

优化配方设计提高 9.00—20 16PR 轮胎的综合性能

徐志豪, 亓秀红

[莱芜市橡胶(集团)公司, 山东 莱芜 271100]

摘要:通过对 9.00—20 16PR 轮胎胎冠胶、缓冲层、胎肩胶和胎体帘布层内外层胶的配方优化,提高了轮胎的速度、耐久性能。胎冠胶采用 NR/BR(50/50)并用、炭黑 N234/N220 并用(用量 54 份);胎肩胶采用 NR/BR(90/10)并用、硫化体系为促进剂 NOBS、硫化剂 DTDM 和硫黄;缓冲胶采用全 NR,炭黑 N330/N660 并用(用量 44 份)、硫化体系为促进剂 CZ、不溶性硫黄与硫化剂 DTDM;内外层胶采用 NR/SBR/BR 并用、炭黑 N330/N660 并用(用量 40 份)、硫化体系采用促进剂 NOBS、DM、硫化剂 DTDM 和硫黄并用。改进后轮胎的速度性能达到 $110 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 级运转 1 h,耐久性能超过 120 h。

关键词:载重斜交轮胎;配方设计;速度性能;耐久性能

中图分类号:U463.341⁺.3;TQ330.6⁺1 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-8171(2004)03-0148-04

随着我国高等级公路特别是高速公路的迅猛发展,载重汽车车速越来越快,已由 20 世纪 80 年代的 $50 \sim 60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 提高到现在的 $80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 左右。同时,我国长途运输歇人不歇车,轮流驾驶的情况很普遍,并且超载现象严重。适应高速、超载、长距离运输的苛刻使用条件是摆在各斜交轮胎生产厂家面前的一道难题。我厂自 2000 年以来致力于提高载重斜交轮胎速度、耐久性能方面的研究,并取得了一定的效果。

我们从两方面着手进行配方优化设计:一是提高轮胎的整体定伸应力,增大轮胎的刚性,减小轮胎在超载行驶过程中的变形,从而降低轮胎的生热;二是重点提高胎肩胶和缓冲胶的耐热性能。

基于我厂轮胎大多是肩空损坏、其次是缓冲层与外层之间脱层的现状,我们采用微山峰式的高定伸应力匹配形式,即缓冲胶定伸应力最大,其次是胎肩胶,再次是外层胶,最小是内层胶。这样各部件之间的定伸应力梯度相对较小,且定伸应力都较高,有利于提高胎体的挺性,缩小轮胎周向的剪切变形,使轮胎整体变形减小,从而达到降低生热、延长轮胎使用寿命的目的。

按照轮胎极限温度的说法,轮胎的耐热性能是指轮胎在行驶中因生热而脱层时所能抵抗的温度变化,而胶料的耐热性取决于硫化网络中键能的大小。多硫键的键能为 $112.59 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,而单硫键的键能为 $145.95 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,即单硫键的热稳定性比多硫键好得多。我厂原来的配方主要采用普通硫化体系,交联键以多硫键为主,耐热性能较差,轮胎在硫化后期和使用过程中易出现硫化返原现象。为此,我们在胎肩胶、缓冲胶和外层胶中采用半有效硫化体系,选用次磺酰胺类后效性促进剂与硫给予体硫化剂 DTDM 并用,其交联键以单硫键和双硫键为主,以改善硫化胶的热稳定性和抗硫化返原性,同时提高胶料的定伸应力。

1 实验

1.1 原材料

NR, 3[#] 烟胶片,俄罗斯产品;BR9000, SBR1500,齐鲁石化公司产品;硫化剂 DTDM,上海京海化工有限公司产品;促进剂 NOBS,河南滑县助剂厂产品;模量增强剂 HMZ,郑州金山集团化工厂产品;其它均为橡胶工业常用原材料。

1.2 配方设计

(1)胎冠胶:为了提高轮胎的耐磨性,采用传统的 NR/BR 并用,并用比为 50/50;补强体系选

用炭黑 N234/N220 并用,用量为 54 份。

(2)胎肩胶:采用 NR/BR 并用,为提高胶料的强度,NR 用量达到 90 份;硫化体系采用促进剂 NOBS、硫化剂 DTDM 和硫黄并用;补强体系采用炭黑 N550/N330 并用,同时使用 1.25 份的模量增强剂 HMZ,主要为提高胶料的定伸应力和模量,减小因胎面下层胶与胎冠胶硬度不同而产生的移动。

(3)缓冲胶:采用全 NR,补强体系为炭黑 N330/N660 并用,用量为 44 份;硫化体系采用促进剂 CZ、不溶性硫黄与硫化剂 DTDM 并用。

(4)胎体帘布层胶:采用 NR/SBR/BR 三胶并用;补强体系为炭黑 N330/N660 并用,用量为 40 份;硫化体系采用促进剂 NOBS、DM、硫化剂 DTDM 和硫黄并用。

1.3 主要生产设备和试验仪器

XM-140 密炼机和 XY-4Γ1730 压延机,大连冰山橡塑股份有限公司产品;LL-BB10/295×2 双模定型硫化机,三明化工机械厂产品;Φ160 mm×320 mm 炼胶机,烟台化工机械厂产品;R100E 硫化仪,北京市友深电子仪器厂产品;XLT-500 N 拉力试验机,江都试验机械厂产品;N6/120-2Y-A 轮胎耐久性转鼓试验机,沈阳橡胶机械厂产品。

2 结果与讨论

2.1 小配合试验

各部位胶料室内小配合试验采用开炼机进行混炼。加料顺序为:生胶→活性剂、防老剂、增粘剂→炭黑→油→促进剂、硫化剂。胶料各项性能测试结果见表 1。由表 1 可以看出,优化配方后,胶料的 300%定伸应力有了不同程度的提高,提高了胎体的挺性,缩小了周向剪切变形,从而达到了降低生热的目的。

2.2 车间大配合试验

在多次小配合试验的基础上,我们对优化的胶料配方进行了车间大料试验,试验结果见表 2。由表 2 可以看出,大配合试验结果与小配合试验基本相同,胶料的工艺性能有所改善,缓冲胶和内外层胶的半成品粘合性都大有提高。

2.3 成品性能

我们用新配方生产了一批 9.00—20 16PR 轮胎,其成品解剖性能和机床耐久、高速试验情况分别见表 3、4 和 5。由试验结果可以看出,成品轮胎胎冠各部位硬度适中,300%定伸应力也较高,各层间粘合力提高了 10%左右;耐久性能试验达到 125.5 h,高速性能试验在 110 km·h⁻¹ 级运转 1 h。轮胎的各项性能都超过了预期目标,较改进前有大幅度提高。

表 1 小配合试验结果

项 目	胎冠胶		胎肩胶		缓冲胶		外层胶		内层胶	
	新配方	原配方	新配方	原配方	新配方	原配方	新配方	原配方	新配方	原配方
门尼焦烧(120℃)/min	49.8	48.2	38.2	36.4	30.5	28.5	31.6	30.6	34	32
硫化仪数据(145℃)										
M _L /(N·m)	2.660	2.363	2.400	2.190	2.180	2.050	2.450	2.410	2.790	2.010
M _H /(N·m)	5.620	5.190	5.439	5.040	5.520	5.280	5.050	4.889	4.989	4.650
t ₁₀ /min	10.2	10.7	7.4	6.9	5.5	5.3	4.8	4.6	6.0	5.7
t ₉₀ /min	22.9	22.5	13.4	12.5	9.6	9.1	11.2	10.6	12.4	11.9
135℃×40 min 硫化胶性能 ¹⁾										
邵尔 A 型硬度/度	67	65	66	64	67	64	64	62	62	60
300%定伸应力/MPa	11.8	10.5	13.0	11.2	14.8	12.0	12.0	9.0	9.8	8.0
拉伸强度/MPa	22.8	22.1	25.2	24.5	25.8	26.4	26.6	26.4	26.6	26.2
拉断伸长率/%	504	540	506	528	500	518	520	514	600	646
阿克隆磨耗量/cm ³	0.080	0.092								
H 抽出力/N					190.2	178.5	198.5	198.8	205.2	202.3
100℃×48 h 老化后										
拉伸强度/MPa	18.6	18.2	19.7	18.4	20.7	19.7	18.6	18.3	21.0	20.2
拉断伸长率/%	390	396	376	368	336	320	332	324	440	452

注:1)胎冠胶的硫化温度为 143℃。

表 2 大配合试验结果

项 目	胎冠胶		胎肩部		缓冲胶		外层胶		内层胶	
	新配方	原配方	新配方	原配方	新配方	原配方	新配方	原配方	新配方	原配方
门尼焦烧(120℃)/min	50	48.6	42	42	30	29.6	33	34	36	35.2
硫化仪数据(145℃)										
M _L /(N·m)	2.170	2.056	2.090	2.050	1.970	1.962	2.216	2.310	1.192	1.190
M _H /(N·m)	5.680	5.648	5.356	5.320	5.342	5.312	4.820	4.856	4.570	4.554
t ₁₀ /min	11.7	11.5	7.4	7.2	5.5	5.5	5.2	5.3	5.8	5.7
t ₉₀ /min	24.4	24.1	15.5	15.4	10.8	10.7	12.2	12.4	13.6	13.4
135℃×40 min 硫化胶性能 ¹⁾										
邵尔 A 型硬度/度	66	66	65	66	66	66	62	62	60	59
300%定伸应力/MPa	11.0	10.2	12.8	11.4	14.0	12.2	12.2	10.8	10.1	8.3
拉伸强度/MPa	22.0	21.2	24.6	24.2	25.2	24.8	25.8	25.6	26.2	26.4
拉断伸长率/%	520	546	504	528	488	496	528	540	620	616
阿克隆磨耗量/cm ³	0.088	0.090								
H 抽出力/N					180.2	178.5	198.2	188.7	198.8	192.5
100℃×48 h 老化后										
拉伸强度/MPa	17.8	16.2	18.9	18.1	19.2	19.0	18.5	18.6	18.0	18.7
拉断伸长率/%	386	388	378	386	356	358	368	386	400	396

注:同表 1。

表 3 成品性能试验结果

项 目	中层	下层
成品轮胎胎冠胶物理性能		
邵尔 A 型硬度/度	65	64
300%定伸应力/MPa	14.5	13.7
拉伸强度/MPa	20.0	22.1
拉断伸长率/%	450	480
拉断永久变形/%	6	5
表面邵尔 A 型硬度/度	66	
阿克隆磨耗量/cm ³	0.112	
各布层间粘合强度/(kN·m ⁻¹)		
胎面与缓冲层	18	
缓冲层间	16.8	
缓冲层与胎体帘布层	14.5	
胎侧胶与胎体帘布层	10.0	
2-3 层	7.2	
3-4 层	8.6	
4-5 层	8.9	
5-6 层	8.5	
6-7 层	10.0	
7-8 层	11.2	

表 4 轮胎耐久性能试验结果

项 目	试验阶段								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
负荷率/%	65	85	100	110	120	130	140	150	
检验时间/h	7	16	24	10	10	10	10	38.5	
损坏情况	肩空、脱层								

注:试验气压 840 kPa;试验速度 50 km·h⁻¹;负荷以单胎所对应的最大负荷为标准,本次试验标准负荷为 2 800 kg。

表 5 轮胎高速性能试验结果

项 目	试验阶段							
	1	2	3	4	5	6	7	
试验速度/(km·h ⁻¹)	55	60	70	80	90	100	110	
行驶时间/min	120	120	120	120	120	120	60	

注:试验气压 840 kPa;负荷 2 800 kg。

2.4 实际里程试验

我厂分别于 2000 年 8 月和 2001 年 2 月选用一汽生产的解放牌 EQ1108 型载重汽车进行实际里程试验。该车标准载质量 5 t,实际载质量 12~15 t,主要在山东-无锡、上海之间的高速公路上行驶,轮胎的实际行驶里程都超过 7 万 km,即使在使用后期也未出现肩空质量问题。

3 结语

(1)通过优化配方,大幅度提高了胎冠胶、胎肩部、缓冲胶和胎体帘布层内外层胶料的 300%定伸应力,增大了轮胎的整体刚性,减小了轮胎在行驶中的变形,从而降低了生热,肩空、脱层质量问题明显减少,提高了轮胎的超载、速度和耐久性能。

(2)优化配方后 9.00—20 16PR 轮胎的耐久性能超过 120 h,速度性能达到 110 km·h⁻¹级运转 1 h,实际行驶里程超过 7 万 km,达到了预期

目的。

(3)自新配方投产后,已生产 9.00—20 以上规格载重轮胎 20 多万条,肩空损坏轮胎数量直线下降,产品受到顾客好评,每年可为我厂减少经济损失上百万元,取得了较好的经济和社会效益。

致谢:本工作得到公司总工程师赵增玉的大力支持,特此表示感谢。

第 12 届全国轮胎技术研讨会论文

3×0.30HT Betru 钢丝帘线
在带束层中的应用

中图分类号:TQ330.38⁺9 文献标识码:B

胎冠脱层是高速级轿车子午线轮胎常见损坏形式,因此提高带束层粘合性能是改善此类轮胎质量的重要技术问题。我公司采用贝卡尔特公司的 3×0.30HT Betru 钢丝帘线替代原来生产中用的 2+2×0.25HT 钢丝帘线作为带束层骨架材料进行了对比试验。现将试验情况介绍如下。

1 3×0.30HT Betru 钢丝帘线的特点

3×0.30HT Betru 钢丝帘线的单丝在捻制前经过预变形处理,钢丝帘线断面具有特殊的多边形结构,即使在张力作用下各单丝间仍有一定空隙,从而使胶料充分渗透到帘线内部,提高钢丝的耐腐蚀性能,延长轮胎的使用寿命。

3×0.30HT Betru 帘线结构规整、帘线直径小、断裂强度高。帘线直径小可以减小带束层帘线的密度和用胶量,减小轮胎质量,降低轮胎滚动阻力;断裂强度高可提高带束层的周向刚性和耐侧滑性,改善轮胎的安全性和可操作性。

2 3×0.30HT Betru 与 2+2×0.25HT 对比

(1)钢丝帘线主要性能

3×0.30HT Betru 与 2+2×0.25HT 钢丝帘线的主要性能对比如表 1 所示。

(2)轮胎加工工艺

压延采用美国进口钢丝纤维两用四辊压延

机。3×0.30HT Betru 压延过程中没有发现帘线弯曲和跳线现象,压延后的钢丝帘布比较平整。

钢丝帘布裁断采用荷兰 VMI 的小角度钢丝帘布裁断机,3×0.30HT Betru 帘布裁断后,钢丝平整,无翘头现象,有利于提高设备自动接头的品质,提高裁断效率。

成型采用荷兰 VMI 的一次法成型机,3×0.30HT Betru 钢丝帘布刚度大,平直度好,裁断后可平整地传递,端部没有翘起现象,可提高成型接头质量及成型生产效率。

在相同设备和工艺条件下,3×0.30HT Betru 钢丝帘线工艺性能优于 2+2×0.25HT。

(3)生产成本

以 205/80R14 轮胎为例,采用等密度的 3×0.30HT Betru 钢丝帘线替代 2+2×0.25HT 进行试验。3×0.30HT Betru 钢丝帘线直径小,渗透性好,因此其压延钢丝带束层的厚度小于 2+2×0.25HT,帘布质量减小,成本降低。

(4)成品性能

分别采用 3×0.30HT Betru 和 2+2×0.25HT 带束层的 205/80R14 轮胎室内性能试验结果表明,使用 3×0.30HT Betru 轮胎的高速性能比使用 2+2×0.25HT 提高了 25%,耐久性提高了 11%,压穿强度提高了 10%。另外,使用 3×0.30HT Betru 带束层的轮胎实际路试也反映良好。

3 结语

3×0.30HT Betru 预变形高强度钢丝帘线适用于高速级轿车子午线轮胎生产,可提高轮胎的高速性、耐久性和强度性能,并且可改善轿车子午线轮胎高速行驶时的安全性和操纵性,同时可提高生产效率,降低生产成本,具有明显的经济效益和社会效益。

(山东成山轮胎股份有限公司 宋继美 张彦军
王海兵 张华刚 李海丽供稿)

表 1 3×0.30HT Betru 与 2+2×0.25HT 钢丝帘线的主要性能

项 目	3×0.30HT Betru	2+2×0.25HT
破断力/N	627	580
帘线直径/mm	0.66	0.67
线密度/(g·m ⁻¹)	1.67	1.56
H 抽出力/N	≥450	≥430
每千克钢丝的镀层质量/g	3.68	4.00
镀层中铜的质量分数	0.66	0.65