

水胎内层胶配方优化

周兆凤,商立东

(银川佳通轮胎有限公司,宁夏 银川 750011)

摘要:优化水胎内层胶配方。将水胎内层胶配方中传统的硫黄硫化体系变更为半有效硫化体系,采用炭黑 N330/N660 并用。结果表明:配方调整后,胶料基本物理性能无显著变化,耐老化性能提高,水胎使用寿命显著延长,胶料原材料成本降低。

关键词:水胎;内层胶;耐老化性能;使用寿命

水胎是传统轮胎硫化工艺中必备的工具。随着现代橡胶工业的发展,半钢子午线轮胎和全钢子午线轮胎已全部采用胶囊硫化工艺硫化成品轮胎。但由于水胎硫化具有高效性和集约性,该工艺仍然在斜交轮胎硫化中使用。我公司轮胎生产历史悠久,传统的水胎硫化工艺仍然在部分斜交轮胎生产中使用。水胎质量直接关系到水胎使用寿命,传统配方制造的水胎耐老化性能较差,特别是使用后易出现掉块和裂纹现象,导致其使用寿命缩短。

水胎一般由2层胶料构成,外层胶主体材料采用氯化丁基橡胶,其胶种自身的耐老化性能决定了其配方耐热氧老化的优势;但内层胶主体材料采用天然橡胶,硫化体系使用传统的硫黄,胶料硫黄用量大,交联键以多硫键为主,键能低,稳定性差,因此胶料的耐热性能和耐老化性能差,容易老化。在胶料中增大防老剂用量或添加抗硫化返原剂,可以明显提高胶料的耐老化性能,但该类助剂价格昂贵,提高了原材料成本。另外,在生产过程中,如果填充大量硫黄和防老剂,水胎胶料在停放过程中易出现喷霜现象,从而影响水胎性能。

为解决上述问题,我公司对水胎的胶料配方、制作、使用、保管等方面进行分析。一般来说,延长水胎寿命应从外层胶料配方和加工工艺着手。大部分水胎都是在使用后期因内层胶老化发硬失去弹性,而外层胶的应力伸张无法恢复,导致层间

发生脱离或裂口。因此,本工作将水胎内层胶配方中传统的硫黄硫化体系变更为半有效硫化体系,同时出于降低成本考虑,采用2种炭黑并用,以提高水胎的耐老化性能和延长使用寿命。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),SIR20,印度尼西亚产品;炭黑 N330 和 N660,韩城黑猫炭黑有限责任公司产品;天然气半补强炭黑,石嘴山市白茂沟炭黑有限公司产品;硫黄,兰州金龙天威橡胶工贸有限责任公司产品;促进剂 NOBS,山东尚舜化工有限公司产品;促进剂 DTDM,上海京海化工有限公司产品。

1.2 配方

生产配方:NR,100;氧化锌,10;硬脂酸,2;天然气半补强炭黑,40;陶土,35;沥青,6;促进剂 NOBS,0.5;硫黄,2.5;防老剂,4。

1[#] 试验配方:NR,100;氧化锌,10;硬脂酸,2;炭黑 N330,15;炭黑 N660,25;陶土,35;沥青,6;促进剂 NOBS,0.5;硫黄,0.6;促进剂 DTDM,1.2;防老剂,4。

2[#] 试验配方:NR,100;氧化锌,10;硬脂酸,2;炭黑 N330,10;炭黑 N660,30;陶土,35;沥青,6;促进剂 NOBS,0.5;硫黄,0.6;促进剂 DTDM,1.0;防老剂,4。

1.3 主要仪器和设备

1.45 L 密炼机,德国 WP 公司产品;XK-150

型开炼机,广东省湛江机械厂产品;GK270型密炼机,益阳橡胶塑料机械有限公司产品;密炼机自动生产控制系统,软控股份有限公司产品;T-10型电子拉力机和2000型无转子硫化仪,美国孟山都公司产品;M200E型门尼黏度仪,北京友深电子仪器有限公司产品;YXC-50型平板硫化机,上海西玛伟力橡塑机械公司产品。

1.4 试样制备

1.4.1 小配合试验胶料

小配合试验胶料混炼分2段进行。一段混炼在1.45 L密炼机中进行,排胶温度155℃;二段混炼在XK-150型开炼机上进行,一段混炼胶添加促进剂和硫黄,薄通,下片。

1.4.1 大配合试验胶料

大配合试验胶料混炼分2段进行。一段混炼在GK270型密炼机中进行,排胶温度158℃;二段混炼在GK270型密炼机中进行,排胶温度105℃。

1.5 性能测试

胶料各项物理性能测试均按相应国家标准进行。

2 结果与讨论

2.1 小配合试验

在小配合试验中,生产配方和2个试验配方胶料的性能见表1,硫化仪曲线见图1和2。

从表1可以看出,2个试验配方胶料的拉伸强度和撕裂强度与生产配方胶料接近,耐老化性能有所改善,1#试验配方胶料的300%定伸应力明显提高。尽管试验配方胶料的门尼黏度略高、焦烧时间较短,但根据目前水胎的制作工艺,胶料加工性能和加工安全性能满足要求。

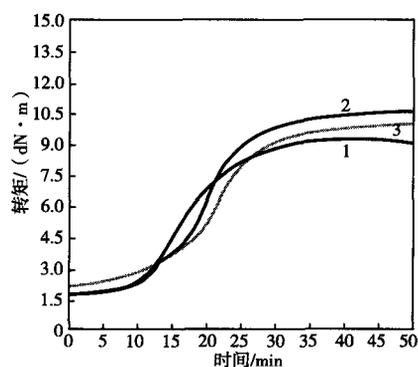
从图1和2小配合试验胶料的145℃和170℃硫化仪曲线可以看出,尽管试验配方胶料的 t_{95} 有所延长,但可以根据水胎硫化过程工艺的控制进行调整;还可以看出,随着温度的升高和时间的延长,试验配方胶料 M_H 呈下降趋势,这也显示出试验配方胶料优异的耐老化性能。

2.2 大配合试验

小配合试验结果表明,采用半有效硫化体系的1#试验配方胶料具有较大的定伸应力和优异

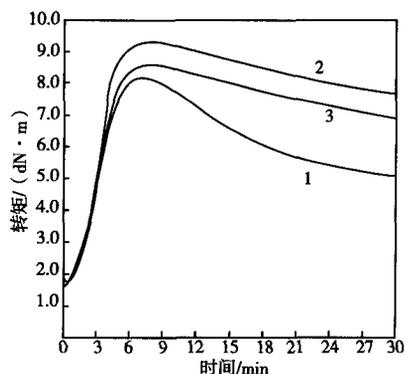
表1 小配合试验胶料性能

| 项 目 | 生产配方 | | 1# 试验配方 | | 2# 试验配方 | |
|----------------------------|-------|-------|---------|-------|---------|-------|
| 门尼焦烧时间(127℃)/min | 31.2 | | 20.2 | | 18.1 | |
| 门尼黏度[ML(1+4)100℃] | 56.4 | | 60.8 | | 63.5 | |
| 145℃硫化仪数据 | | | | | | |
| $M_L/(dN \cdot m)$ | 1.38 | | 1.86 | | 1.77 | |
| $M_H/(dN \cdot m)$ | 9.25 | | 10.58 | | 10.10 | |
| t_{30}/min | 13.52 | | 17.21 | | 17.55 | |
| t_{95}/min | 30.00 | | 34.18 | | 35.34 | |
| 硫化时间(145℃)/min | 30 | 40 | 30 | 40 | 30 | 40 |
| 邵尔A型硬度/度 | 58 | 59 | 58 | 58 | 56 | 55 |
| 300%定伸应力/MPa | 4.7 | 4.6 | 6.8 | 6.9 | 5.1 | 4.8 |
| 拉伸强度/MPa | 17.1 | 16.6 | 16.8 | 15.8 | 16.1 | 15.9 |
| 拉伸伸长率/% | 602 | 598 | 504 | 510 | 508 | 526 |
| 拉断永久变形/% | 26 | 25 | 14 | 16 | 16 | 18 |
| 撕裂强度/(kN·m ⁻¹) | 42 | 40 | 40 | 39 | 40 | 38 |
| 回弹值/% | 64 | | 61 | 64 | 61 | 60 |
| 100℃×48h老化后 | | | | | | |
| 拉伸强度/MPa | 14.6 | 13.9 | 14.8 | 15.0 | 14.1 | 13.0 |
| 拉伸强度变化率/% | -14.6 | -16.3 | -11.9 | -5.1 | -12.4 | -18.2 |
| 拉断伸长率/% | 490 | 486 | 457 | 443 | 457 | 459 |
| 拉断伸长率变化率/% | -18.6 | -18.7 | -9.3 | -4.5 | -10.0 | -12.7 |
| 撕裂强度/(kN·m ⁻¹) | 38 | 35 | 40 | 37 | 35 | 34 |
| 撕裂强度变化率/% | -9.5 | -12.5 | 0 | -5.13 | -12.5 | -10.5 |



1—生产配方;2—1#生产配方;3—2#生产配方。

图1 小配合试验胶料 145 °C 硫化仪曲线



注同图1。

图2 小配合试验胶料 170 °C 硫化仪曲线

的耐老化性能。为进一步验证试验配方胶料的使用效果,选择1#试验配方进行大配合试验,并试制成品水胎,评价其实际使用效果。大配合试验胶料性能见表2。可以看出,在大配合试验中,与生产配方胶料相比,试验配方胶料的300%定伸应力和拉伸强度明显增大,拉断伸长率和撕裂强度变化不大,而老化后性能变化率明显减小。

2.3 成品水胎的使用性能

按原工艺条件制备成品水胎,制作工艺过程包括制片、成型、硫化,整个过程未见异常情况,并观察到水胎内层胶在停放过程中黏性保持比生产配方胶料好。

将同规格生产配方水胎和试验配方水胎同时装胎硫化并跟踪水胎使用次数,试验配方水胎使用效果见表3。结果显示:试验配方水胎第1次出现裂口的时间明显滞后,总使用次数明显增加,使用寿命延长。

表2 大配合试验胶料性能

| 项 目 | 生产配方 | 试验配方 |
|----------------------------|--------|--------|
| 门尼焦烧时间(127 °C)/min | 27.1 | 20.5 |
| 门尼黏度[ML(1+4)100 °C] | 58.3 | 64.0 |
| 151 °C 硫化仪数据 | | |
| M_L /(dN·m) | 1.38 | 1.77 |
| M_H /(dN·m) | 9.25 | 10.11 |
| t_{30} /min | 13.52 | 17.55 |
| t_{95} /min | 30.00 | 35.34 |
| 硫化时间(145 °C×40 min) | | |
| 邵尔 A 型硬度/度 | 56 | 57 |
| 300%定伸应力/MPa | 4.5 | 7.0 |
| 拉伸强度/MPa | 15.2 | 17.0 |
| 拉断伸长率/% | 548 | 526 |
| 拉断永久变形/% | 22 | 18 |
| 撕裂强度/(kN·m ⁻¹) | 36 | 38 |
| 回弹值 | 60 | 62 |
| 密度/(g·cm ⁻³) | 1.241 | 1.238 |
| 100 °C×48 h 老化后性能 | | |
| 拉伸强度/MPa | 12.9 | 15.7 |
| 拉伸强度变化率/% | 475 | 472 |
| 拉断伸长率/% | -15.13 | -7.65 |
| 拉断伸长率变化率/% | -13.32 | -10.26 |
| 撕裂强度/(kN·m ⁻¹) | 36 | 38 |
| 撕裂强度变化率/% | -8.3 | -7.9 |

表3 试验配方水胎使用效果

| 水 胎 | 第1次出现老化裂口时使用次数 | 第1次因老化掉块修补时使用次数 | 报废时使用次数 |
|----------|----------------|-----------------|---------|
| 生产配方水胎 A | 42 | 50 | 65 |
| 生产配方水胎 B | 45 | 53 | 62 |
| 试验配方水胎 A | 56 | 71 | 85 |
| 试验配方水胎 B | 63 | 80 | 92 |

3 结论

将水胎内层胶中传统的硫黄硫化体系变更为半有效硫化体系,采用炭黑 N330/N660 并用,胶料基本物理性能无显著变化,耐老化性能提高,水胎的使用寿命显著延长,胶料的原材料成本降低。根据水胎平均使用寿命测算,通过此项配方调整措施,按全年轮胎产量 60 万条计算,至少可节省水胎 2000 条。