IR 在尼龙斜交轮胎中的应用试验

程 锐

(杭州中策橡胶有限公司 新安江分厂, 浙江 建德 311607)

摘要:介绍了俄罗斯产 IR 的基本性能和在轮胎、垫带等胶料中的应用试验。试验结果表明, IR 具有较好的物理性能和生产工艺性能, 配方经适当调整后, 用 IR 部分替代 NR 对胶料的物理性能没有明显影响。IR 比 NR 价格低, 应用 IR 可为企业获得较好的经济效益。

关键词: IR; NR; 物理性能; 轮胎

中图分类号: TQ336.1; TQ333.3

文献标识码: B

文章编号: 1006-8171(2002)01-0032-04

采用齐格勒型催化剂生产的顺式-1, 4-聚异戊二烯橡胶(IR)具有与 NR 相似的化学组成、立体结构、近似的物理常数, 而且具有质量稳定、纯度高, 生胶毋须塑炼、混炼加工方便等优点。因此它是一种综合性能良好的通用 SR, 也称作合成 NR^[1]。本研究对 IR 在尼龙斜交轮胎中的应用做了一些试验, 现简介如下。

1 实验

1.1 原材料

IR, 牌号为 SKI-3, 俄罗斯产品; NR, 3[#] 烟胶片, 泰国德美行产品; NR, SIR 20[#] 标准胶, 印度尼西亚产品; 其它均为一般工业品。

1.2 基本配方

(1) IR 检验配方: IR 100; 氧化锌 5; 硬脂酸 4; 炭黑 N330 45; 硫黄 2; 促进剂 CZ 0.9。

(2) 胎侧胶料试验配方: NR 19; IR 31; BR 40; SBR 10; 硫黄及促进剂 2.2; 炭黑等填料 62; 软化剂 8; 防老剂 3。

(3) 胎体胶料试验配方: NR 40; IR 40; SBR 10; BR 10; 硫黄及促进剂 3.46; 炭黑等填料 41; 软化剂 7; 防老剂 3。

(4) 垫带胶料试验配方: NR 50; IR

50; 再生胶 100; 硫黄及促进剂 6; 炭黑及无机填料 125; 软化剂 19; 防老剂 3。

1.3 主要设备和测试仪器

X(S)K-160 开炼机; 50 t 液压平板硫化机; WGJ-2500B-II 型微机控制光跟踪拉力试验机; C2000E 无转子橡胶硫化仪; DISPER GRADER 1000 炭黑分散度仪。

1.4 胶料制备

室内小配合试验胶料采用 X(S)K-160 开炼机进行混炼, 加料顺序如下: 生胶→氧化锌、硬脂酸、防老剂→炭黑→软化剂→硫黄、促进剂→薄通 3 次后放宽辊距下片备用。

车间大配合试生产胶料混炼工艺如下:

(1) 胎侧胶料

一段混炼采用 F270 密炼机, 转子转速为 40 r·min⁻¹, 加料顺序为: 生胶、氧化锌、硬脂酸、防老剂 $\xrightarrow{1\text{ min}}$ 炭黑 $\xrightarrow{2\text{ min}}$ 油 $\xrightarrow{3\text{ min}}$ 排胶。

二段混炼采用 M140/20 密炼机, 转子转速为 20 r·min⁻¹, 加料顺序为: 一段混炼胶 $\xrightarrow{5\text{ min}}$ 促进剂 $\xrightarrow{6\text{ min}}$ 排胶。硫黄在开炼机上加入。

(2) 胎体帘布层胶料

混炼采用 M140/20 密炼机, 转子转速为 20 r·min⁻¹, 加料顺序为: 生胶 $\xrightarrow{2\text{ min}}$ 氧化锌、硬脂酸、防老剂、1/2 炭黑 $\xrightarrow{4\text{ min}}$ 1/2 炭黑、油 $\xrightarrow{7\text{ min}}$ 促进剂 $\xrightarrow{8\text{ min}}$ 排胶。硫黄在开炼机上加入。

(3) 垫带胶料

作者简介:程锐(1949-), 男, 浙江建德人, 杭州中策橡胶有限公司新安江分厂高级工程师, 主要从事轮胎配方设计及工艺管理工作。

混炼采用 M140/20 密炼机, 转子转速为 $20 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$, 加料顺序为: 生胶、再生胶 $\xrightarrow{3 \text{ min}}$ 氧化锌、硬脂酸、防老剂、 $1/2$ 炭黑 $\xrightarrow{5 \text{ min}}$ $1/2$ 炭黑、无机填料、油 $\xrightarrow{8 \text{ min}}$ 促进剂 $\xrightarrow{9 \text{ min}}$ 排胶。硫黄在开炼机上加入。

1.5 性能测试

试验胶料硫化温度为 143°C , 胶料物理性能按国家标准测定, 炭黑分散性能按《DISPER GRADER 1000 炭黑分散度仪操作手册》测定。

分散度试验中, X 表示炭黑及填料在混炼胶中的分散度, Y 表示混炼胶中的炭黑及填料超大大颗粒分布指数(大颗粒分布指测量面积内不同粒径颗粒的个数)。 X 和 Y 值愈大, 分散程度愈好。

2 结果与讨论

2.1 IR 性能测试

IR 性能测试结果见表 1。

表 1 IR 性能测试结果

项 目	实测结果			指标
挥发分质量分数	0.001			0.006
灰分质量分数	0.003			0.005
门尼粘度[ML(1+4) 100]	70			70 ±5
硫化时间(143)/min	20	30	40	20,30,40
300%定伸应力/MPa	12.5	12.6	12.4	12.0
拉伸强度/MPa	27.0	26.9	26.0	25.0
扯断伸长率/%	551	536	518	450

2.2 小配合试验

众所周知, 两种高聚物相混主要取决于混合热 H 的变化。

$$H = V(\nu_1 - \nu_2)^2 \nu_1 \nu_2 \quad (1)$$

式中 H ——混合热;

V ——混合物总体积;

ν_1, ν_2 ——相容各组分的溶解度参数;

ν_1, ν_2 ——相容各组分的体积分数。

由公式(1)可知, 2 种物质的混合热与 $(\nu_1 - \nu_2)^2$ 成正比, 为了满足 H 尽可能小的要求, $(\nu_1 - \nu_2)^2$ 应尽可能小, 两组分的 ν 值愈接近, H 愈小, 混容愈容易。当 $\nu_1 = \nu_2$ 时, $H = 0$, 对混容最有利。

几种高分子的溶解度参数 ν 为: IR 8.1;

NR 7.8 ~ 8.3; SBR 8.1 ~ 8.5; BR 8.6。由此可见, IR 的溶解度参数与 NR, BR 和 SBR 相近, 因此它们有很好的相容性。

由于 IR 中顺式-1,4-结构质量分数达 0.97, 结构规整, 相对分子质量分布较宽, 因此比其它通用型 SR 具有更好的物理性能, 但 NR 的微观结构与 IR 还是有所差别的。NR 的顺式-1,4-结构质量分数最大达 0.98 以上, 而且主体规整度高、结晶性好。NR 的数均相对分子质量高达 100 万 ~ 300 万, 并在相对分子质量分布图中的高相对分子质量区域内具有特有的第二峰, 即存在所谓的超高相对分子质量部分, 而由齐格勒型催化剂生产的 IR 的数均相对分子质量仅为 40 万 ~ 70 万。

NR 与 IR 在结构上的差异导致两者的物理和化学性能差别明显, 特别是 IR 的生胶强度明显低于 NR, 此外 IR 的粘合性能、硫化胶的定伸应力、撕裂强度、耐裂口增长性能、高温性能、耐磨性及疲劳寿命等都不如 NR。NR 及 NR 与 IR 并用胶的物理性能见表 2。

由表 2 可见, 并用部分 IR 胶料的拉伸强度等

表 2 NR 及其与 IR 并用胶的性能对比

项 目	1#	2#	3#	4#
门尼焦烧时间 (120)/min	5.07	5.88	6.25	6.78
门尼粘度[ML(1+4)100]				
生胶	66	58	—	—
混炼胶	56	45	—	—
硫化仪数据(143)				
M_L /(N·m)	0.47	0.44	0.40	0.26
M_H /(N·m)	1.62	1.70	1.58	1.47
t_{90} /min	11.25	11.33	11.72	11.85
143 ×30 min 硫化胶物理性能				
邵尔 A 型硬度/度	63	62	61	61
300%定伸应力/MPa	13.7	12.3	10.3	11.3
拉伸强度/MPa	28.6	28.9	27.1	25.1
扯断伸长率/%	496	500	499	480
扯断永久变形/%	20	25	22	22
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	69	61	62	60
密度/(Mg·m ⁻³)	1.09	1.09	1.09	1.08
阿克隆磨耗量/cm ³	0.54	0.53	0.59	0.60

注: 1# 为 100 份 SIR20# 标准胶; 2# 为 100 份 3# 烟胶片; 3# 为 70 份 3# 烟胶片, 30 份 IR; 4# 为 50 份 3# 烟胶片, 50 份 IR。基本配方: 生胶 100; 硫黄 2.25; 促进剂 NS 0.7; 氧化锌 5; 硬脂酸 2; 炭黑 35。

性能低于全 NR 胶料,而且耐磨耗性能也下降,因此胎面胶、缓冲层胶等不适于并用 IR。但并用部分 IR 可以延长胶料的焦烧时间,提高胶料的操作安全性。

2.3 车间大配合试验

IR 生胶及混炼胶的内聚强度低,粘附性和自粘性较差,当 IR 用量较大时,胶料热炼和混炼时易呈破碎状,因此配方中的 IR 用量应视产品质量要求和实际情况酌情增减。

NR 所含有的脂肪酸和蛋白质等物质在硫化中起活化作用,而 IR 缺少这些物质,因此 IR 的硫化速度比 NR 慢。另外 IR 的 300%定伸应力也稍低,要获得与 NR 相同的硫化速度和定伸应力,应适当增大促进剂用量。

车间大配合胶料快检结果见表 3,混炼分散性能见表 4,胶料抽试物理性能见表 5。

由表 3~5 可见,并用部分 IR、同时配方稍作调整后的胶料各项物理性能均与现行生产配方相似,达到设计要求。胶料的互容性和粉料的分散性均较好,虽然垫带胶料的分散度值较低,但主要是配方含胶率较低及无机填料用量较大之故。

试生产的胎侧胶料、胎体帘布层胶料和垫带胶料挤出、压延及成型、硫化工艺与正常生产胶料无明显差异。

2.4 成品试验

以上述试生产配方试生产了一批 10.00 - 20 16PR 轮胎,发给运输单位使用,至今尚未发现质量问题。机床试验达到国家标准要求,成品解剖物理性能见表 6 和 7。

表 3 混炼胶快检结果

项 目	胎侧胶料	胎体帘布层胶料	垫带胶料
塑性值	0.39 ±0.03	0.51 ±0.03	0.19 ±0.05
邵尔 A 型硬度/度	62 ±2	55 ±2	67 ±3
密度/(Mg·m ⁻³)	1.14 ±0.01	1.09 ±0.01	1.15 ~ 1.18

表 4 混炼胶分散性能测试结果

项 目	胎侧胶料	胎体帘布层胶料	垫带胶料
X	4.84	4.12	0.29
Y	7.39	6.50	3.92

表 5 混炼胶抽试物理性能

项 目	胎侧胶料		胎体帘布层胶料		垫带胶料	
门尼焦烧时间 (120)/min	12.88		6.02		5.43	
硫化仪数据(143)						
M _L /(N·m)	0.50		0.40		0.46	
M _H /(N·m)	1.59		1.49		1.11	
t ₉₀ /min	22.12		13.35		15.48	
硫化时间 (143)/min	30	45	20	30	30	45
邵尔 A 型硬度/度	61	62	58	58	68	69
300%定伸应 力/MPa	9.2	9.0	7.7	7.8	6.5	6.5
拉伸强度/MPa	20.6	19.4	21.0	20.9	10.8	10.6
扯断伸长率/%	521	545	571	557	464	456
扯断永久变形/%	14	12	20	18	32	30
撕裂强度/ (kN·m ⁻¹)	67	62	37	40	32	30
100 ×24 h 老化后						
邵尔 A 型硬 度/度	65	67	63	63	75	75
300%定伸应 力/MPa	11.7	12.2	10.1	9.0	8.5	7.9
拉伸强度/MPa	18.8	18.5	17.9	18.8	9.4	8.9
扯断伸长率/%	418	432	457	442	399	375
扯断永久变 形/%	8	10	14	16	17	15

表 6 成品轮胎解剖物理性能测试结果

项 目	老化前	100 ×24 h 老化后
邵尔 A 型硬度/度	61	61
300%定伸应力/MPa	10.8	10.9
拉伸强度/MPa	19.3	18.6
扯断伸长率/%	489	455
扯断永久变形/%	12	10
粘合强度/(kN·m ⁻¹)		
2-3 层	9.0	—
3-4 层	11.2	—
4-5 层	8.4	—
5-6 层	8.8	—
6-7 层	8.6	—

表 7 垫带胶料解剖物理性能测试结果

项 目	实测结果		GB/T 1192—1999
	老化前	老化后	
邵尔 A 型硬度/度	65	68	—
300%定伸应力/MPa	6.2	7.2	—
拉伸强度/MPa	9.1	9.3	6.5
扯断伸长率/%	418	383	350
扯断永久变形/%	24	20	—

注:老化条件为 100 ×24 h。

3 结论

IR 具有较好的物理性能和生产工艺性能,配方经适当调整后,用 IR 部分替代 NR 对胶料的物理性能没有明显影响。IR 比进口 3[#] 烟胶片和 SIR 20[#] 标准胶价格低,因此 IR 的使用可为企业

取得较好的经济效益。

参考文献:

- [1] 杨宗芳. 橡胶配合加工技术讲座 第 4 讲 聚异戊二烯橡胶 (IR) [J]. 橡胶工业, 1998, 45(1): 55-58.