

提高 9.00 - 20 16PR 轮胎速度性能的试验研究

朱凤文, 赵洪金, 杨树田

(辽宁轮胎集团有限责任公司, 辽宁 朝阳 122009)

摘要:针对 9.00 - 20 16PR 轮胎在高速使用过程中早期出现的肩空质量问题, 阐述了在配方设计、结构设计和工艺设计上进行相应的旨在提高速度性能的主要技术措施。通过技术改进, 各部件硫化胶的物理性能得到进一步改善, 9.00 - 20 16PR 轮胎耐久性提高 37.6%, 速度性能提高 22.3%。

关键词:载重斜交轮胎; 耐久性能; 速度性能

中图分类号: U463.341+.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-8171(2001)08-0461-06

速度性能是检验载重斜交轮胎质量优劣的重要技术指标之一。20 世纪 90 年代以来, 我国高速公路和高等级公路迅速延伸, 这对我国公路运输事业的发展起到了极大的推动作用, 促使载重汽车车速大幅度提高^[1], 在高速公路上车速已达 $100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 以上, 但是出现了轮胎肩空质量问题, 尤其是 9.00 - 20 16PR 轮胎肩空质量问题日益增多。致使轮胎企业的经济效益受到较大影响^[2]。因此, 提高载重斜交轮胎速度性能迫在眉睫。

1 质量问题的出现及产生原因

9.00 - 20 16PR 轮胎是轮胎行业的支柱产品, 要提高其速度性能, 首先必须从肩空质量问题的出现及肩空的原因谈起。1998 和 1999 年辽宁轮胎集团有限责任公司(简称辽轮集团公司)对用户使用的“长征”牌轮胎损坏情况进行统计汇总, 结果是, 1998 年生产斜交轮胎共 1 180 695 条, 因肩空质量问题退换 11 488 条, 其中 9.00 - 20 16PR 轮胎退换 8 441 条, 占斜交轮胎退换总数的 73.74%; 1999 年生产斜交轮胎共 898 424 条, 因质量问题退换 15 915 条, 其中 9.00 - 20 16PR 轮胎退赔率为 6.1%, 肩空率为 77%。在使用过程中均是早期出现肩空, 轻者

胎肩部位鼓包, 重者胎面胶与缓冲层脱开, 面积达 $280 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$ 。其它品牌也有类似情况。其中一个重要原因, 就是在我国公路运输市场上, 汽车速度提高而斜交轮胎不能与之相适应^[3]。

2 主要技术措施

根据上述情况, 为提高载重斜交轮胎的速度性能, 在配方设计、结构设计和工艺设计方面采取了相应的技术措施。

2.1 配方设计

80 年代中期以来, 我国各主要轮胎企业在改进载重斜交轮胎整体配方方面做了大量的研究工作。如辽轮集团公司应用新型原材料改进轮胎整体配方, 提高各部件胶料的各项物理性能, 取得了明显的技术进步。然而, 载重斜交轮胎在行驶过程中承受着苛刻的外部应力, 特别是胎肩部位产生的高应力和高温, 使材料的性能、胶料与帘线之间的粘合强度下降, 导致轮胎肩空和脱层。因此, 在原轮胎整体配方基础上对其进行了改进。

2.1.1 胎冠胶

胎冠胶配方中适当增大了 NR 应用比例^[4](见表 1), 主要物理性能如表 2 所示。由表 1 可以看出, 改进后的胎冠胶配方生胶采用 NR/钕系顺丁橡胶(BR9100)/SBR 并用, 与改进前配方相比, NR 应用比例由 40% 提高到 50%, 取消了传统的镍系顺丁橡胶(BR9000), 并用

作者简介: 朱凤文(1961-), 男, 辽宁朝阳人, 辽宁轮胎集团有限责任公司高级工程师, 从事橡胶配方设计工作。

40%的BR9100和10%的SBR;炭黑采用新工艺炭黑N234,适当提高胶料的定伸应力和硬度,以保证胎冠胶的耐磨性;化学防老剂采用防老剂4020与防老剂JFA-1(2,2,-二亚甲基胺双叔丁基苯酚,长春通达化工有限责任公司产品)并用,物理防老剂采用微晶蜡等量替代石蜡,以保证胶料抗臭氧老化性能;加工助剂采用分散剂FS-200和交易素T-78并用,以保证降低混炼胶门尼粘度和提高炭黑的分散度。

从表2可以看出,改进配方后硫化胶200%

表1 改进前后载重斜交轮胎胎冠胶配方 份

组 分	改进后	改进前
NR	50	40
BR9100	40	0
BR9000	0	60
SBR	10	0
分散剂 FS-200	1.0	0
胶易素 T-78	1.0	0
防老剂 4020	1.5	0
防老剂 4010NA	0	1.5
防老剂 JFA-1	1.0	0
防老剂 JOL	0	1
炭黑 N234	53	0
炭黑 N220	0	53
芳烃油	6	5.0

注:配方中其它组分不变。

表2 胎冠胶物理性能

项 目	改进后	改进前
硫化仪数据(151)		
$M_H / (N \cdot m)$	21.07	21.5
$M_L / (N \cdot m)$	6.16	6.32
t_{10} / min	9.1	8.6
t_{90} / min	13.8	13.2
邵尔 A 型硬度/度	67(+5)	63(+4)
拉伸强度/MPa	22.9(-17%)	20.6(-11%)
300%定伸应力/MPa	11.4(+43%)	9.5(+45%)
扯断伸长率/%	545(-32%)	525(-26%)
扯断永久变形/%	15.6(-46%)	18.0(-40%)
撕裂强度/($\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$)	65(-16%)	59(-20%)
阿克隆磨耗量/ cm^3	0.10(+84%)	0.13(+71%)
回弹值/%	15(+20%)	14(+21%)
200%疲劳寿命/次	21 510	11 487
屈挠 12 万次裂口等级	无裂纹	无裂纹

注:硫化条件为 142 \times 40 min,括号内数据为 100 \times 48 h 热空气老化后性能变化率。

疲劳寿命提高 46.6%,扯断伸长率提高 3.7%,撕裂强度提高 9.2%,耐磨性能提高 23.1%。

2.1.2 胎侧胶

胎侧胶配方中增大了 BR9100 应用比例(见表 3),其主要物理性能如表 4 所示。从表 3 和 4 可以看出,改进后的胎侧胶生胶采用 NR/BR9100/SBR 并用,与改进前配方相比,NR 的并用比由 50%降至 40%,取消了 BR9000,并用了 40%BR9100 和 20%的 SBR,使 SR 总量由 50%提高到 60%;炭黑品种由 N330 改为 N220;

表3 改进前后载重斜交轮胎胎侧胶配方 份

组 分	改进后	改进前
NR	40	50
BR9100	40	0
BR9000	0	50
SBR	20	0
活化胶粉	0	5
硫黄	1.6	1.2
防老剂 4020	1.5	0
防老剂 4010NA	0	1.5
防老剂 JOL	0	1
防老剂 JFA-1	1	0
微晶蜡	1	0
石蜡	0	1.0
沥青	3.0	0
FY-1 活性硅粉	7.0	0
炭黑 N330	0	33
炭黑 N220	35	0
分散剂 FS-97	1.5	0

注:同表 1。

表4 胎侧胶主要物理性能

项 目	改进后	改进前
硫化仪数据(151)		
$M_H / (N \cdot m)$	21.8	24.1
$M_L / (N \cdot m)$	4.45	5.07
t_{10} / min	7.6	6.1
t_{90} / min	10.11	9.1
邵尔 A 型硬度/度	68(+3)	64(+3)
拉伸强度/MPa	18.8(-9%)	18.7(-10%)
300%定伸应力/MPa	12.5(+12%)	10.9(+15%)
扯断伸长率/%	518(-32%)	422(-20%)
H 抽出力/N	224(-2%)	213(-2%)
200%疲劳寿命/次	21 510	11 487
屈挠 12 万次裂口等级	无裂纹	无裂纹

注:同表 2。

由于配方中采取了防老剂 4020 和防老剂 JFA-1 并用,使用了微晶蜡、FY-1 活性硅粉(安徽省阜阳市化工原料厂产品)等新型原材料,使胎侧胶粘合性能提高 5.2%,200% 疲劳寿命提高 87.3%^[5],这对防止轮胎在使用早期产生肩空、径向裂口具有一定的作用,有利于延长轮胎的使用寿命。

2.1.3 缓冲层胶

缓冲层胶配方采用半有效硫化体系(见表 5),主要物理性能如表 6 所示。由表 5 和 6 可见,改进后的缓冲层胶料硫化体系采取不溶性硫黄 IS7020/促进剂 CZ/DTDM/DM 并用,生胶体系采取 NR/BR9100/SBR 并用,与改进前配方相比,取消了硫黄、促进剂 NOBS、促进剂 TMTD、镍系 BR 和松焦油,NR 由 80%降低到 75%,并用了 20%的 BR9100 和 5%的 SBR,使 SR 总量由 20%提高到 25%。改进后配方中使用了防老剂 4020、防老剂 JFA-1、模量增强剂 HMZ(郑州金山企业集团化工厂产品)和芳烃油,并增大了氧化锌用量^[6],有利于降低胶料生热,提高粘性,使胶料具有较高的定伸应力,

表 5 改进前后缓冲层胶料配方 份

组 分	改进后	改进前
NR	75	80
BR9100	20	0
BR9000	0	20
SBR	5	0
硫黄	0	1.7
不溶性硫黄	1.7	0.63
促进剂 NOBS	0	0.8
促进剂 DM	0.6	0
促进剂 CZ	0.3	0
促进剂 DTDM	0.5	0
促进剂 TMTD	0	0.03
氧化锌	7.0	5.0
硬脂酸	2.0	2.5
防老剂 4010NA	0	1.5
防老剂 4020	1.5	0
防老剂 JFA-1	1.5	0
防老剂 JOL	0	1
模量增强剂 HMZ	1.5	0
松焦油	0	3.0
芳烃油	4.0	3.0

注:同表 1。

表 6 缓冲层胶料物理性能

项 目	改进后	改进前
硫化仪数据(151)		
$M_H/(N \cdot m)$	28.15	24.94
$M_L/(N \cdot m)$	5.39	4.35
t_{10}/min	3.3	3.8
t_{90}/min	5.3	6.5
邵尔 A 型硬度/度	64(+5)	63(+4)
拉伸强度/MPa	24.7(-4%)	24.4(-4%)
300%定伸应力/MPa	12.9(+4%)	11.8(+6%)
扯断伸长率/%	541(-2%)	519(-2%)
H 抽出力/N	224(-3%)	185(-8%)
回弹值/%	60	56
200%疲劳寿命/次	13 974(-66%)	13 176(-65%)
屈挠 12 万次裂口等级	无裂纹	无裂纹

注:硫化条件 142 \times 30 min,括号内数据为 100 \times 48 h 热空气老化后性能变化率。

高温下胶料与尼龙帘线之间的粘合强度保持率较高,缓冲层胶料与帘线之间的粘合强度提高 21.8%,200% 疲劳寿命提高 5.85%,回弹值提高 7.1%,从而延长了轮胎的使用寿命。

2.1.4 外层帘布胶

外层帘布胶配方中加入粘合增进剂 AIR-1(见表 7),主要物理性能如表 8 所示。表 7 和 8 表明,改进后的外层帘布胶料配方并用了粘合增进剂 AIR-1,硫化体系采取硫黄/促进剂 DM/CZ 并用,生胶采取 NR/BR9100/SBR 并

表 7 改进前后帘布层外层胶料配方 份

组 分	改进后	改进前
NR	70	80
BR9100	20	0
BR9000	0	10
SBR	10	10
活化胶粉	0	5
促进剂 NOBS	0	0.95
促进剂 TMTD	0	0.05
促进剂 DM	0.8	0
促进剂 CZ	0.4	0
硬脂酸	2.0	2.5
防老剂 4010NA	1.0	1.5
防老剂 JFA-1	1.0	0
炭黑	45	40
粘合增进剂 AIR-1	5.0	0
芳烃油	7.0	4.0
松焦油	0	4.0

注:同表 1。

表8 外层帘布胶物理性能

项 目	改进后	改进前
硫化仪数据(151)		
$M_H/(N \cdot m)$	28.88	22.45
$M_L/(N \cdot m)$	5.40	3.59
t_{10}/min	2.75	3.58
t_{90}/min	4.80	6.58
300%定伸应力/MPa	11.6(+35%)	10.9(+22%)
邵尔A型硬度/度	62(+7)	59(+4)
扯断永久变形/%	16.8(-45%)	16.8(-33%)
拉伸强度/MPa	22.4(-17%)	21.8(-20%)
扯断伸长率/%	510(-31%)	439(-16%)
H抽出力/N	224.8(-3%)	182.6(-10%)
回弹值/%	59	63

注:硫化条件为137 \times 30 min,括号内为90 \times 48 h老化后性能变化率。

用,与改进前配方相比,取消了促进剂 NOBS、促进剂 TMTD、活化胶粉、松焦油和 BR9000, NR 由 80% 降低到 70%,并用了 20% 的 BR9100,使 SR 总量由 20% 增加到 30%,由于改进后配方中使用了防老剂 JFA-1、芳烃油,并增大了氧化锌的用量,使胶料与帘线之间的粘合强度提高了 23.1%,扯断伸长率提高了 16.2%,硬度提高了 3度。

2.1.5 内层帘布胶

内层帘布胶配方中采取粘合增进剂 AIR-1 和炭黑 MC 并用(见表9),其主要物理性能如表10所示。表9和10表明,改进后的内层帘布胶料配方并用了粘合增进剂 AIR-1 和炭黑 MC,硫化体系采取硫黄/促进剂 DM/CZ 并用,生胶体系采取 NR/BR9100/SBR 并用,与改进前配方相比,取消了促进剂 NOBS、促进剂 TMTD、活化胶粉、松焦油和 BR9000, NR 由 80% 降至 65%,并用了 15% BR9100,增加了 10% SBR,使 SR 总量由 20% 增加到 35%,由于配方中使用了防老剂 JFA-1 和芳烃油,使胶料与帘线之间的粘合强度提高 6.3%,拉伸强度提高 6.7%,200% 疲劳寿命提高 24.2%。

轮胎各部件胶料的 300% 定伸应力呈山峰形非对称分布,胎冠胶、胎侧胶、缓冲胶、外层帘布胶、内层帘布胶的 300% 定伸应力比原配方明显提高。在轮胎行驶过程中,由于缓冲层胶 300% 定伸应力最大,故对胎面向内传递外力起着一种抑制作用,从而减小轮胎变形,降低生

表9 内层帘布胶料配方 份

组 分	改进后	改进前
NR	65	80
BR9100	15	0
BR9000	0	10
SBR	20	10
活化胶粉	0	10
硫黄	2.2	2.3
促进剂 NOBS	0	1.1
促进剂 TMTD	0	0.05
促进剂 DM	0.7	0
促进剂 CZ	0.3	0
硬脂酸	2	2.5
防老剂 4010NA	0.7	1.5
防老剂 JFA-1	0.8	0
松香	1	0
粘合增进剂 AIR-1	5	0
炭黑	40	35
炭黑 MC	10	0
芳烃油	8	5
松焦油	0	5

注:同表1。

表10 内层帘布胶物理性能

项 目	改进后	改进前
硫化仪数据(151)		
$M_H/(N \cdot m)$	22.71	19.83
$M_L/(N \cdot m)$	4.26	3.81
t_{10}/min	3.3	4.3
t_{90}/min	6.6	6.7
邵尔A型硬度/度	61(-3)	60(+3)
拉伸强度/MPa	21.1(-16%)	19.8(-2%)
300%定伸应力/MPa	10.4(+19%)	10.1(+18%)
扯断伸长率/%	539(-52%)	465(-22%)
扯断永久变形/%	14.4(-19%)	16.4(-31%)
H抽出力/N	168.2(-11%)	158.3(-17%)
回弹值/%	60(+7%)	62(+3%)
200%疲劳寿命/次	8 971(-79%)	7 219(-81%)

注:同表8。

热,提高轮胎速度性能。

2.2 结构设计

90年代以来,我国轮胎企业在优化设计技术方面作了大量的技术改进工作,优化轮廓设计对关键的参数进行了技术改进,如辽轮集团在轮胎肩部设计上由切线形改为反弧形,轮胎行驶面宽度 b 值由 180 mm 改为 176 mm;花纹设计上,花纹深度由 16 mm 改为 15 mm,花纹周向节数由 50 节增加到 52 节,同时在花纹周围镶嵌装饰框,在提高速度性能和外观质

量上取得了明显的技术进步。但是,现在载重斜交轮胎胎体厚、生热高,导致轮胎易产生肩空、脱层现象。因此在原设计的基础上,对施工设计进行了改进。

2.2.1 缓冲层

缓冲层加宽减层。为减少缓冲层的端点,把双层窄缓冲层改为单层宽缓冲层,同时取消了下缓冲胶片,使用的仍是 930dtex/V3 尼龙帘布。这对降低轮胎胎冠部位生热,缓冲层端点落入肩部应力集中区造成肩空具有一定的作用,可进一步提高轮胎的速度性能^[7]。

2.2.2 内外帘布层

尼龙帘布减细加密。在 90 年代中后期,国内的外资企业生产的载重斜交轮胎的胎体帘布就采用了 1400dtex/2 高强度尼龙帘线,胎体综合强力高、质量优。目前,国内部分主要轮胎企业在提高载重斜交轮胎速度性能攻关中也采用 1400dtex/2 高强度尼龙帘线。实践证明,1400dtex/2 高强度尼龙帘线与常规使用的 1870dtex/2 相比具有耐疲劳、与橡胶粘合性能好的优点。采用减细加密结构组成 8 层胎体结构,比常规采用的 8 层 1870dtex/2 胎体结构的轮胎,帘线经向密度提高了 30.7%,胎体帘布综合强力提高了 1.1%,胎体厚度减小了 0.6 mm,因此,有利于降低生热,提高轮胎速度性能^[8]。

3 工艺设计

近年来,我国轮胎工业在轮胎制造工艺上取得了较大的进步,制造水平日益提高。过去辽轮集团公司斜交轮胎生产设备自动化程度不高,手工操作步骤多,常因人为了的因素而影响载重轮胎的产品质量。因此,近年狠抓了工艺设计,其中对生产设备主控系统进行了技术改造,实现了自动化。

3.1 胎面胶采用三方四块结构

过去,辽轮集团公司生产的载重斜交轮胎胎面一直是采用两方两块,常因功能匹配不合理影响着轮胎的高速性能。为此对胎面挤出方式进行改造,胎冠胶上下层机外热贴复合、胎侧胶单独挤出、在成型机头上冷贴,从而组成三方

四块结构,达到了性能的合理匹配。

3.2 胎面采用刷胶浆新工艺

长期以来,辽轮集团公司生产的载重斜交轮胎胎面一直采用刷毛设备进行刷毛,常因刷毛不均导致胎面与胎体粘合强度低而影响轮胎的速度性能。为此,对刷毛设备中的减速机、电机、辊道等进行改进,独自制作干燥装置等设备,实现了胎面刷胶浆新工艺,保证了胎面与胎体之间的粘合强度。

3.3 胶帘布裁断机由手控变自控

多年来,辽轮集团公司胶帘布裁断机一直靠手工操作,常因裁断时产生的胶帘布大头小尾问题困扰着轮胎产品质量。为此辽轮集团公司投资 5 万元对裁断机主控系统进行技术改造,由手工操作变成自动控制,使裁出的每一块胶帘布宽度都在 ± 2 mm 的公差范围内,保证了设计方案在实施中处于受控状态^[9]。

3.4 用单片机控制硫化罐硫化

载重斜交轮胎在硫化罐上生产,过去硫化过程中的温度、压力和时间一直靠手工控制,常因硫化罐外压蒸汽超标,硫化时间难以确定而影响轮胎产品质量。为此,辽轮集团公司对硫化罐系统又进行技术改造,开发出硫化罐微机控制系统,使硫化罐的硫化轮胎外压蒸汽温度恒定在 ± 1 的公差范围内,确保了轮胎质量的稳定性^[10]。

4 成品性能

成品轮胎的耐久性和高速性能试验结果见表 11。由表 11 可见,改进后的试验轮胎耐久性能和速度性能明显提高。

表 11 耐久性和高速性能试验结果

项 目	改进后	改进前
耐久性能试验		
总行驶时间/h	110	80
轮胎损坏情况	肩空	爆破
高速性能试验		
总行驶时间/h	13.8	7.5
行驶速度/(km·h ⁻¹)	100	80
最终速度/(km·h ⁻¹)	110	90
轮胎损坏状况	肩空	肩空

5 结语

从配方设计、结构设计、工艺设计方面对提出的框架式技术措施进行实施,从而有效地提高9.00-20 16PR轮胎速度性能。随着科学技术的发展,其它斜交轮胎产品应借鉴此经验,使我国的轮胎产品质量迎头赶上,全面提高。只有这样才能在竞争中立于不败之地^[11]。

参考文献:

- [1] 梁慎言,罗锡荣,杨始燕,等.提高载重尼龙轮胎速度性能的研究[J].轮胎工业,1999,19(4):220.
- [2] 乔俊.高速公路上轮胎爆破的原因和防范措施[J].轮胎工业,1999,19(9):551.
- [3] 孙德琴.提高载重汽车斜交轮胎高速性能的研究[J].轮胎研究与开发,1997(1):45.
- [4] 杨树田.提高载重斜交轮胎耐磨性的研究[J].轮胎工业,

- 1999,19(4):222.
- [5] 陈志宏.我国轮胎原材料现状与发展趋势[J].橡胶工业,1999,46(10):627.
- [6] 莫定瑛.尼龙轮胎整体配方设计[J].轮胎工业,1995,15(12):750.
- [7] 何睦.提高轮胎负荷能力的研究[J].轮胎工业,1999,19(11):649.
- [8] 姜少云,杨红日,潘于丽,等.优化结构设计提高9.00-20 16PR载重斜交轮胎高速与耐久性能[J].轮胎工业,1999,19(2):814.
- [9] 崔海娟.辽轮手控截断机变自控[J].中国橡胶,1999(9):24.
- [10] 闫秀梅.单片机在硫化罐控制中的应用[J].轮胎工业,1999,19(11):678.
- [11] 陈志宏.我国轮胎工业现状与展望[N].中国化工报,2000-01-19(3).

第11届全国轮胎技术研讨会论文

Improvement of speed performance for 9.00 - 20 16PR tire

ZHU Feng-wen, ZHAO Hong-jin, YANG Shu-tian

(Liaoning Tire Group Co., Ltd., Chaoyang 122009, China)

Abstract: The measures in formulation, structure design and process design were taken to eliminate the early separation at shoulder of 9.00 - 20 16PR tire during the operation at high speed. The results showed that the physical properties of vulcanizates at different parts of tire improved; the endurance of finished tire increased by 37.6%; and the speed performance increased by 22.3%.

Key words: bias truck tire; endurance; speed performance

印尼轮胎协会呼吁考虑停止 从中国进口轮胎

中图分类号:TQ336.1 文献标识码:D

印度尼西亚轮胎生产商协会以从中国进口的汽车轮胎质量不佳为由,呼吁印尼政府考虑停止从中国进口轮胎。该协会负责人说,目前从中国进口的轮胎在印尼轮胎市场上所占的份额已经达到了10%,而其价格普遍比从其他国家进口的轮胎价格低30%~40%,而且从中国进口的轮胎质量普遍不佳,很多都达不到印尼工业和贸易部制定的标准。因此,他呼吁印尼政府对从中国进口的轮胎实施更为严格的审查制度,甚至可以考虑停止从中国进口轮胎。

当地的一些市场观察家认为,印尼轮胎生产商协会的这一举动也表现出该协会担心从中国进口的轮胎会冲击印尼本国的轮胎生产行业。他们指出,印尼轮胎生产商协会发出的这一警告应该引起中国轮胎生产厂家的充分重视,中国轮胎生产厂家在进一步加强产品质量的同时,应提前制定出相应的应变策略,以应付印尼市场上可能出现的变化。

但是他们同时认为,从目前的情况来看,印尼轮胎生产商协会的上述呼吁在短期内不会对从中国进口的轮胎产生实质性的不利影响。

(本刊讯)