

# 钕系 BR 的基本特性与应用性能试验(续 1)

傅彦杰<sup>1</sup>, 乔三阳<sup>2</sup>, 刘燕生<sup>3</sup>, 庄建东<sup>3</sup>, 赵冬梅<sup>3</sup>

(1. 北京橡胶工业研究设计院, 北京 100039; 2. 中国石油锦州石油化工公司, 辽宁 锦州 121001; 3. 北京首创轮胎有限公司, 北京 100085)

中图分类号: TQ330.34; TQ333.2 文献标识码: A 文章编号: 1006-8171(2001)03-0146-07

(接上期)

## 2.2.2 混炼行为

胶料的密炼操作性能如表 4 所示。由表 4 可见, 就密炼过程的功耗而言, 无论是单独使用 BR 还是在 BR/NR 并用胶中, 密炼初期, 尤其在生胶的捏炼过程中, NdBR 的转矩明显高于 NiBR, 表明它们之间内聚力有差别。在密炼后期, 尤其在排胶时的转矩, NdBR 基本与 NiBR 相近或稍高。一般认为, 密炼排胶时功耗的高

低可以表征炭黑在胶料中分散程度的大小, 从而说明 NdBR 胶样密炼后的炭黑分散程度与 NiBR 相近或稍好。从总功耗来看, NdBR 稍高于 NiBR。

在 BR 单独使用配合中, NdBR 的密炼温升明显高于 NiBR, 而在 NdBR 胶样之间差异不明显, 在并用胶中差异也不大。3 个锦州 NdBR 的排胶结团性和胶片外观, 随胶样门尼粘度的降低而有所改善, 其中 NdBR-47, NdBR-T 和

表 4 全 BR 和 BR/NR 并用胶的操作性

| 项 目                 | NiBR | NdBR-41 | NdBR-47 | NdBR-53 | NdBR-T |
|---------------------|------|---------|---------|---------|--------|
| 全 BR                |      |         |         |         |        |
| 密炼机负荷电流/A           |      |         |         |         |        |
| 生胶捏炼                | 8    | 15      | 15      | 16      | 13     |
| 小料炼完                | 13   | 13      | 14      | 14      | 12     |
| 加炭黑                 | 20   | 21      | 21      | 25      | 25     |
| 炭黑炼完                | 16   | 20      | 18      | 16      | 18     |
| 排料                  | 20   | 21      | 21      | 20      | 21     |
| 排胶温度/               | 75   | 92      | 94      | 90      | 84     |
| 密炼室温度/              | 75   | 92      | 90      | 89      | 91     |
| 排胶结团性 <sup>1)</sup> | 良    | 优       | 良       | 良-中     | 良      |
| 胶片外观 <sup>2)</sup>  | 优    | 优       | 优-良     | 良       | 优      |
| BR/NR 并用胶           |      |         |         |         |        |
| 密炼机负荷电流/A           |      |         |         |         |        |
| 两胶并炼                | 6    | 12      | 13      | 14      | 13     |
| 小料炼完                | 12   | 12      | 12      | 13      | 12     |
| 加炭黑                 | 21   | 21      | 21      | 20      | 22     |
| 炭黑炼完                | 21   | 22      | 22      | 23      | 22     |
| 排料                  | 21   | 20      | 21      | 22      | 21     |
| 排胶温度/               | 110  | 115     | 117     | 117     | 117    |
| 密炼室温度/              | 110  | 112     | 114     | 113     | 116    |
| 排胶结团性 <sup>1)</sup> | 中    | 优       | 良       | 良       | 良      |
| 胶片外观 <sup>2)</sup>  | 优    | 优       | 优       | 优-良     | 优      |

注: 1) 按优、良、中、差、劣五等级区分; 2) 经开炼机压片后的外观。

NiBR 相近。

以上结果表明,在单独使用NdBR或BR/NR 并用胶中有与 NiBR 大致相同的密炼行为。

在实验室 XK-160 型开炼机上,NdBR 由于有较高的生胶强度,因而包辊性比 NiBR 好,这有利于各种配合剂在胶料中的良好分散。

2.2.3 挤出试验

全 BR 和 BR/NR 的挤出性能如表 5 所示。由表 5 可以看出,在单独使用 BR 中,3 个锦州 NdBR 挤出速度比 NiBR 慢,收缩性与口型膨胀性较 NiBR 大。挤出物外观(见图 5)随门尼

粘度的下降而有改善。NdBR-T 的挤出速度、收缩性、口型膨胀性与 NiBR 相近或稍好,但其挤出物外观却最差。

在 BR/NR 并用胶中,基本保持了单独使用 BR 时的差别,只是差别的程度明显减小,即锦州 NdBR 的挤出速度、收缩率和膨胀率较接近于 NiBR。

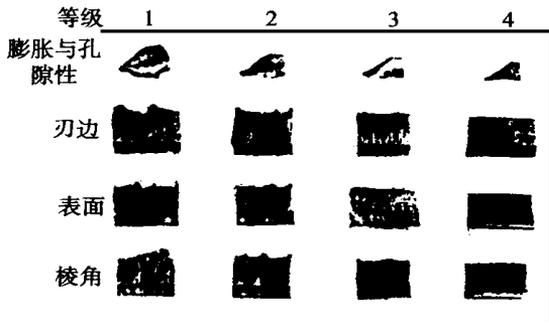
2.2.4 混炼胶强度

全 BR 的混炼胶应力-应变曲线如图 6 所示,性能见表 6。由表 6 和图 6(a)可见,3 个锦州 NdBR 在单独使用中,混炼胶的应力-应变曲

表 5 全 BR 和 BR/NR 并用胶的挤出性能

| 项 目                        | NiBR        | NdBR-41     | NdBR-47     | NdBR-53     | NdBR-T      |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 全 BR                       |             |             |             |             |             |
| 挤出速度                       |             |             |             |             |             |
| 长度/(cm·min <sup>-1</sup> ) | 425         | 306         | 345         | 363         | 435         |
| 质量/(g·min <sup>-1</sup> )  | 422         | 404         | 383         | 372         | 420         |
| 胶条收缩率/%                    | 7.2         | 12.5        | 11.6        | 8.7         | 5.5         |
| 口型膨胀率/%                    | 192         | 271         | 225         | 201         | 183         |
| 挤出物外观                      |             |             |             |             |             |
| A 评价方法 <sup>1)</sup>       | (3,3,3,4)13 | (3,4,4,4)15 | (3,4,4,4)15 | (3,4,4,4)15 | (3,2,2,2)9  |
| B 评价方法 <sup>2)</sup>       | B-7         | A-10        | A-9         | A-8         | C-5         |
| BR/NR 并用胶                  |             |             |             |             |             |
| 挤出速度                       |             |             |             |             |             |
| 长度/(cm·min <sup>-1</sup> ) | 325         | 271         | 270         | 278         | 294         |
| 质量/(g·min <sup>-1</sup> )  | 408         | 368         | 351         | 353         | 368         |
| 胶条收缩率/%                    | 6.1         | 4.4         | 7.6         | 6.7         | 8.7         |
| 口型膨胀率/%                    | 240         | 255         | 252         | 244         | 246         |
| 挤出物外观                      |             |             |             |             |             |
| A 评价方法 <sup>1)</sup>       | (3,4,4,4)15 | (3,4,4,4)15 | (3,4,4,4)15 | (3,3,4,4)14 | (3,4,4,4)15 |
| B 评价方法 <sup>2)</sup>       | B-10        | A-10        | A-10        | A-7         | A-10        |

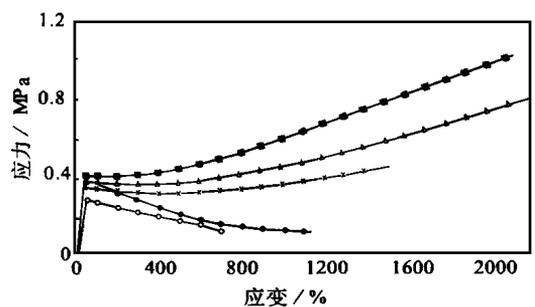
注:1)括号内 4 项数据分别代表胶条膨胀与孔隙性、刃边、表面、棱角的评分,(4,4,4,4)16 最佳;2)分别代表挤出胶条表面(A~E 5 个等级,A 最佳)和刃边(10 个等级,10 最佳)。



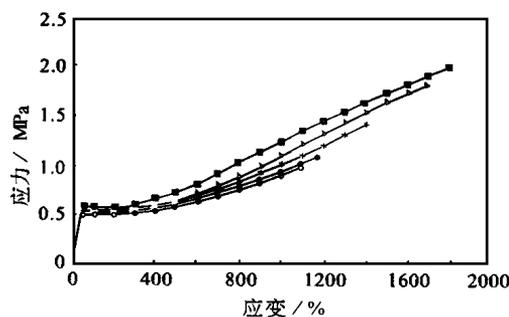
(a) A 评价方法

(b) B 评价方法

图 5 挤出胶条的外观状态等级( ASTM D 2230)



(a)全 BR



(b)BR/NR 并用胶

图6 应力-应变曲线  
注同图1

线与 NiBR 显著不同,显示了 NdBR 在大变形下的应力远高于 NiBR 的特点,它们的屈服强度也高于 NiBR,并随门尼粘度的上升愈加明显。这与生胶强度的测定结果相同。表明锦州 NdBR 分子链缠结能力较强,在拉伸应力作用下的应变诱导取向结晶能力较高,这与其相对分子质量高、宽分布、中超高分子级分多、顺式结构含量与分子链结构规整程度高有关。3个锦州 NdBR 之间,随门尼粘度的上升,净强度 ( $T_b - T_y$ ) 越大,诱导结晶能力也越强。

BR/NR混炼胶的性能如表6所示,应力-应变曲线如图6(b)所示。由表6和图6(b)可以看出,胶样在单独使用BR配合中的差异,在BR/NR并用配合中仍然有所表现,3个锦州NdBR随门尼粘度的升高,则赋予轮胎胶料以更优良的混炼胶强度。

NdBR-T在两种配合中,混炼胶的应力-应变行为与NiBR相近。

混炼胶强度高必然导致半成品的挺性大,这对轮胎成型操作与胎坯的停放贮存极为重

表6 全BR和BR/NR混炼胶的性能

| 项 目                 | NiBR  | NdBR-41 | NdBR-47 | NdBR-53 | NdBR-T |
|---------------------|-------|---------|---------|---------|--------|
| 全 BR                |       |         |         |         |        |
| 门尼粘度 [ML(1+4)100]   |       |         |         |         |        |
| 生胶                  | 43.9  | 39.5    | 46.6    | 52.6    | 38.7   |
| 混炼胶                 | 69.9  | 74.9    | 88.9    | 97.8    | 71.8   |
| 增长差值                | 26.0  | 35.4    | 42.3    | 45.2    | 28.1   |
| 增长指数 / %            | 59.2  | 89.6    | 90.8    | 85.9    | 64.3   |
| 混炼胶强度 / MPa         |       |         |         |         |        |
| 屈服强度 ( $T_y$ )      | 0.31  | 0.36    | 0.39    | 0.42    | 0.38   |
| 拉伸强度 ( $T_b$ )      | 0.13  | 0.44    | 0.77    | 0.99    | 0.12   |
| 净强度 ( $T_b - T_y$ ) | -0.18 | 0.08    | 0.38    | 0.57    | -0.26  |
| 胶片收缩率 * / %         |       |         |         |         |        |
| 长片收缩                | 35    | 50      | 53      | 53      | 38     |
| 圆状收缩                | 51    | 56      | 57      | 60      | 52     |
| BR/NR 混炼胶           |       |         |         |         |        |
| 门尼粘度 [ML(1+4)100]   | 62.3  | 63.9    | 68.2    | 71.5    | 61.8   |
| 混炼胶强度 / MPa         |       |         |         |         |        |
| 屈服强度 ( $T_y$ )      | 0.51  | 0.53    | 0.59    | 0.59    | 0.53   |
| 拉伸强度 ( $T_b$ )      | 1.05  | 1.41    | 1.83    | 1.94    | 1.10   |
| 净强度 ( $T_b - T_y$ ) | 0.54  | 0.88    | 1.24    | 1.35    | 0.57   |
| 胶片收缩率 * / %         |       |         |         |         |        |
| 长片收缩                | 29    | 30      | 32      | 34      | 30     |
| 圆状收缩                | 30    | 35      | 35      | 39      | 35     |

注: \*于 XK-160 型开炼机上,采用停车取样法测定。

要。

### 2.2.5 压延胶片性能

3个锦州NdBR压延胶片收缩性(见表6)较高于NiBR,而NdBR-T与NiBR相近。在BR/NR并用胶中,NdBR-53的收缩性仍然较高于NiBR,NdBR-41则与NdBR-T相当。

结合胶样挤出性能的差异,说明锦州NdBR比NdBR-T和NiBR有较明显的弹性记忆效应,在上述工艺操作中,为取得良好的工艺效果,对较高门尼粘度的胶样适当调整工艺条件尤其必要。

### 2.2.6 硫化特性

全BR和BR/NR并用胶的硫化特性如表7所示。由表7可见,单独使用BR时,3个锦州NdBR的硫化速度相同,且比NdBR-T和NiBR稍慢些。在BR/NR并用胶中,胶样之间的硫化速度基本趋向一致。

单独使用BR时,3个锦州NdBR之间的焦烧速度无明显差别,比NiBR和NdBR-T慢。在BR/NR并用胶中,3个锦州NdBR之间仍无显著差别,较慢于NiBR和NdBR-T。

锦州NdBR在与NiBR硫化速度相当的前提下,焦烧速度较慢,加工安全性更好。

## 2.3 硫化胶性能

### 2.3.1 拉伸性能

全BR和BR/NR硫化胶物理性能如表8所示。由表8可见,在BR单独使用配合中,NdBR的拉伸强度与扯断伸长率明显高于NiBR,基本重复了以往NdBR与NiBR的对比试验结果。拉伸强度一般比NiBR高出3~4MPa,4个NdBR之间差异不明显。3个锦州NdBR随门尼粘度的上升,拉伸强度无太大变化,但扯断伸长率却有降低趋势。5个胶样的撕裂强度相当。

按GB 6859—88中规定的技术条件,5个胶样的物理性能水平,尤其是各NdBR胶样,已满足优级品的技术要求。

在BR/NR并用胶中,掺用NdBR的胎面胶的拉伸强度仍比NiBR高。另外,3个锦州NdBR随门尼粘度的上升,拉伸强度与抗撕裂性能有相应提高,而NdBR-T则显示了与NdBR-53相近的水平。

表7 全BR和BR/NR并用胶的硫化特性

| 项 目                   | NiBR | NdBR-41 | NdBR-47 | NdBR-53 | NdBR-T |
|-----------------------|------|---------|---------|---------|--------|
| 全BR                   |      |         |         |         |        |
| 硫化仪数据(145 )           |      |         |         |         |        |
| $M_H / (N \cdot m)$   | 3.42 | 3.13    | 3.21    | 3.29    | 3.61   |
| $M_L / (N \cdot m)$   | 1.23 | 1.16    | 1.25    | 1.34    | 1.22   |
| $t_{10} / \text{min}$ | 12.0 | 12.6    | 12.4    | 12.3    | 10.2   |
| $t_{90} / \text{min}$ | 21.8 | 23.5    | 23.6    | 23.6    | 20.5   |
| 硫化指数                  | 8.3  | 7.6     | 7.1     | 7.2     | 7.4    |
| 门尼焦烧(120 )            |      |         |         |         |        |
| $t_5 / \text{min}$    | 43.4 | 50.2    | 49.3    | 49.6    | 39.8   |
| $t_{35} / \text{min}$ | 50.8 | 57.7    | 56.2    | 56.0    | 48.8   |
| $t_{30} / \text{min}$ | 7.4  | 7.5     | 6.9     | 6.4     | 9.0    |
| BR/NR并用胶              |      |         |         |         |        |
| 硫化仪数据(145 )           |      |         |         |         |        |
| $M_H / (N \cdot m)$   | 3.13 | 3.10    | 3.18    | 3.22    | 3.37   |
| $M_L / (N \cdot m)$   | 1.12 | 1.14    | 1.23    | 1.26    | 1.16   |
| $t_{10} / \text{min}$ | 8.8  | 9.2     | 9.5     | 9.7     | 9.1    |
| $t_{90} / \text{min}$ | 17.2 | 17.9    | 18.7    | 18.8    | 17.5   |
| 硫化指数                  | 10.5 | 10.2    | 9.8     | 9.8     | 10.2   |
| 门尼焦烧(120 )            |      |         |         |         |        |
| $t_5 / \text{min}$    | 36.1 | 38.6    | 38.4    | 38.3    | 36.0   |
| $t_{35} / \text{min}$ | 41.6 | 44.1    | 44.4    | 44.1    | 42.5   |
| $t_{30} / \text{min}$ | 5.5  | 5.5     | 6.0     | 5.8     | 6.5    |

### 2.3.2 耐磨耗性

由表8可见,NdBR胶样均显示了BR的高耐磨性。3个锦州NdBR随门尼粘度的上升,耐磨性有改善趋势,而NdBR-41与NdBR-T和NiBR的耐磨性基本相同。

在BR/NR并用胶中,各胶样之间的差别基本与单独使用BR相似。

### 2.3.3 抗疲劳性

由表8可见,由于掺用BR,赋予了胎面胶

优良的抗疲劳性,锦州NdBR-47和NdBR-53的抗屈挠裂口增长性比NdBR-T和NiBR更好。

### 2.3.4 弹性与生热性

硫化胶的弹性与生热性有良好的相关性。在单独使用BR或BR/NR并用胶中,NdBR均显示了比NiBR更高的弹性,因而其生热也低于NiBR。3个锦州NdBR则随门尼粘度的上升略有改善的趋势。

表8 全BR和BR/NR硫化胶物理性能

| 项 目                        | NiBR  |      |      | NdBR-41 |      |      | NdBR-47 |      |      | NdBR-53 |      |      | NdBR-T |      |      |
|----------------------------|-------|------|------|---------|------|------|---------|------|------|---------|------|------|--------|------|------|
| 全 BR                       |       |      |      |         |      |      |         |      |      |         |      |      |        |      |      |
| 硫化时间(145 )/min             | 25    | 35   | 50   | 25      | 35   | 50   | 25      | 35   | 50   | 25      | 35   | 50   | 25     | 35   | 50   |
| 邵尔 A 型硬度/度                 | 61    | 61   | 61   | 59      | 60   | 60   | 58      | 59   | 59   | 61      | 61   | 61   | 62     | 63   | 63   |
| 拉伸强度/MPa                   | 14.6  | 15.9 | 16.2 | 19.5    | 18.6 | 18.9 | 19.4    | 19.3 | 19.5 | 20.9    | 18.6 | 17.2 | 20.0   | 18.2 | 18.2 |
| 扯断伸长率/%                    | 432   | 456  | 468  | 523     | 510  | 530  | 490     | 477  | 498  | 524     | 490  | 434  | 530    | 463  | 482  |
| 300%定伸应力/MPa               | 8.1   | 8.2  | 7.9  | 8.4     | 7.7  | 8.0  | 8.7     | 8.9  | 8.5  | 9.2     | 8.4  | 9.3  | 8.8    | 9.4  | 9.3  |
| 扯断永久变形/%                   | 4     | 6    | 5    | 6       | 8    | 5    | 6       | 6    | 5    | 6       | 5    | 4    | 7      | 5    | 5    |
| 撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> ) | 51.3  |      |      | 49.3    |      |      | 50.1    |      |      | 51.6    |      |      | 51.8   |      |      |
| 阿克隆磨耗量/cm <sup>3</sup>     | 0.022 |      |      | 0.024   |      |      | 0.018   |      |      | 0.015   |      |      | 0.023  |      |      |
| 回弹值/%                      | 49    |      |      | 50      |      |      | 50      |      |      | 51      |      |      | 52     |      |      |
| 滞后损失/%                     | 12.4  |      |      | 12.1    |      |      | 11.8    |      |      | 11.3    |      |      | 12.3   |      |      |
| 密度/(Mg·m <sup>-3</sup> )   | 1.12  |      |      | 1.12    |      |      | 1.12    |      |      | 1.12    |      |      | 1.12   |      |      |
| 疲劳生热                       |       |      |      |         |      |      |         |      |      |         |      |      |        |      |      |
| 温升/                        | 34.7  |      |      | 33.0    |      |      | 32.8    |      |      | 32.6    |      |      | 34.9   |      |      |
| 变形/%                       | 3.0   |      |      | 2.9     |      |      | 2.9     |      |      | 2.4     |      |      | 3.0    |      |      |
| 终压缩率/%                     | 13.9  |      |      | 14.8    |      |      | 13.8    |      |      | 12.7    |      |      | 13.9   |      |      |
| 抗刺强度/(kN·m <sup>-1</sup> ) | 33    |      |      | 33      |      |      | 34      |      |      | 36      |      |      | 35     |      |      |
| BR/NR 并用胶                  |       |      |      |         |      |      |         |      |      |         |      |      |        |      |      |
| 硫化时间(145 )/min             | 20    | 25   | 50   | 20      | 25   | 50   | 20      | 25   | 50   | 20      | 25   | 50   | 20     | 25   | 50   |
| 邵尔 A 型硬度/度                 | 62    | 63   | 63   | 62      | 62   | 62   | 62      | 62   | 62   | 61      | 62   | 62   | 62     | 63   | 63   |
| 拉伸强度/MPa                   | 24.8  | 24.8 | 23.6 | 24.9    | 24.3 | 24.2 | 24.1    | 25.8 | 25.3 | 25.3    | 26.0 | 23.5 | 25.7   | 26.9 | 24.5 |
| 扯断伸长率/%                    | 760   | 821  | 765  | 742     | 735  | 766  | 737     | 753  | 760  | 744     | 744  | 714  | 723    | 714  | 725  |
| 300%定伸应力/MPa               | 5.5   | 6.1  | 5.5  | 6.0     | 6.4  | 5.7  | 5.7     | 6.0  | 5.9  | 6.0     | 6.3  | 6.2  | 7.1    | 7.1  | 6.8  |
| 扯断永久变形/%                   | 18    | 16   | 18   | 16      | 16   | 16   | 16      | 14   | 16   | 15      | 16   | 13   | 16     | 18   | 16   |
| 撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> ) | 88.6  |      |      | 88.7    |      |      | 93.8    |      |      | 96.4    |      |      | 99.8   |      |      |
| 阿克隆磨耗量/cm <sup>3</sup>     | 0.073 |      |      | 0.065   |      |      | 0.063   |      |      | 0.058   |      |      | 0.067  |      |      |
| 回弹值/%                      | 41    |      |      | 42      |      |      | 42      |      |      | 43      |      |      | 43     |      |      |
| 滞后损失/%                     | 22.5  |      |      | 21.6    |      |      | 21.6    |      |      | 21.2    |      |      | 21.7   |      |      |
| 屈挠龟裂(50万次)                 |       |      |      |         |      |      |         |      |      |         |      |      |        |      |      |
| 割口长度/mm                    | 5.1   |      |      | 5.3     |      |      | 4.1     |      |      | 4.9     |      |      | 5.2    |      |      |
| H 抽出力/N                    | 138   |      |      | 142     |      |      | 149     |      |      | 146     |      |      | 125    |      |      |
| 密度/(Mg·m <sup>-3</sup> )   | 1.11  |      |      | 1.11    |      |      | 1.11    |      |      | 1.11    |      |      | 1.11   |      |      |
| 疲劳生热                       |       |      |      |         |      |      |         |      |      |         |      |      |        |      |      |
| 温升/                        | 44.2  |      |      | 42.5    |      |      | 42.8    |      |      | 41.7    |      |      | 42.3   |      |      |
| 变形/%                       | 8.8   |      |      | 8.4     |      |      | 8.4     |      |      | 7.8     |      |      | 8.1    |      |      |
| 终压缩率/%                     | 25.4  |      |      | 24.1    |      |      | 23.9    |      |      | 23.0    |      |      | 21.7   |      |      |
| 抗刺强度/(kN·m <sup>-1</sup> ) | 32    |      |      | 32      |      |      | 34      |      |      | 33      |      |      | 32     |      |      |

2.3.5 滞后损失

由表 8 可以看出,两种配合中所试胶样滞后损失的差别规律,基本与弹性和生热的测定结果相似。

2.3.6 抗刺扎性

轮胎胎面因掺用 BR,往往会降低其抗刺扎性。由表 8 可见,无论是在单独使用 BR 还是在 BR/NR 并用胎面胶中,NdBR 的抗刺扎性比 NiBR 有一定程度的改善,并随门尼粘度的上升而愈加明显。

2.3.7 与帘线的粘合性

在 BR/NR 并用胶中(见表 8),3 个锦州 NdBR 与帘线的粘合性(H 抽出力)明显高于 NiBR。3 个锦州 NdBR 之间的差别不很明显。NdBR-T 测定结果比 NiBR 还低。

2.3.8 耐老化性能

两种配合胶料耐老化性能的试验结果见表 9。

在耐热老化试验的测定结果中,NdBR 在两种配合中的耐老化性能稍差于 NiBR,其中 NdBR-T 在 BR/NR 并用胶中比锦州 NdBR 差些,而 3 个锦州 NdBR 间差异不大。

臭氧老化试验中,在单独使用 BR 配合中,NdBR 的抗臭氧老化性能明显优于 NiBR。NdBR-47 与 NdBR-T 相近,略优于 NdBR-53 和 NdBR-41。在 BR/NR 并用胶中,5 个胶样的差异不很明显。

大气裂口试验中,单独使用 BR 各胶样裂口出现时间几乎相同,在裂口的增长中(见图 7),NdBR-47 与 NdBR-53 相同而比其它 3 个胶

表 9 全 BR 和 BR/NR 硫化胶耐老化性能

| 项 目                                 | NiBR   | NdBR-41 | NdBR-47 | NdBR-53 | NdBR-T |
|-------------------------------------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 全 BR                                |        |         |         |         |        |
| 100 ×24 h 热老化后                      |        |         |         |         |        |
| 拉伸强度变化率/ %                          | - 6.3  | - 24.7  | - 24.9  | - 25.8  | - 25.8 |
| 扯断伸长率变化率/ %                         | - 15.0 | - 32.7  | - 25.6  | - 31.4  | - 30.4 |
| 加速老化后动态性能变化率 <sup>1)</sup> / %      |        |         |         |         |        |
| G                                   | - 30.6 | - 33.7  | - 30.4  | - 30.2  | - 29.8 |
| tan                                 | + 81.5 | + 80.4  | + 79.5  | + 77.9  | + 80.5 |
| 臭氧老化因数(400 ×10 <sup>-8</sup> ,17 h) |        |         |         |         |        |
| 动态                                  | 断      | 0.40    | 0.50    | 0.49    | 0.53   |
| 静态                                  | 0.27   | 0.38    | 0.49    | 0.40    | 0.47   |
| 大气裂口试验 <sup>2)</sup>                |        |         |         |         |        |
| 拉伸 50 %                             | 细裂     | 细裂      | 微裂      | 微裂      | 细裂     |
| 弯曲                                  | 细裂     | 微裂      | 微裂      | 微裂      | 细裂     |
| BR/NR 并用胶                           |        |         |         |         |        |
| 100 ×24 h 热老化后                      |        |         |         |         |        |
| 拉伸强度变化率/ %                          | - 1.2  | - 5.3   | - 4.7   | - 5.0   | - 9.7  |
| 扯断伸长率变化率/ %                         | - 24.8 | - 19.6  | - 18.6  | - 18.5  | - 23.7 |
| 加速老化后动态性能变化率 <sup>1)</sup> / %      |        |         |         |         |        |
| G                                   | - 31.0 | - 31.3  | - 30.5  | - 29.9  | - 31.2 |
| tan                                 | + 59.3 | + 57.3  | + 57.2  | + 57.3  | + 58.0 |
| 臭氧老化因数(400 ×10 <sup>-8</sup> ,17 h) |        |         |         |         |        |
| 动态                                  | 0.80   | 0.78    | 0.78    | 0.73    | 0.80   |
| 静态                                  | 0.92   | 0.94    | 0.94    | 0.95    | 0.93   |
| 大气裂口试验 <sup>2)</sup>                |        |         |         |         |        |
| 拉伸 50 %                             | 未裂     | 未裂      | 未裂      | 未裂      | 未裂     |
| 弯曲                                  | 未裂     | 未裂      | 未裂      | 未裂      | 未裂     |

注:1)试样经 190 ×10 min 加速老化前后,在 100 ,0.5°,60 r·min<sup>-1</sup>条件下 G 的损失率和 tan 的增高率;试验采用 RPA2000 型橡胶加工分析仪。2)大气裂口试验参照美国 ASTM D 5168—83 方法进行试验,时间从 1998 年 11 月 20 日到 1999 年 3 月 15 日。

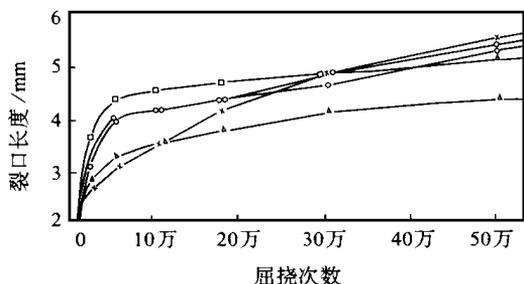


图7 BR/NR硫化胶曲挠龟裂割口增长

注同图1

样稍慢些。BR/NR并用胎面胶配合在100天的大气裂口试验中,均未发现有裂口产生。

在高温加速老化试验中,5个胶样在两种配合胶料中弹性模量( $G$ )的损失率差别不大,但NdBR损耗因子( $\tan \delta$ )在老化后的增值率比NiBR低,其中3个锦州NdBR中随门尼粘度的上升略有改善。胶样老化前后 $\tan \delta$ 的不同变化,表明它们在经老化后滞后内耗的差

异,这也反映出它们在实用中疲劳生热性的不同(见图7)。

### 2.3.9 抗滑性与滚动性

各胶样在两种配合中的抗滑性测定结果(见表10)表明,它们抗干滑性大致相当,但抗湿滑性却不同,4个NdBR的抗湿滑性均比NiBR高,尤其在单独使用BR配合中,3个锦州NdBR的抗湿滑性随门尼粘度的上升而有所提高,NdBR-T与NdBR-41相当。

在滚动性能试验中,4个NdBR的滚动阻力均低于NiBR,并随其门尼粘度的升高愈加明显。NdBR-T则与NdBR-47相近。

胎面胶的抗湿滑性与滚动阻力本是一对相互矛盾的特性,NdBR尤其是较高门尼粘度的在具有高弹性、低生热的同时,又兼有较高的抗湿滑与较低的滚动阻力,这对轮胎胎面的实用性是极为有益的。

表10 全BR和BR/NR硫化胶抗滑性与滚动性

| 项 目      | NiBR  | NdBR-41 | NdBR-47 | NdBR-53 | NdBR-T |
|----------|-------|---------|---------|---------|--------|
| 全BR      |       |         |         |         |        |
| 抗滑性      |       |         |         |         |        |
| 干路面      |       |         |         |         |        |
| 摩擦因数     | 0.835 | 0.848   | 0.838   | 0.838   | 0.822  |
| 相对系数     | 100   | 101.6   | 100.4   | 100.4   | 98.4   |
| 湿路面      |       |         |         |         |        |
| 摩擦因数     | 0.223 | 0.240   | 0.244   | 0.255   | 0.237  |
| 相对系数     | 100   | 107.6   | 109.4   | 114.5   | 106.3  |
| 滚动性      |       |         |         |         |        |
| 滚动距离/cm  | 660   | 697     | 722     | 748     | 721    |
| 相对系数     | 100   | 105.6   | 109.4   | 113.3   | 109.2  |
| BR/NR并用胶 |       |         |         |         |        |
| 抗滑性      |       |         |         |         |        |
| 干路面      |       |         |         |         |        |
| 摩擦因数     | 0.884 | 0.882   | 0.888   | 0.894   | 0.878  |
| 相对系数     | 100   | 99.8    | 100.5   | 101.4   | 99.3   |
| 湿路面      |       |         |         |         |        |
| 摩擦因数     | 0.320 | 0.340   | 0.342   | 0.340   | 0.324  |
| 相对系数     | 100   | 106.3   | 106.9   | 106.3   | 101.3  |
| 滚动性      |       |         |         |         |        |
| 滚动距离/cm  | 609   | 624     | 654     | 678     | 667    |
| 相对系数     | 100   | 102.5   | 107.4   | 113.3   | 107.9  |

注:相对系数是以NiBR胶样为100%的相对值。

(未完待续)

**启事** 本刊选登了“IRC2000论文集”部分有关轮胎论文的摘要,有需要原文者请与中国化工学会橡胶专业委员会秘书处联系。