

# 防老剂 DKF-50 在轮胎胎体帘布胶中的应用

程振华, 周磊, 袁燕

(新疆昆仑股份有限公司, 新疆 库尔勒 841011)

**摘要:** 探讨防老剂 DKF-50 在轮胎胎体帘布内外层胶中的应用。试验结果表明, 采用防老剂 DKF-50 代替防老剂 A, 对胶料硫化特性和物理性能无不良影响, 胶料耐热老化性能提高; 成品轮胎的物理性能与正常生产轮胎相当或较好。防老剂 DKF-50 无毒, 对皮肤无刺激性, 污染小, 价格较低, 适合代替防老剂 A 在轮胎胎体帘布内外层胶中应用。

**关键词:** 防老剂 DKF-50; 轮胎; 帘布胶; 胎体

近年来, 轮胎用原材料价格不断上涨, 给轮胎企业带来了巨大的压力。轮胎企业为降低成本, 进行了大量的新材料应用研究工作, 以寻找优质低价的生产用原材料。同时, 国内很多原材料生产厂家也从降低产品成本、提高产品环保性的目的出发, 开发了很多低价、环保的新型原材料。防老剂 DKF-50 是河南同发化工有限公司为达到这一目的开发的新产品。

防老剂 DKF-50 是二苯胺与烯芳烃在催化剂作用下, 经烃化反应生成的产物吸附在橡胶填充剂上制备而成的, 具有无毒、对皮肤无刺激性、污染小、使用方便(经造粒处理)的特点。防老剂 A 含有少量的甲萘胺及苯胺, 有毒性, 不可与皮肤接触, 在高温季节极易结块, 工艺操作较困难, 是逐渐淘汰的防老剂品种。本工作主要进行了防老剂 DKF-50 代替防老剂 A 在轮胎胎体帘布内外层胶中的应用。

## 1 实验

### 1.1 主要原材料

天然橡胶(NR, SCR5), 海南农垦总公司产品; 顺丁橡胶(BR), 牌号 9000, 新疆独山子石油化工总公司产品; 丁苯橡胶(SBR), 牌号 1500, 中国石油兰州化学工业有限公司产品; 氧化锌, 昆明日昇化工有限公司产品; 防老剂 A, 天津茂丰有限公司产品; 防老剂 DKF-50, 河南同发化工有限公司产品。

### 1.2 配方

胎体帘布外层胶试验配方: NR 80, BR 10, SBR 10, 氧化锌 5, 炭黑 N326 25, 炭黑 N660 20, 芳烃油 5, 防老剂 DKF-50 1.5, 促进剂 3.2, 其它 11, 合计 170.7。

胎体帘布外层胶生产配方: 除防老剂为防老剂 A 外, 其它均与试验配方相同。

胎体帘布内层胶试验配方: NR 60, SBR 25, BR 15, 氧化锌 5, 炭黑 N330 25, 炭黑 N660 20, 芳烃油 6, 防老剂 DKF-50 1.5, 促进剂 3.3, 其它 24, 合计 184.8。

胎体帘布内层胶生产配方: 除防老剂为防老剂 A 外, 其它均与试验配方相同。

### 1.3 主要试验仪器和设备

GK270 型密炼机, 益阳橡胶塑料机械集团公司产品; XK-160 型开炼机, 广东汕头化工机械厂产品; XM-140 型密炼机, 大连橡胶机械厂产品; 50 t 电热平板硫化机, 上海第一橡胶机械厂产品; WGJ-2500B 型电子拉力机, 广西师范大学秀峰电器厂产品; C2000E 无转子硫化仪, 北京友深电子仪器制造厂产品; 401A 型老化箱, 上海市实验仪器总厂产品。

### 1.4 试样制备

小配合试验胶料的混炼在 XK-160 型开炼机上进行。大配合试验胶料的一段混炼在 GK-270 型密炼机上进行, 二段加硫黄混炼在 XM-140 型密炼机上进行。

### 1.5 性能检测

胶料的各项性能均按相应的国家标准进行测试。

## 2 结果与讨论

### 2.1 理化分析

防老剂 DKF-50 的理化性能测试结果如表 1 所示。

| 表 1 防老剂 DKF-50 理化分析结果 |        |        |
|-----------------------|--------|--------|
| 项 目                   | 实测值    | 指标     |
| 外观                    | 浅灰褐色颗粒 | 浅灰褐色颗粒 |
| 水分含量/ %               | 0. 2   | ≤ 0. 5 |
| 防老剂 DKF-50 含量/ %      | 63     | ≥ 50   |

从表 1 可以看出, 防老剂 DKF-50 的理化性能符合指标要求。

### 2.2 基本性能试验

加入防老剂 DKF-50, RD 和 A 的 NR 胶料性能对比试验结果如表 2 所示。

| 表 2 防老剂 DKF-50 RD 和 A 的 NR 胶料性能对比 |                               |                           |                          |
|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 项 目                               | 4010NA/ DKF-50<br>并用比 1/ 1. 5 | 4010NA/ RD<br>并用比 1/ 1. 5 | 4010NA/ A<br>并用比 1/ 1. 5 |
| 邵尔 A 型硬度/ 度                       | 56                            | 56                        | 56                       |
| 拉伸强度/ MPa                         | 25. 3                         | 25. 6                     | 25. 2                    |
| 拉断伸长率/ %                          | 782                           | 785                       | 789                      |
| 100 ℃× 48 h 老化后                   |                               |                           |                          |
| 拉伸强度下降率/ %                        | 17                            | 18                        | 17                       |
| 拉断伸长率下降率/ %                       | 27                            | 28                        | 30                       |
| 100 ℃× 72 h 老化后                   |                               |                           |                          |
| 拉伸强度下降率/ %                        | 21                            | 22                        | 25                       |
| 拉断伸长率下降率/ %                       | 38                            | 40                        | 43                       |

从表 2 可以看出, 防老剂 DKF-50, RD 和 A 胶料老化前的硬度、拉伸强度和拉断伸长率基本相同, 但热老化后防老剂 DKF-50 胶料的拉伸强度下降率和拉断伸长率下降率与防老剂 RD 胶料比较接近, 较防老剂 A 胶料低。

### 2.3 小配合试验

使用防老剂 DKF-50 等量代替防老剂 A 的胎体帘布内外层胶小配合试验结果分别如表 3 和 4 所示。

从表3、表4可以看出, 使用防老剂DKF-50

| 表 3 胎体帘布外层胶小配合试验结果            |  |        |       |        |       |
|-------------------------------|--|--------|-------|--------|-------|
| 项 目                           |  | 试验配方   |       | 生产配方   |       |
| 硫化仪数据(143 ℃)                  |  |        |       |        |       |
| $M_L/(N \cdot m)$             |  | 0. 44  |       | 0. 40  |       |
| $M_H/(N \cdot m)$             |  | 1. 44  |       | 1. 45  |       |
| $t_{10}/min$                  |  | 5 17   |       | 4 75   |       |
| $t_{90}/min$                  |  | 10 52  |       | 10 25  |       |
| 硫化时间(143 ℃)/ min)             |  | 40     | 60    | 40     | 60    |
| 邵尔 A 型硬度/ 度                   |  | 62     | 62    | 61     | 62    |
| 300%定伸应力/ MPa                 |  | 10. 9  | 11. 4 | 11. 3  | 11. 6 |
| 拉伸强度/ M Pa                    |  | 22. 9  | 24. 8 | 23. 4  | 23. 1 |
| 拉断伸长率/ %                      |  | 540    | 532   | 525    | 530   |
| 拉断永久变形/ %                     |  | 16     | 16    | 14     | 15    |
| 撕裂强度/( kN · m <sup>-1</sup> ) |  | 127    | 129   | 125    | 129   |
| H 抽出力/ N                      |  | 159. 9 |       | 161. 4 |       |
| 120℃× 48h 老化后                 |  |        |       |        |       |
| 邵尔 A 型硬度/ 度                   |  | 64     |       | 63     |       |
| 拉伸强度/ MPa                     |  | 4. 9   |       | 4. 1   |       |
| 拉断伸长率/ %                      |  | 163    |       | 151    |       |
| 拉断永久变形/ %                     |  | 2      |       | 2      |       |

| 表 4 胎体帘布内层胶小配合试验结果           |  |        |       |        |       |
|------------------------------|--|--------|-------|--------|-------|
| 项 目                          |  | 试验配方   |       | 生产配方   |       |
| 硫化仪数据(143 ℃)                 |  |        |       |        |       |
| $M_L/(N \cdot m)$            |  | 0. 42  |       | 0. 35  |       |
| $M_H/(N \cdot m)$            |  | 1. 14  |       | 1. 12  |       |
| $t_{10}/min$                 |  | 6 02   |       | 5 80   |       |
| $t_{90}/min$                 |  | 10 02  |       | 9 92   |       |
| 硫化时间(143 ℃)/ min)            |  | 40     | 60    | 40     | 60    |
| 邵尔 A 型硬度/ 度                  |  | 59     | 59    | 58     | 59    |
| 300%定伸应力/ MPa                |  | 8. 1   | 8. 3  | 8. 1   | 8. 3  |
| 拉伸强度/ M Pa                   |  | 20. 6  | 20. 7 | 19. 2  | 20. 4 |
| 拉断伸长率/ %                     |  | 651    | 660   | 640    | 657   |
| 拉断永久变形/ %                    |  | 15     | 15    | 16     | 14    |
| 撕裂强度/(kN · m <sup>-1</sup> ) |  | 114    | 121   | 110    | 114   |
| H 抽出力/N                      |  | 146. 4 |       | 138. 6 |       |
| 120 ℃× 48 h 老化后              |  |        |       |        |       |
| 邵尔 A 型硬度/ 度                  |  | 62     |       | 62     |       |
| 拉伸强度/ MPa                    |  | 5. 6   |       | 3. 5   |       |
| 拉断伸长率/ %                     |  | 147    |       | 194    |       |
| 拉断永久变形/ %                    |  | 1      |       | 1      |       |

等量代替防老剂 A 对胎体帘布内外层胶硫化性能、老化前的物理性能无不利影响, 老化后的拉伸强度略有提高。

### 2.3 大配合试验

为进一步探讨防老剂 DKF-50 等量代替防老剂 A 对硫化胶物理性能的影响, 进行了大配合试验, 试验结果如表 5 和 6 所示。

从表5和6可以看出, 防老剂DKF-50等量

| 表 5 胎体帘布外层胶大配合试验结果              |  |        |       |             |
|---------------------------------|--|--------|-------|-------------|
| 项 目                             |  | 试验配方   |       | 生产配方        |
| 硫化仪数据(143 ℃)                    |  |        |       |             |
| $M_L/(\text{N} \cdot \text{m})$ |  | 0. 41  |       | 0. 38       |
| $M_H(\text{N} \cdot \text{m})$  |  | 1. 41  |       | 1. 38       |
| $t_{10}/\text{min}$             |  | 5 38   |       | 5 81        |
| $t_{90}/\text{min}$             |  | 10 05  |       | 9 52        |
| 硫化时间(143 ℃)/min)                |  | 40     | 60    | 40 60       |
| 邵尔 A 型硬度/ 度                     |  | 60     | 60    | 60 61       |
| 300%定伸应力/ MPa                   |  | 11. 1  | 11. 5 | 11. 2 11. 4 |
| 拉伸强度/ MPa                       |  | 26. 7  | 26. 0 | 25. 9 25. 9 |
| 拉断伸长率/ %                        |  | 545    | 540   | 540 540     |
| 拉断永久变形/ %                       |  | 19     | 17    | 17 17       |
| 撕裂强度/(kN · m <sup>-1</sup> )    |  | 140    | 154   | 134 140     |
| H 抽出力/N                         |  | 197. 3 |       | 183. 8      |
| 120 ℃× 48 h 老化后                 |  |        |       |             |
| 邵尔 A 型硬度/ 度                     |  | 62     |       | 62          |
| 拉伸强度/ MPa                       |  | 5. 7   |       | 4. 3        |
| 拉断伸长率/ %                        |  | 170    |       | 170         |
| 拉断永久变形/ %                       |  | 2      |       | 2           |

代替防老剂 A 的胎体帘布内外层胶大配合试验结果与小配合试验结果基本相符。为此, 进一步进行了成品轮胎试制和性能试验。

### 2.4 成品轮胎性能

采用试验配方制作了10.00—20 16PR 轮

| 表 6 胎体帘布内层胶大配合试验结果           |  |        |       |             |
|------------------------------|--|--------|-------|-------------|
| 项 目                          |  | 试验配方   |       | 生产配方        |
| 硫化仪数据(143 ℃)                 |  |        |       |             |
| $M_L/(N \cdot m)$            |  | 0. 37  |       | 0. 31       |
| $M_H/(N \cdot m)$            |  | 1. 07  |       | 1. 09       |
| $t_{10}/min$                 |  | 6 68   |       | 6 45        |
| $t_{90}/min$                 |  | 10 25  |       | 10 78       |
| 硫化时间(143 ℃)/min              |  | 40     | 60    | 40 60       |
| 邵尔 A 型硬度/度                   |  | 57     | 57    | 56 57       |
| 300%定伸应力/MPa                 |  | 7. 2   | 7. 3  | 7. 1 7. 1   |
| 拉伸强度/MPa                     |  | 21. 6  | 21. 8 | 21. 9 20. 7 |
| 拉断伸长率/%                      |  | 670    | 680   | 675 665     |
| 拉断永久变形/%                     |  | 16     | 15    | 17 13       |
| 撕裂强度/(kN · m <sup>-1</sup> ) |  | 131    | 140   | 125 134     |
| H 抽出力/N                      |  | 185. 3 |       | 181. 5      |
| 120 ℃× 48 h 老化后              |  |        |       |             |
| 邵尔 A 型硬度/度                   |  | 60     |       | 60          |
| 拉伸强度/MPa                     |  | 5. 0   |       | 2. 7        |
| 拉断伸长率/%                      |  | 148    |       | 205         |
| 拉断永久变形/%                     |  | 0      |       | 1           |

胎。试验轮胎的耐久性能试验累计行驶时间为 68. 42 min, 累计行驶里程为 4 465. 5 km, 试验结果与正常生产的轮胎基本一致。成品轮胎的物理性能和粘合性能如表 7 和 8 所示。

| 表 7 成品轮胎的物理性能  |  |       |       |       |       |       |
|----------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| 项 目            |  | 试验轮胎  |       |       | 正常轮胎  |       |
| 冠部             |  | 上层    | 中层    | 下层    | 上层    | 中层    |
| 邵尔 A 型硬度/ 度    |  | 59    | 60    | 60    | 58    | 59    |
| 邵尔 A 型硬度/ 度    |  | 59    | 60    | 60    | 58    | 59    |
| 300%定伸应力/ M Pa |  | 9. 1  | 8. 6  | 8. 9  | 8. 5  | 8. 0  |
| 300%定伸应力/ M Pa |  | 9. 1  | 8. 6  | 8. 9  | 8. 5  | 8. 0  |
| 拉伸强度/ MPa      |  | 20. 1 | 21. 3 | 20. 3 | 20. 0 | 20. 8 |
| 拉伸强度/ MPa      |  | 20. 1 | 21. 3 | 20. 3 | 20. 0 | 20. 8 |
| 拉断伸长率/ %       |  | 575   | 580   | 600   | 590   | 615   |
| 拉断伸长率/ %       |  | 575   | 580   | 600   | 590   | 615   |
| 拉断永久变形/ %      |  | 8     | 9     | 7     | 10    | 11    |
| 拉断永久变形/ %      |  | 8     | 9     | 7     | 10    | 11    |

| 表 8 试验成品轮胎的粘合力 |  |       |       | N   |
|----------------|--|-------|-------|-----|
| 项 目            |  | 粘合力   | 项 目   | 粘合力 |
| 胎面和缓冲层间        |  | 22. 0 | 3-4 层 |     |
| 胎面和缓冲层间        |  | 22. 0 | 3-4 层 |     |
| 缓冲层间           |  | 14. 7 | 4-5 层 |     |
| 缓冲层间           |  | 14. 7 | 4-5 层 |     |
| 缓冲层和胎体帘布层间     |  | 12. 9 | 5-6 层 |     |
| 缓冲层和胎体帘布层间     |  | 12. 9 | 5-6 层 |     |
| 胎侧和胎体帘布层间      |  | 11. 3 | 6-7 层 |     |
| 胎侧和胎体帘布层间      |  | 11. 3 | 6-7 层 |     |
| 胎体帘布层间         |  |       | 7-8 层 |     |
| 胎体帘布层间         |  |       | 7-8 层 |     |
| 2-3 层          |  | 9. 0  |       |     |
| 2-3 层          |  | 9. 0  |       |     |

从表 7 和 8 可以看出, 在胎面胶和胎面基部胶中用防老剂 DKF-50 等量代替防老剂 A, 成品轮胎的物理性能优于或与正常生产轮胎基本相当, 轮胎各层间的粘合性能较好。

### 3 结论

1. 用防老剂 DKF-50 等量代替防老剂 A, 轮胎胎面胶和基部胶的特化特性和物理性能基本一致, 粘合性能略优。

2. 使用防老剂 DK-50 等量代替防老剂 A, 轮胎胎面胶和基部胶的耐热老化性能, 尤其是老化后期的性能略好。

3. 防老剂 DKF-50 具有无毒、对皮肤无刺激性、污染小的优点, 售价较低, 在轮胎胶料中等量替代防老剂 A 可提高轮胎生产和使用过程中的环保性, 并具有较好的综合经济效益。