

不同结构炭黑用量对天然橡胶性能的影响

李义彬, 乔习学, 张入军, 刘江红, 马宝亮

(龙星化工股份有限公司, 河北 邢台 054100)

摘要: 研究不同用量炭黑N330, N326和N660对天然橡胶胶料性能的影响。结果表明: 随着炭黑用量增大, 不同炭黑胶料的门尼粘度、 F_L 、 F_{max} 、硬度、100%和300%定伸应力均明显提高; t_{30} 和 t_{90} 变化不明显; 拉伸强度和拉伸伸长率降低; 在比表面积相近的情况下, 结构较低的炭黑胶料物理性能受炭黑用量的影响较小; 炭黑N660胶料的300%定伸应力、拉伸强度、拉伸伸长率与炭黑用量的线性关系较炭黑N330和N326胶料更明显。

关键词: 炭黑; 用量; 比表面积; 结构; 天然橡胶; 定伸应力; 拉伸强度

中图分类号: TQ330.38⁺1

文章编号: 2095-5448(2021)08-0387-03

文献标志码: A

DOI: 10.12137/j.issn.2095-5448.2021.08.0387

炭黑在橡胶中的用量影响胶料的定伸应力、拉伸强度、最大转矩等性能, 不同品种炭黑的影响程度难以直接判断^[1-3]。

本工作参照ASTM D3192—2009《天然橡胶中炭黑含量评定的标准试验方法》, 选择炭黑N330, N326和N660进行试验, 并与标准参比炭黑IRB8[#]对比, 研究添加不同用量、不同品种炭黑的天然橡胶(NR)胶料性能的变化规律。

1 实验

1.1 主要原材料

NR, RSS 1[#]烟胶片, 中昊黑元化工研究设计院有限公司提供; 促进剂MBTS, 山东尚舜化工有限公司产品; 炭黑N330, N326和N660, 龙星化工股份有限公司产品; 邻苯二甲酸二丁酯(DBP)和硫黄, 天津红岩试剂厂产品。

1.2 配方

配方参照ASTM D3192—2009。

NR 100, 炭黑 变量, 氧化锌 5, 硬脂酸 3, 硫黄 2.5, 促进剂MBTS 0.6。

作者简介: 李义彬(1973—), 男, 河北沙河人, 龙星化工股份有限公司工程师, 学士, 主要从事炭黑技术和产品研发工作。

E-mail: lyblong@163.com

1.3 主要设备与仪器

XY-1型邵氏硬度仪和HD-10型测厚仪, 上海化工机械四厂产品; C型自动吸油计, 德国Brabender仪器公司产品; 3000型多点比表面积测定仪, 美国麦克默瑞提克(上海)仪器有限公司产品; HY-727型分光光度计, 无锡英之诚高速分析仪器有限公司产品; XK-160型开炼机, 青岛科高橡塑机械技术装备有限公司产品; RPA2000橡胶加工分析仪, 美国阿尔法科技有限公司产品; XLB-D型平板硫化机, 湖州宏侨橡胶机械有限公司产品; 3365型电子拉力机, 美国英斯特朗公司产品。

1.4 性能测试

炭黑和胶料性能测试按照ASTM D3192—2009进行。

2 结果与分析

2.1 炭黑的理化性能和造粒性能

炭黑的理化性能和造粒性能分别见表1和2。

2.2 炭黑胶料的性能

在NR中添加不同用量的炭黑N330, N326和N660, 考察胶料性能, 并与50份标准炭黑IRB8[#]胶料性能进行对比, 结果分别见表3—5。

表1 炭黑的理化性能

项 目	炭黑 N330	炭黑 N326	炭黑 N660
吸碘值/(g·kg ⁻¹)	81.6	82.2	36.5
DBP吸油值×10 ⁵ /(m ³ ·kg ⁻¹)	101.8	73.5	88.2
CDBP吸油值×10 ⁵ /(m ³ ·kg ⁻¹)	87.4	70.7	70.6
氮吸附比表面积×10 ⁻³ /(m ² ·kg ⁻¹)	77.8	77.9	34.2
统计厚度比表面积×10 ⁻³ /(m ² ·kg ⁻¹)	77.7	78.5	33.1
加热减量/%	0.6	0.4	0.3
45 μm筛余物含量/(mg·kg ⁻¹)	112	360	480
灰分质量分数×10 ²	0.38	0.37	0.20
着色强度/%	102	108	54

表2 炭黑的造粒性能

项 目	炭黑N330	炭黑N326	炭黑N660
粒子强度/cN			
平均值	36.3	32.3	31.4
最大值	72.6	69.6	57.2
最小值	11.1	17.3	13.6
pH值	8.82	8.52	7.36
甲苯透光率/%	93.2	95.3	78.1
粒径分布/%			
0.125 nm	3.60	7.05	6.25
0.25 nm	19.19	27.74	26.24
0.5 nm	45.61	41.88	45.08
1 nm	20.08	13.84	15.85
1.4 nm	10.04	6.38	3.08
2 nm	0.50	0.72	0.12
接料底盘中炭黑质量/g	0.61	2.34	2.87
损失质量/g	0.37	0.05	0.51

表3 不同用量炭黑N330胶料的性能

项 目	IRB8 [#]	炭黑N330用量/份				
		40	45	50	55	60
门尼粘度[ML(1+4) 100℃]	96	69	76	84	92	101
硫化仪数据(180℃)						
F_L /(dN·m)	4.1	2.3	2.7	3.1	3.5	3.8
F_{max} /(dN·m)	21.8	16.1	17.9	20.2	22.0	24.7
t_{30} /min	3.6	3.5	3.4	3.4	3.5	3.5
t_{90} /min	14.1	13.0	12.8	12.8	13.0	12.9
硫化胶性能(145℃× 30 min)						
邵尔A型硬度/度	72	66	68	72	74	77
100%定伸应力/MPa	3.9	3.3	3.8	4.5	5.1	6.0
300%定伸应力/MPa	16.7	14.1	16.0	17.7	19.7	20.9
拉伸强度/MPa	27.2	28.1	27.7	26.2	25.8	25.0
拉断伸长率/%	460	518	485	438	401	367

从表3—5可以看出:随着炭黑用量增大,炭黑N330、N326和N660胶料的门尼粘度、 F_L 、 F_{max} 、硬度、100%和300%定伸应力均明显提高; t_{30} 和 t_{90} 变化不明显;拉伸强度和拉断伸长率降低;3种炭黑

表4 不同用量炭黑N326胶料的性能

项 目	IRB8 [#]	炭黑N326用量/份				
		40	45	50	55	60
门尼粘度[ML(1+4) 100℃]	96	58	65	69	75	81
硫化仪数据(180℃)						
F_L /(dN·m)	4.2	2.0	2.5	2.8	3.2	3.6
F_{max} /(dN·m)	22.1	14.9	16.6	18.2	20.1	21.8
t_{30} /min	3.7	3.5	3.4	3.3	3.3	3.3
t_{90} /min	14.5	13.0	12.8	12.9	12.7	12.8
硫化胶性能(145℃× 30 min)						
邵尔A型硬度/度	72	63	66	67	71	72
100%定伸应力/MPa	4.0	2.6	3.0	3.3	4.0	4.4
300%定伸应力/MPa	16.5	11.6	13.0	14.0	16.1	16.5
拉伸强度/MPa	26.8	28.8	28.9	27.8	27.0	25.9
拉断伸长率/%	461	566	544	511	469	454

表5 不同用量炭黑N660胶料的性能

项 目	IRB8 [#]	炭黑N660用量/份				
		40	45	50	55	60
门尼粘度[ML(1+4) 100℃]	94	53	60	64	69	75
硫化仪数据(180℃)						
F_L /(dN·m)	4.1	1.4	1.9	2.1	2.2	2.5
F_{max} /(dN·m)	21.5	13.8	15.1	16.3	17.3	20.1
t_{30} /min	3.7	4.0	3.7	3.6	3.6	3.6
t_{90} /min	14.3	12.7	12.0	12.1	12.1	12.4
硫化胶性能(145℃× 30 min)						
邵尔A型硬度/度	73	61	63	66	68	72
100%定伸应力/MPa	3.5	2.7	3.1	3.7	4.1	5.0
300%定伸应力/MPa	16.4	11.9	13.4	14.9	16.1	17.6
拉伸强度/MPa	26.8	24.7	24.1	23.2	22.1	20.9
拉断伸长率/%	461	520	484	455	418	370

胶料的变化趋势一致。

从表3—5还可以看出:与炭黑N330胶料相比,比表面积相近、结构较低的炭黑N326胶料的硬度、300%定伸应力、拉断伸长率随炭黑用量增大的变化幅度较小;与炭黑N330和N326胶料相比,比表面积较小的炭黑N660胶料的300%定伸应力、拉伸强度、拉断伸长率与炭黑用量的线性关系更明显;参比炭黑胶料性能基本稳定。以上性能差异与各种炭黑的结构和比表面积差异有关。

3 结论

(1)随着炭黑用量增大,不同炭黑胶料的门尼粘度、 F_L 、 F_{max} 、硬度、100%和300%定伸应力均明显提高; t_{30} 和 t_{90} 变化不明显;拉伸强度和拉断伸长

率降低。

(2) 在比表面积相近的情况下, 结构较低的炭黑胶料物理性能受炭黑用量的影响较小。

(3) 与炭黑N330和N326胶料相比, 炭黑N660胶料的300%定伸应力、拉伸强度、拉断伸长率与炭黑用量的线性关系更明显。

参考文献:

- [1] 李炳炎. 炭黑生产与应用手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2000.
- [2] 孙熙林, 王伟. 炭黑聚集体填充橡胶的力学性能分析[J]. 橡胶工业, 2018, 65(2): 146-150.
- [3] 朱希文, 黄丽霞. 马来酸/炭黑填充含量对PLA基复合材料力学和热学性能的影响[J]. 塑料科技, 2020, 48(9): 15-18.

收稿日期: 2021-02-14

Effect of Amount of Carbon Black with Different Structure on Properties of NR

LI Yibin, QIAO Xixue, ZHANG Rujun, LIU Jianghong, MA Baoliang

(Longxing Chemical Stock Co., Ltd, Xingtai 054100, China)

Abstract: The effect of different amounts of carbon black N330, N326 and N660 on the properties of natural rubber compounds was studied. The results showed that, with the increase in the amount of carbon black, the Mooney viscosity, F_L , F_{max} , hardness, modulus at 100% and 300% elongation of different carbon black compounds were significantly improved, t_{30} and t_{90} changed little, and the tensile strength and elongation at break were reduced. When the specific surface area was similar, the physical properties of the compound with lower structure carbon black were less affected by the amount of carbon black. The linear relationship between the amount of carbon black and the modulus at 300% elongation, tensile strength, and elongation at break of the carbon black N660 compound was more obvious than that of carbon black N330 and N326 compounds.

Key words: carbon black; amount; specific surface area; structure; natural rubber; modulus; tensile strength

东海炭素推出两款高强度低滞后炭黑

为顺应电动汽车市场迅猛增长的趋势, 东海炭素炭黑有限公司推出EV800和EV480两款高强度低滞后炭黑, 以期成为电动汽车用橡胶制品企业的可持续合作伙伴, 并为改善环境作出贡献。

炭黑EV800旨在为轮胎胎侧胶提供更高的强度和更低的滞后。电动汽车因需装配质量较大的电池, 迫切需提高轮胎强度同时又不牺牲必要滞后的炭黑产品, 从而降低轮胎滚动阻力。在非轮胎橡胶制品中, 使用炭黑EV800也可获得类似的性能优势。炭黑EV480的设计目标则是达到更高的补强水平, 赋予橡胶制品更高的强度。

东海炭素炭黑有限公司前身为美国理查德森炭素公司, 2018年被世界第五大炭黑供应商日本东海炭素株式会社收购。

(朱永康)

锦湖石化计划新建丁腈胶乳生产装置

为了应对全球手套和医疗行业快速增长的需求, 锦湖石化公司(简称锦湖石化)计划投资2.25亿美元在韩国蔚山(Ulsan)的石化综合体新建年产23.6万t丁腈胶乳生产装置。新生产装置将于2023年年底完工。

锦湖石化预计到2021年年底其丁腈胶乳年生产能力将达到71万t。新生产装置的建设将使公司的丁腈胶乳产量到2023年年底接近100万t。如果后期市场需求继续增大, 韩国蔚山新生产装置仍具有进一步扩建的空间, 丁腈胶乳最大年产能可达到47万t。

锦湖石化成立于1970年, 业务范围覆盖合成橡胶、合成树脂和建筑材料等诸多领域, 其中核心业务合成橡胶的生产能力居世界前列。

(朱永康)