改性CNTs和复配CNTs用量对硫化胶撕裂强度的影响

硫化胶和复配CNTs补强硫化胶的邵尔A型硬度呈增大趋势,且后者大于前者;改性CNTs补强硫化胶的撕裂强度先减小后增大,这可能与CNTs的分散以及混炼时的杂质和气泡有关;复配CNTs补强硫化胶的撕裂强度变化不大。

2.2.2 100%定伸应力、拉伸强度和拉断伸长率

改性CNTs和复配CNTs用量对硫化胶100%定伸应力、拉伸强度和拉断伸长率的影响如图3—5所示。从图3—5可以看出:随着改性CNTs用量增大,改性CNTs补强硫化胶和复配CNTs补强硫化胶的100%定伸应力增大,拉伸强度变化不大,拉断伸长率呈减小趋势,且基本上后者大于前者。

2.2.3 DIN磨耗量

改性CNTs和复配CNTs用量对硫化胶DIN磨耗量的影响如图6所示。从图6可以看出,随着改性CNTs用量增大,改性CNTs补强硫化胶和复配

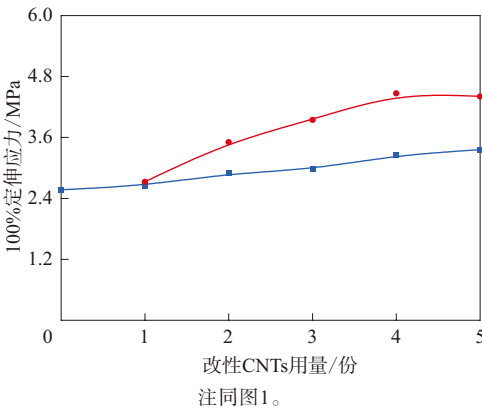


图3 改性CNTs和复配CNTs用量对硫化胶100%定伸应力的影响

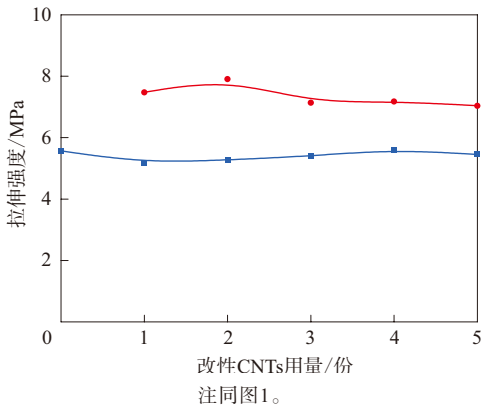


图4 改性CNTs和复配CNTs用量对硫化胶拉伸强度的影响

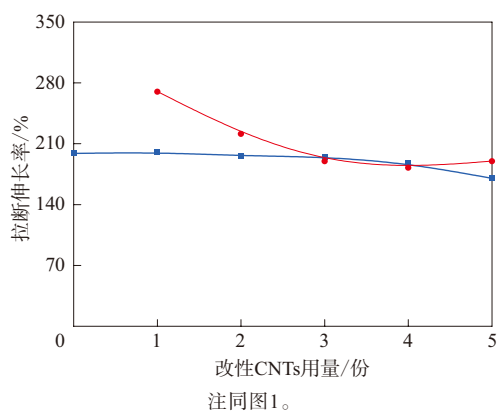


图5 改性CNTs和复配CNTs用量对硫化胶拉断伸长率的影响

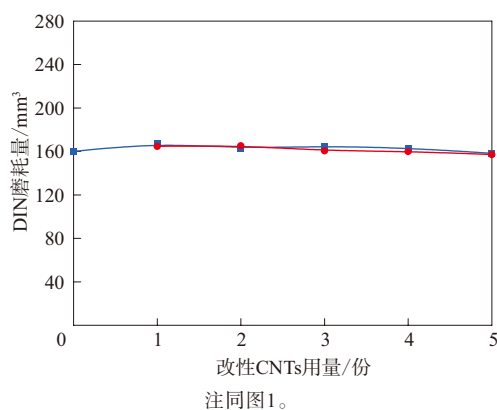


图6 改性CNTs和复配CNTs用量对硫化胶DIN磨耗量的影响

CNTs补强硫化胶的DIN磨耗量基本不变且相等。

2.3 导电性能

改性CNTs用量对硫化胶电阻率的影响如图7所示。从图7可以看出,随着改性CNTs用量增大,硫化胶的表面电阻率和体积电阻率均减小,但整

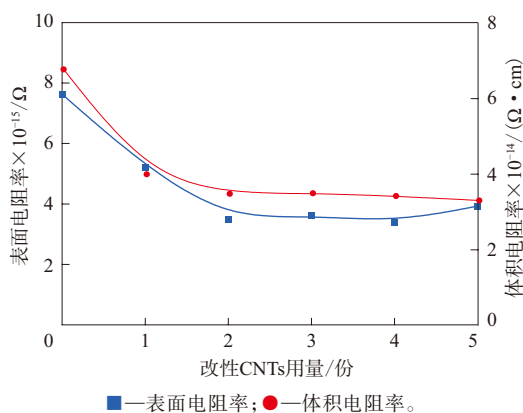


图7 改性CNTs用量对硫化胶电阻率的影响

体变化不大。

复配CNTs用量对硫化胶电阻率的影响如表3所示。从表3可以看出,随着改性CNTs用量增大,硫化胶的表面电阻率和体积电阻率均显著减小,这可能是因为复配CNTs中的炭黑形成了导电通路。

表3 复配CNTs用量对硫化胶电阻率的影响

项 目	复配品中改性CNTs用量/份				
	1	2	3	4	5
表面电阻率/ Ω	3.8×10^{14}	1.6×10^{13}	1.3×10^8	1.0×10^6	1.4×10^6
体积电阻率/ $(\Omega \cdot \text{cm})$	1.9×10^{14}	1.3×10^{14}	1.5×10^6	5.6×10^4	2.6×10^4

2.4 导热性能

改性CNTs和复配CNTs用量对硫化胶热扩散率和热导率的影响如表4和5所示。从表4和5可以看出:随着改性CNTs用量增大,改性CNTs补强硫化胶和复配CNTs补强硫化胶的热扩散率和热导率均增大,导热性能提高;改性CNTs用量一定时,复配CNTs补强硫化胶的热扩散率和热导率大于改性CNTs补强硫化胶。

表4 改性CNTs用量对硫化胶导热性能的影响

项 目	改性CNTs用量/份					
	0	1	2	3	4	5
热扩散率/ $(\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1})$	0.151	0.157	0.160	0.169	0.178	0.189
热导率/ [$(\text{W} \cdot (\text{m} \cdot \text{K})^{-1})$]	0.381	0.385	0.392	0.415	0.452	0.466

表5 复配CNTs用量对硫化胶导热性能的影响

项 目	复配品中改性CNTs用量/份				
	1	2	3	4	5
热扩散率/ $(\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1})$	0.165	0.169	0.198	0.236	0.264
热导率/ [$(\text{W} \cdot (\text{m} \cdot \text{K})^{-1})$]	0.450	0.458	0.534	0.629	0.705

3 结论

(1) 随着改性CNTs用量增大,改性CNTs补强混炼胶的硫化程度提高, t_{90} 延长;硫化胶的邵尔A型硬度、100%定伸应力、撕裂强度、热扩散率和热导率增大,拉伸强度和DIN磨耗量变化不大,拉断伸长率减小,表面电阻率和体积电阻率减小但整体变化不大。

(2) 随着改性CNTs用量增大,复配CNTs补强胶料的性能变化规律与改性CNTs补强胶料相同。

(3) 与改性CNTs补强硫化胶相比,复配CNTs补强硫化胶的物理性能、导电性能和导热性能较好。

参考文献:

[1] 张玉龙,张晋生. 特种橡胶及应用[M]. 1版. 北京:化学工业出版社

社,2011.

[2] 麦亚潘(美). 碳纳米管:科学与应用[M]. 1版. 刘忠范,译. 北京:科学出版社,2007.

[3] 来国桥,幸松民. 有机硅产品合成工艺及应用[M]. 2版. 北京:化学工业出版社,2010.

收稿日期:2016-06-18

Application of Modified Carbon Nanotubes in MVQ

LIU Jichao, DENG Tao

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

Abstract: The effect of the addition level of modified carbon nanotubes (CNTs) and mixed CNTs on the properties of polymethyl-vinyl siloxane rubber (MVQ) was investigated. The results showed that, with the increase of the addition level of modified CNTs, the curing degree of the compound increased, t_{90} was extended, the Shore A hardness, modulus at 100% elongation, tear strength, thermal diffusion coefficient and thermal conductivity of the vulcanizates increased, the tensile strength and DIN abrasion loss changed little, the elongation at break was decreased, and the surface resistivity and volume resistivity decreased only slightly. Similar change of properties was found for the mixed CNTs filled MVQ, and the physical properties, electrical conductivity and thermal conductivity of mixed CNTs reinforced MVQ was better.

Key words: MVQ; modified carbon nanotube; physical property; conductivity; thermal conductivity

米其林陆续推出多规格Defender LTX M/S轮胎

中图分类号:TQ336.1;F27 文献标志码:D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntiredealer.com)2016年8月5日报道:

米其林Defender LTX M/S轮胎系列新增30个规格(见图1)。米其林北美公司称,该轮胎系列产品适用于约75%的轻型载重汽车。



图1 米其林Defender LTX M/S轮胎

米其林称,2015年夏天推出的Defender LTX M/S轮胎系列因兼具耐久胎面寿命和全天候牵引性能,可以更好地满足现代轻型载重汽车和SUV的较高扭矩需求。

公司称EverTread胶料可使轮胎比前一代产品,即卖得最好的LTX M/S2系列,在苛刻条件下延长10%的使用寿命。

米其林轻载和运动休闲轮胎市场营销经理Stephen Peters说,采用EverTread胶料的Defender LTX M/S轮胎系列范围的扩大给轻型载重汽车和SUV驾驶员带来更多的选择,轮胎既可具有耐久长寿命,还不牺牲安全性和高使用性能。在缩短湿制动距离、提高雪地牵引性能以获得卓越操控性能的同时,Defender LTX M/S轮胎还可降低滚动阻力,在轮胎整个使用寿命周期内提高燃油经济性。

该轮胎现有71个规格,轮辋直径范围为381~559 mm(15~22英寸)。

(吴秀兰摘译 赵敏校)