

# 钕系 BR 在载重斜交轮胎胎面胶中的应用

马洪海,陈祖权,张福良

(桦林佳通轮胎有限公司,黑龙江 牡丹江 157032)

**摘要:**研究钕系 BR(NdBR)在载重斜交轮胎胎面胶中的应用,并比较 NdBR 与镍系 BR(NiBR)的性能差异。结果表明,与 NiBR 相比,NdBR 胶料工艺性能稍差,硫化胶拉伸强度和撕裂强度稍大,耐热老化性能较好,其它性能相差不大;胎面胶采用 NdBR 的轮胎累计行驶里程和累计平均磨损里程均较高。

**关键词:**钕系 BR;镍系 BR;载重斜交轮胎;胎面胶

**中图分类号:**TQ333.2;TQ336.1      **文献标识码:**B      **文章编号:**1006-8171(2005)08-0475-03

BR 由于结构规整、分子链柔顺性好而具有优异的耐磨性、弹性,良好的耐低温性,广泛用于轮胎、输送带、胶管等,在橡胶工业中占有重要地位。

目前,聚丁二烯橡胶大部分采用镍系、钴系、钛系或锂系催化体系合成,而钕系 BR(NdBR)是采用环烷酸稀土[钕(Nd)的富矿物]-三异丁基铝-氯化二异丁基铝催化体系合成,采用该催化体系得到的 NdBR 顺式 1,4-结构质量分数在 0.98 以上,与镍系 BR(NiBR)相比,其结构更加规整,分子链线性好,平均相对分子质量较大,分布较宽,硫化胶的耐磨性、耐疲劳性和耐老化性更好,生热低。本工作研究 NdBR 在载重斜交轮胎胎面胶中的应用,并与 NiBR 进行对比。

## 1 实验

### 1.1 原材料

NiBR,牌号 9000;NdBR,牌号 9100,中国石油锦州石油化工公司产品。NR,3<sup>#</sup>烟胶片,泰国产品。其它原材料均为橡胶工业常用材料。

### 1.2 主要设备和试验仪器

XK-160 型开炼机和 900 mm×900 mm 三层平板硫化机,上海橡胶机械一厂产品;XM-140/20 型密炼机,大连冰山橡塑股份有限公司产品;R-100 型硫化仪和 T-10 型电子拉力机,美国孟山都

公司产品;AM-1 型门尼粘度计,日本岛津公司产品。

### 1.3 试样制备

小配合试验胶料在开炼机上制备;大配合试验胶料在密炼机中制备;硫化胶在平板硫化机上制备。

### 1.4 性能测试

胶料各项性能均按相应国家标准进行测定。

## 2 结果与讨论

### 2.1 理化分析

NdBR 和 NiBR 理化性质分析结果如表 1 所示。

表 1 NdBR 和 NiBR 理化性质分析

| 项 目                     | NdBR  | NiBR  | 国家标准 <sup>1)</sup> |
|-------------------------|-------|-------|--------------------|
| 挥发分质量分数×10 <sup>2</sup> | 0.52  | 0.79  | ≤1.10              |
| 灰分质量分数×10 <sup>2</sup>  | 0.069 | 0.048 | ≤0.200             |
| 凝胶质量分数×10 <sup>2</sup>  | 1.46  | 1.51  |                    |
| 门尼粘度[ML(1+4)100 ℃]      | 35.0  | 44.5  | 45±7               |

注:1)GB/T 8659—2001。

从表 1 可以看出,与 NiBR 相比,NdBR 的门尼粘度较低;NiBR 和 NdBR 的理化性质基本符合国家标准要求。

### 2.2 基本配合试验

NdBR 和 NiBR 基本配合试验结果如表 2 所示。

从表 2 可以看出,NdBR 和 NiBR 的硫化特性和物理性能相差不大,NdBR 硫化胶的耐热老

**作者简介:**马洪海(1954-),男,辽宁宽甸人,桦林佳通轮胎有限公司高级工程师,主要从事橡胶配方设计和工艺管理工作。

表 2 NdBR 和 NiBR 基本配合试验结果

| 项 目                        | NdBR  | NiBR  |
|----------------------------|-------|-------|
| 硫化仪数据(145 ℃)               |       |       |
| $t_{10}/\text{min}$        | 4.7   | 4.5   |
| $t_{90}/\text{min}$        | 11.0  | 10.6  |
| $t_{90}-t_{10}/\text{min}$ | 6.3   | 6.1   |
| 硫化胶性能(145 ℃×30 min)        |       |       |
| 邵尔 A 型硬度/度                 | 61    | 62    |
| 300%定伸应力/MPa               | 9.6   | 10.0  |
| 拉伸强度/MPa                   | 18.5  | 18.0  |
| 拉断伸长率/%                    | 472   | 477   |
| 拉断永久变形/%                   | 6.1   | 6.0   |
| 回弹值/%                      | 44    | 46    |
| 撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> ) | 49    | 49    |
| 100 ℃×48 h 老化后             |       |       |
| 邵尔 A 型硬度/度                 | 63    | 64    |
| 拉伸强度/MPa                   | 13.5  | 11.6  |
| 拉断伸长率/%                    | 247   | 233   |
| 阿克隆磨耗量/cm <sup>3</sup>     | 0.019 | 0.022 |

注:试验配方为 BR 100,炭黑 N330 50,硫黄 1.5,促进剂 CZ 0.7,氧化锌 4,硬脂酸 2。

化性能略优于 NiBR。

2.3 小配合试验

小配合试验结果如表 3 所示。

表 3 小配合试验结果

| 项 目                                   | NdBR  | NiBR  |
|---------------------------------------|-------|-------|
| 门尼粘度[ML(1+4)100 ℃]                    |       |       |
| 44.5                                  | 48.6  |       |
| 硫化仪数据(150 ℃)                          |       |       |
| $t_{10}/\text{min}$                   | 13.7  | 14.5  |
| $t_{90}/\text{min}$                   | 24.5  | 25.8  |
| $t_{90}-t_{10}/\text{min}$            | 10.8  | 11.3  |
| 硫化胶性能(137 ℃×40 min)                   |       |       |
| 邵尔 A 型硬度/度                            | 61    | 62    |
| 300%定伸应力/MPa                          | 7.6   | 7.7   |
| 拉伸强度/MPa                              | 23.8  | 23.0  |
| 拉断伸长率/%                               | 633   | 633   |
| 拉断永久变形/%                              | 18.4  | 17.7  |
| 回弹值/%                                 | 37    | 37    |
| 撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> )            | 119   | 115   |
| 屈挠龟裂等级(30 万次)/级                       | 0     | 0     |
| 100 ℃×48 h 老化后                        |       |       |
| 邵尔 A 型硬度/度                            | 64    | 65    |
| 拉伸强度/MPa                              | 17.8  | 15.5  |
| 拉断伸长率/%                               | 443   | 417   |
| 屈挠龟裂等级(30 万次)/级                       | 0     | 0     |
| 阿克隆磨耗量 <sup>1)</sup> /cm <sup>3</sup> | 0.300 | 0.309 |

注:1)硫化条件为 137 ℃×60 min。试验配方为 NR 50, BR 50,炭黑 N220 53,硫黄 1.2,促进剂 CZ 0.65,氧化锌 5,硬脂酸 3,石蜡 1,防老剂 2.5,芳烃油 6。

从表 3 可以看出,与 NiBR 相比,NdBR 胶料的门尼粘度较低,硫化特性相差不大;NdBR 硫化胶的拉伸强度和撕裂强度稍大,耐热老化性能较好,其余各项性能与 NiBR 硫化胶基本相同。

2.4 大配合试验

大配合试验结果如表 4 所示。

从表 4 可以看出,大配合试验结果与小配合试验基本一致。

表 4 大配合试验结果

| 项 目                                   | NdBR  | NiBR  |
|---------------------------------------|-------|-------|
| 门尼粘度[ML(1+4)100 ℃]                    |       |       |
| 57.9                                  | 58.1  |       |
| 硫化仪数据(150 ℃)                          |       |       |
| $t_{10}/\text{min}$                   | 13.2  | 15.2  |
| $t_{90}/\text{min}$                   | 24.0  | 26.8  |
| $t_{90}-t_{10}/\text{min}$            | 10.8  | 11.6  |
| 硫化胶性能(137 ℃×40 min)                   |       |       |
| 邵尔 A 型硬度/度                            | 60    | 60    |
| 300%定伸应力/MPa                          | 7.0   | 7.1   |
| 拉伸强度/MPa                              | 24.9  | 24.0  |
| 拉断伸长率/%                               | 645   | 678   |
| 拉断永久变形/%                              | 19.5  | 15.9  |
| 回弹值/%                                 | 38    | 37    |
| 撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> )            | 128   | 125   |
| 屈挠龟裂等级(30 万次)/级                       | 0     | 0     |
| 100 ℃×48 h 老化后                        |       |       |
| 邵尔 A 型硬度/度                            | 63    | 64    |
| 拉伸强度/MPa                              | 18.3  | 16.9  |
| 拉断伸长率/%                               | 445   | 478   |
| 屈挠龟裂等级(30 万次)/级                       | 0     | 0     |
| 阿克隆磨耗量 <sup>1)</sup> /cm <sup>3</sup> | 0.253 | 0.260 |

注:同表 3。

2.5 工艺性能

(1)混炼

大配合试验胶料采用密炼机分两段混炼, NiBR 与 NdBR 混炼程序相同。

一段混炼程序为:生胶 $\xrightarrow{2\text{ min}}$ 小料 $\xrightarrow{2\text{ min}}$ 炭黑 $\xrightarrow{3\text{ min}}$ 操作油 $\xrightarrow{2\text{ min}}$ 排胶。

二段混炼程序为:一段母炼胶 $\xrightarrow[\text{浮砗 1 min}]{3\text{ min}}$ 促进剂 $\xrightarrow{1\text{ min}}$ 硫黄 $\xrightarrow{1\text{ min}}$ 排胶。

在相同的混炼程序下,NdBR 胶料混炼性能和能量消耗等与 NiBR 胶料基本相同,NdBR 胶料的排胶温度(125~137 ℃)比 NiBR 低(133~141 ℃)。在压片机上,NdBR胶料在开始时有轻

微脱辊现象,压合后越压越粘,且胶片表面不太光滑。

(2)挤出

胎面挤出在  $\Phi 250$  型挤出机上进行,挤出机各项参数如表 5 所示。

表 5 挤出机参数

| 项 目                         | NdBR    | NiBR    |
|-----------------------------|---------|---------|
| 电 流/A                       | 110     | 115     |
| 电 压/V                       | 78      | 90      |
| 螺杆转速/(r·min <sup>-1</sup> ) | 59      | 60      |
| 挤出速度/(m·min <sup>-1</sup> ) | 4.5     | 4.5     |
| 挤出温度/℃                      | 117~120 | 118~124 |

从表 5 可以看出,与 NiBR 胶料相比,NdBR 胶料挤出时挤出机电流小,排胶温度低。NdBR 胶料挤出较顺畅,但有轻微的小断边现象,半成品表面发乌。

(3)成型和硫化

NdBR 胶料的成型和硫化工艺未发现异常现象。

总体来说,与 NiBR 胶料相比,NdBR 胶料的工艺性能稍差,混炼时必须对工艺进行相应调整。

2.6 成品试验

9.00—20 14PR 成品轮胎胎面胶物理性能如表 6 所示。

从表 6 可以看出,与采用 NiBR 制成的成品轮胎胎面胶相比,采用 NdBR 的胎面胶拉伸强度和拉断伸长率有所提高,阿克隆磨耗量减小,300%定伸应力和回弹值稍小。

2.7 实际里程试验

胎面胶分别采用NdBR和NiBR配方试制了

表 6 9.00—20 14PR 轮胎胎面胶物理性能

| 项 目                                   | NdBR  | NiBR  |
|---------------------------------------|-------|-------|
| 邵尔 A 型硬度/度                            | 60    | 61    |
| 300%定伸应力/MPa                          | 8.4   | 9.4   |
| 拉伸强度/MPa                              | 24.8  | 23.4  |
| 拉断伸长率/%                               | 594   | 543   |
| 拉断永久变形/%                              | 12.9  | 12.9  |
| 回弹值/%                                 | 38    | 40    |
| 阿克隆磨耗量 <sup>1)</sup> /cm <sup>3</sup> | 0.200 | 0.225 |

注:1)100℃×48 h 老化后。

一批 9.00—20 14PR 轮胎,在江西省赣州市进行了实际里程试验,结果如表 7 所示。

表 7 9.00—20 14PR 轮胎实际里程试验结果

| 项 目                             | NdBR 胎面 | NiBR 胎面 |
|---------------------------------|---------|---------|
| 累计行驶里程/km                       | 73 531  | 66 719  |
| 累计平均磨耗里程/(km·mm <sup>-1</sup> ) | 5 141   | 4 653   |

从表 7 可以看出,与胎面胶采用 NiBR 的轮胎相比,胎面胶采用 NdBR 的轮胎累计行驶里程和累计平均磨耗里程均较高。

3 结 论

(1)与 NiBR 硫化胶相比,NdBR 硫化胶拉伸强度和撕裂强度较大,耐热老化性能较好,其它物理性能与 NiBR 硫化胶基本一致。

(2)与 NiBR 胶料相比,NdBR 胶料的工艺性能稍差,混炼时必须对工艺进行调整。

(3)与胎面胶采用 NiBR 的轮胎相比,胎面胶采用 NdBR 的试验轮胎累计行驶里程和累计平均磨耗里程均较高。

第 13 届全国轮胎技术研讨会论文

Application of NdBR in tread of bias truck tire

MA Hong-hai, CHEN Zu-quan, ZHANG Fu-liang

(Hualin Grand Tour Tire Co., Ltd, Mudanjiang 157032, China)

**Abstract:** The application of NdBR in the tread compound of bias truck tire was investigated and a comparison was made between the properties of NdBR and NiBR. The results showed that compared to NiBR, NdBR gave the rubber compound somewhat poorer processibility, and the vulcanizate higher tensile strength and tear strength, better thermal aging property, and similar other properties; and the tire with NdBR tread had longer tread life.

**Keywords:** NdBR; NiBR; bias truck tire; tread