

国产异戊橡胶的基本性能研究

杨青^{1,2},夏荣芝²,田明¹

(1. 北京化工大学北京市新型高分子材料制备与加工重点实验室, 北京 100029; 2. 赛轮股份有限公司, 山东 青岛 266500)

摘要:研究国产稀土异戊橡胶(IR)与天然橡胶(NR)并用对胶料性能的影响。结果表明:随着 IR 用量的增大, NR/IR 胶料的门尼焦烧时间和 t_{90} 逐渐延长, M_H-M_L 逐渐减小;炭黑分散性不变, IR 与 NR 的相容性良好;硫化胶的邵尔 A 型硬度和撕裂强度逐渐减小, 300%定伸应力和回弹值呈下降趋势, 压缩生热降低, 耐屈挠性能提高;当 NR/IR 并用比小于 50/50 时, 胶料的综合性能较好。

关键词:异戊橡胶;天然橡胶;并用胶;硫化特性;物理性能

中图分类号:TQ332;TQ333.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-890X(2013)02-0090-04

异戊橡胶(IR)具有许多与 NR 类似的特性, 如优良的弹性、耐磨性、耐热性和低温屈挠性等, 在制造轮胎及其他橡胶工业制品时可以替代 NR 使用。本工作研究国产稀土 IR 与 NR 并用对胶料性能的影响, 以期为国产稀土 IR 的工业化应用和推广使用提供参考。

1 实验

1.1 主要原材料

NR, 牌号 RSS-3, 昆明云垦橡胶有限公司产品; IR, 牌号 70, 青岛伊科思新材料股份有限公司产品。

1.2 试验配方

试验配方如表 1 所示。

表 1 试验配方						份
生 胶	配方编号					
	1 #	2 #	3 #	4 #	5 #	
NR	100	75	50	25	0	
IR	0	25	50	75	100	

注:配方其余组分及用量为 7# 工业参比炭黑 35, 氧化锌 5, 硬脂酸 2, 硫黄 2.25, 促进剂 NS 0.7。

1.3 主要设备和仪器

XK-100型两辊开炼机, 广东湛江橡塑机械

作者简介:杨青(1983—), 男, 山东青岛人, 赛轮股份有限公司工程师, 北京化工大学在职硕士研究生, 主要从事轮胎配方设计及工艺管理工作。

制造厂产品; GT-M2000A 型门尼焦烧、门尼粘度仪, GT-7080-S2 型硫化仪, AI-7000S 型电子拉力机, 中国台湾高铁科技股份有限公司产品; S250-Ⅲ型扫描电子显微镜(SEM), 英国剑桥公司产品。

1.4 试样制备

胶料在开炼机上按 ASTM D 3403—2007《橡胶试验方法——异戊二烯橡胶(IR)的评定》进行混炼。混炼胶在平板硫化机上硫化, 硫化条件为 $135\text{ }^{\circ}\text{C} \times t_{90}$ 。

1.5 测试分析

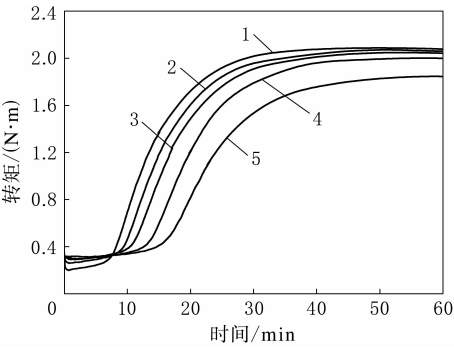
- (1)分散性:试样经过液氮处理后冷冻掰断, 采用 SEM 观察其断面状况。测试条件为:真空度 $133 \times 10^{-5}\text{ Pa}$, 分辨率 5 nm, 加速电压 19 kV。
- (2)其他性能均按相应国家标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 硫化特性

NR/IR 胶料的硫化曲线和硫化特性参数分别如图 1 和表 2 所示。

从图 1 和表 2 可以看出:NR/IR 并用对胶料的门尼粘度影响不大;但当 NR/IR 并用比为 50/50 时, 胶料的门尼粘度稍大, 这可能是由于天然聚异戊二烯和合成聚异戊二烯有差别所致。随着 IR 用量的增大, 胶料的门尼焦烧时间逐渐延长, 表



配方编号: 1—1[#]; 2—2[#]; 3—3[#]; 4—4[#]; 5—5[#]。
图 1 NR/IR 胶料的硫化曲线(135 °C)

表 2 NR/IR 胶料的硫化特性参数

项 目	配方编号				
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]
门尼粘度					
[ML(1+4)100 °C]	62	64	68	64	63
门尼焦烧时间(125 °C)/min					
t_5	25	27	29	32	36
Δt_{30}	4	4	4	5	7
硫化仪数据(135 °C)					
$M_L/(N \cdot m)$	0.20	0.26	0.29	0.29	0.29
$M_H/(N \cdot m)$	2.05	2.04	2.02	1.97	1.82
$M_H - M_L/(N \cdot m)$	1.85	1.78	1.73	1.68	1.53
t_{10}/min	8.1	9.5	11.2	13.5	16.1
t_{50}/min	12.6	14.5	16.4	19.3	22.3
t_{90}/min	25.1	27.2	28.5	31.5	35.5

明 IR 的加工安全性更好,这与 IR 不含非橡胶烃的蛋白质等成分有关;胶料的 $M_H - M_L$ 逐渐减小, t_{90} 逐渐延长,这是由于 NR 中含有硬脂酸等活性成分,能提高硫化速度,而 IR 中并不含有这些成分,因此 t_{90} 延长,这就需要在产品的使用过程中调整硫化时间。要获得与 NR 相同的硫化速度,IR 的促进剂用量需相应地增大 10%~20%。当 IR 用量小于 50 份时,IR 的加入对胶料的硫化速度影响不大;而当 IR 用量超过 50 份时,IR 的加入对胶料的硫化速度影响较大。

2.2 分散性

NR/IR 硫化胶断面的 SEM 照片如图 2 所示。从图 2 可以看出,炭黑在不同胶料中的分散性相当,未出现大的炭黑颗粒,且 IR 与 NR 的相容性也较好,未出现分层现象。炭黑的分散性对硫化胶的物理性能有影响,炭黑分散不良则会导致硫化胶的各项性能下降。图 2 表明,NR/IR 并用比可以任意调整,且对胶料的分散和相容性无不良影响。

根据上述分析,在工业化应用中,不必为改善 IR 的分散性而调整工艺。当 IR 部分替代 NR 时,可不必为保持其分散性而调整混炼过程和混炼工艺。

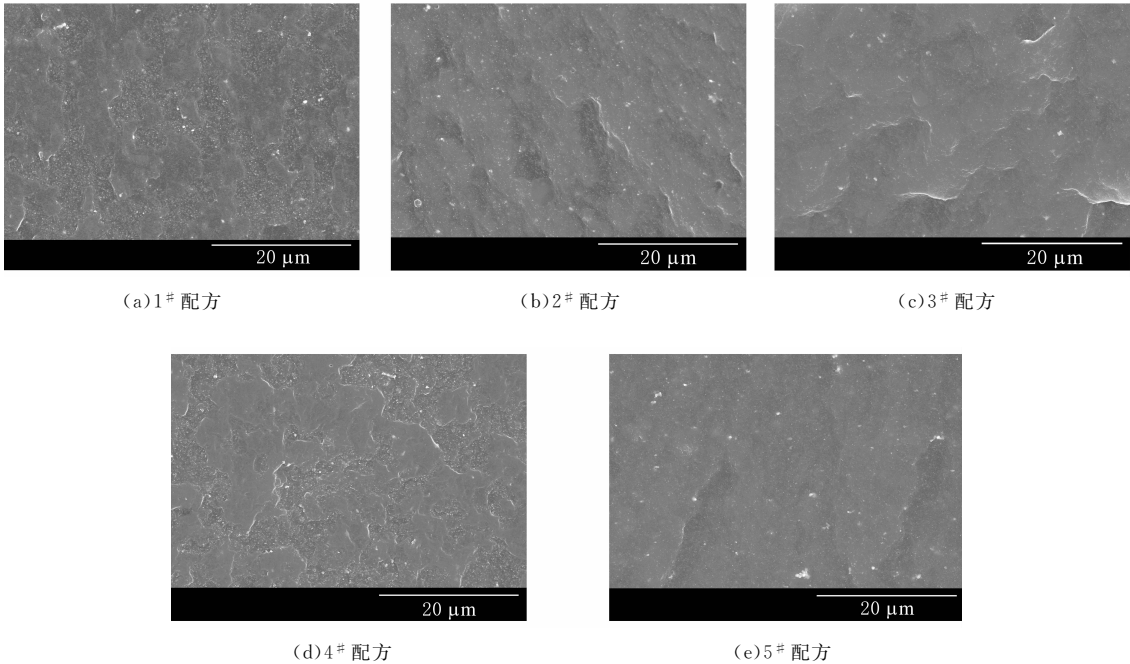


图 2 NR/IR 硫化胶断面的 SEM 照片(放大 2 500 倍)

2.3 物理性能

NR/IR 硫化胶的物理性能主要受 NR 拉伸结晶和顺式 1,4-结构含量的影响。NR 拉伸结晶产生的自补强效应及其高顺式 1,4-结构含量均会提高硫化胶的物理性能。IR 用量对 NR/IR 硫化胶物理性能的影响如图 3~6 所示。

从图 3 可以看出:随着 IR 用量的增大,NR/IR 硫化胶的邵尔 A 型硬度逐渐减小,300%定伸

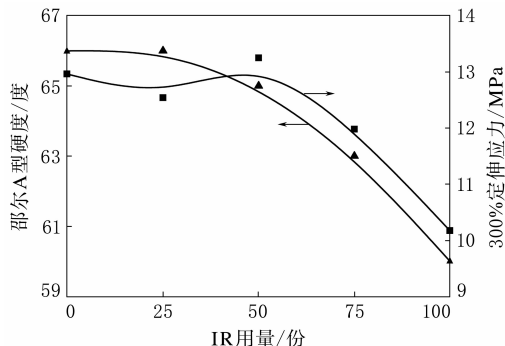


图 3 IR 用量对 NR/IR 硫化胶邵尔 A 型硬度和 300%定伸应力的影响

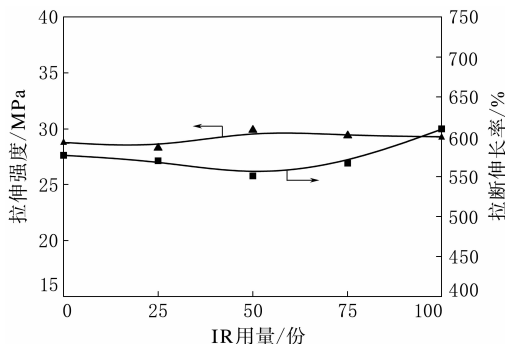


图 4 IR 用量对 NR/IR 硫化胶拉伸强度和拉断伸长率的影响

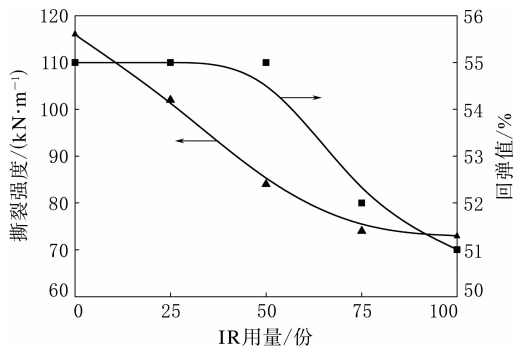
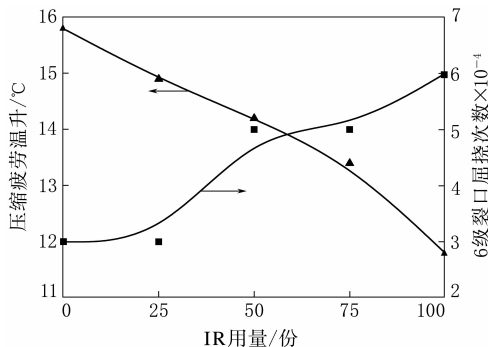


图 5 IR 用量对 NR/IR 硫化胶撕裂强度和回弹值的影响



压缩疲劳试验条件:冲程 4.45 mm;负荷 1.0 MPa;
温度 55 °C。

图 6 IR 用量对 NR/IR 硫化胶压缩生热和耐屈挠性能的影响

应力呈下降趋势;当 IR 用量超过 50 份时,两项性能的下陷速度明显。分析认为,由于 IR 中缺少 NR 所含有的脂肪酸、蛋白质等物质,因此在相同促进剂用量下,随着 IR 用量的增大,在相同硫化时间内形成的交联网络逐渐减少。

从图 4 可以看出,虽然 IR 不是自补强橡胶,纯胶的拉伸强度比 NR 低,但是在添加炭黑补强后,其拉伸强度和拉断伸长率均与 NR 相当。

从图 5 可以看出:随着 IR 用量的增大,NR/IR 硫化胶的回弹值呈下降趋势,撕裂强度逐渐减小;当 IR 用量达到 75 份时,IR 在胶料中占主导地位,硫化胶的撕裂强度较低。

从图 6 可以看出,随着 IR 用量的增大,NR/IR 硫化胶的压缩生热逐渐降低,耐屈挠性能提高,这是由于 NR 分子链高度规整、并且 NR 中含有杂质所致。

3 结论

(1)随着 IR 用量的增大,NR/IR 胶料的门尼焦烧时间和 t_{90} 逐渐延长, $M_H - M_L$ 逐渐减小;炭黑分散性不变,IR 与 NR 的相容性良好。

(2)随着 IR 用量的增大,NR/IR 硫化胶的邵尔 A 型硬度和撕裂强度逐渐减小,300%定伸应力和回弹值呈下降趋势,压缩生热降低,耐屈挠性能提高。

(3)综合考虑各项性能和成本因素,当 NR/IR 并用比小于 50/50 时,胶料的综合性能较好,具有实际的应用前景。

Basic Properties of Domestic IR

YANG Qing^{1,2}, XIA Rong-zhi², TIAN Ming¹

(1. Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China; 2. Sailun Co., Ltd, Qingdao 266500, China)

Abstract: The properties of NR/domestic IR blend were investigated. The results showed that the compatibility between IR and NR was good. As the addition level of IR increased, the Mooney scorch time and t_{90} of NR/IR compound extended gradually, $M_H - M_L$ decreased gradually, and the dispersion of carbon black unchanged. The Shore A hardness and tear strength of vulcanizate decreased gradually, the modulus at 300% elongation and resilience tended to decrease, the compression heat build-up decreased, and the flexing resistance was improved. When the NR/IR blend ratio was less than 50/50, the comprehensive properties were better.

Key words: IR; NR; blend; curing characteristics; physical property

绿色机动化有助于节能减排

中图分类号: F276.7

文献标志码: D

2012年12月19日消息,朗盛公司委托中国汽车技术研究中心(CATARC)实施的调研显示,轻量化材料和绿色轮胎能切实可行地推动汽车行业的可持续发展。

该调研报告分析了绿色轮胎、轻量化材料、空气动力学技术和新能源汽车这4项创新技术及其节能减排效果。研究以上海市为蓝本,对绿色机动化及创新技术的节能效益做出定量化的分析。

上海是中国汽车产业快速发展的缩影。截至2011年,上海市民用汽车保有量195万辆,预计到2020年,保有量将增加60%,达316万辆。同时,对汽车燃油消耗和尾气排放的控制显得日益重要。“十二五”期间,国家制定的上海市节能目标是单位GDP能耗下降18%和单位GDP碳排放下降19%。根据绿色机动化研究统计,实施绿色机动化将使上海市节省燃油38万t,减少二氧化碳排放126万t,相当于每年减少34万辆私家车燃油消耗和二氧化碳排放。

所研究的4项创新技术都能达到良好的节能减排效果,但绿色轮胎和轻量化材料在可操作性方面更具优势。

中国汽车技术研究中心情报所所长王玮楠表示:“绿色轮胎应用范围广、成本优势明显,不仅可应用于新车配套,也可作为替换轮胎。通过政府

的支持,可以有效地推动绿色轮胎的推广。”业内专家介绍,绿色轮胎有较低的滚动阻力,能够在确保安全性的同时节省4%~6%的燃油。这对想要提高燃油效率以及节约成本的消费者而言是一个极具吸引力的选择。绿色轮胎对于出租车和公交系统的运营商也极具吸引力。

绿色机动化研究发现,轻量化材料节能减排效果显著。若上海50%的车辆减重10%,到2020年可节约燃油约15.9万t,减排二氧化碳52.4万t,节省的燃油可供14.3万辆私家车行驶1年。

王玮楠说:“汽车工业正越来越多地采用塑料和塑料-金属混合技术,它们被广泛应用于引擎罩下以及功能性零部件,如扣紧件、导向装置、接触面、发动机轴承、车门结构、车辆前端和座位横梁等。高科技塑料拥有众多优势,包括较低的加工成本以及出色的机械强度与稳定性。同时,它们可以带来全新的结构与设计可能。”

中国汽车技术研究中心是国有资产监督管理委员会下属的一个全国性科研院所,在汽车安全、汽车节能减排和新能源汽车等关键技术领域有很强研究实力,并在政府制定汽车行业政策、标准和法规时提供重要意见。本项研究基于信息收集以及对业界专家、主要汽车公司以及轮胎制造商的访谈。

(本刊编辑部 黄丽萍)