

6.50R16 8PR 轻载子午线轮胎胎圈裂口问题的解决措施

许美华

(荣成国泰轮胎有限公司 264300)

摘要 造成 6.50R16 8PR 轻载子午线轮胎胎圈裂口的主要原因是轮胎结构设计不合理和使用不当。从结构设计上,应增大轮辋宽度及调整上下胎侧曲线等;从施工设计上,采用上下复合三角胶及用 2 层尼龙加强层替代原一层钢丝加强层等;从工艺设计上,调整成型工艺参数并相应调整成型压力参数等。改进后进行了成品试验。试验结果表明,改进后轮胎外缘尺寸符合国标,耐久性能提高 170%,行驶里程延长 1 倍左右。

关键词 轻载子午线轮胎,胎圈裂口,解决措施

近几年来,随着公路运输业的快速发展,对轮胎性能的要求越来越高。由于子午线轮胎具有耐磨、节油、乘坐舒适等优点,越来越受到用户的青睐。用于客运中巴面包车的 6.50R16 8PR 子午线轮胎出现供不应求的局面。我厂自 1993 年投入生产 6.50R16 8PR 子午线轮胎以来,产品多次通过了国家橡胶轮胎质量监督检验中心的检测,并多次获得国家 and 化工部的奖励。但近几年来,我厂这种轮胎在使用中因胎圈部位早期损坏而退赔的数量增多,在一定程度上影响了我厂的质量信誉,同时,国内各轮胎厂同类产品在使用中的早期损坏情况也相当普遍。经充分调查,我们发现轮胎下胎侧疲劳裂口既与轮胎的使用条件、车辆、道路状况及负荷状况有关,也有原生产技术不适应新的使用要求的原因。面对实际使用的原因在短期内难以更改的现实,提高轮胎内在质量,适应市场需要,最大程度满足用户要求成为轮胎厂的当务之急。针对这种情况,我厂技术人员收

集了国内外有关厂家的技术资料,并进行实际情况调研,解剖并分析了退赔轮胎。在此基础上,从结构设计、施工设计、生产工艺及设备等方面进行了改造。

1 胎圈裂口问题

早期损坏的轮胎,一般花纹磨损仅 2~4 mm,实际里程约为 2 万~4 万 km 时即出现早期损坏的特征。我厂 6.50R16 8PR 轮胎一般在胎体帘线的反包端点或钢丝加强层上部端点裂开,然后逐渐向里扩展。

2 原因分析

2.1 结构设计不合理

从大量实践中,人们了解到轮胎的正常破坏不是帘布和橡胶等部件的断裂,而是帘布层之间或帘布与橡胶之间的脱离。造成脱离的真正原因是轮胎在行驶过程中产生的应力-应变(或应变能)。轮胎在行驶过程中,由于橡胶有滞后效应,其中一部分能量转化为热能,从而使轮胎的内部温度升高,材料性能大幅度下降,帘布与轮胎的粘合力降低,最终导致轮胎破坏。由于轮胎带束层端点和反包端点最易出现应力-应变集中,该部位的应变能最大,最易疲劳,当外部负荷超过正常负荷

作者简介 许美华,女,32 岁。工程师。1988 年毕业于青岛化工学院橡胶工艺专业。主要从事子午线轮胎结构设计工作。曾获国家科技进步二等奖、化工部科技进步二等奖和三等奖。已发表论文 5 篇。

量时,这种现象更明显,因为在高速超载情况下,轮胎在上述两处的应力-应变最大,即应变能最大,从而使该处内部温度急剧升高,最终在该处破坏。

我厂 6.50R16 8PR 轮胎原来设计的模型水平轴偏低, H_1/H_2 值偏小,下胎侧材料过渡不均匀,胎圈刚性不足,在高速超负荷下行驶时,造成应力-应变区域下移,使应力-应变集中于下胎侧帘布反包端点和加强层端点,在反复屈挠下,使该部位的温度升高很大,造成轮胎胎圈早期损坏。

2.2 使用不当

(1) 超载

随着我国汽车工业的迅猛发展,新型载重汽车发动机功率大、超载能力强、行驶速度高,再加上近几年来随着企业管理体制的改革,实行了租赁承包,车主为了经济效益,拼命拉货和载客,造成了车辆超载、超速。6.50R16 8PR 轮胎一般用于载客量为 15 ~ 18 人的中短途中巴车,但在实际运营中常超员,有时多达 40 余人,超载量超过额定量的 60 % ~ 150 %。由于超载造成轮胎在超负荷下断面下沉及径向变形增大,使轮胎过度疲劳,并增大了轮胎和地面的摩擦力。

(2) 充气压力超标

轮胎充气压力过低和过高都会影响轮胎的正常使用寿命,特别是子午线轮胎。轮胎的充气压力越低,轮胎在负荷下变形越大,生热越多;轮胎气压越高,应力越大,使轮胎行驶面突出,轮胎与地面的附着力降低,寿命缩短。一般气压降低 25 %,轮胎寿命约缩短 30 %;气压增高 20 %,寿命会缩短 15 % ~ 20 %。

(3) 超速

近几年来,我国公路业发展迅速,路面条件不断改善,使车辆行驶速度有了很大的提高。例如,由荣成至烟台全长为 150 km,过去需行驶 3.5 h,而今只需 2.7 h;原来行驶速度一般为 30 ~ 50 km · h⁻¹,而今一般为 60 ~

80 km · h⁻¹,且连续行驶时间相对延长,而轮胎各部位的温度升高与轮胎的行驶速度呈线性关系:行驶速度越快,轮胎的温升越高,轮胎越易早期损坏。

(4) 管理不善

大多数车主都不注意随时测量轮胎的充气压力及磨损情况,不根据实际情况及时更换胎位,不注重轮胎的保养,降低了轮胎的使用寿命,造成轮胎早期损坏。

3 改进措施

3.1 结构设计

依据预应力和动平衡设计理论,充分考虑轮胎在动态条件下的变形情况,通过改变轮胎的胎体轮廓在模型内的形状来对胎圈施加预应力,使其在动态下达到最佳平衡状态,结构设计作了如下改进。

(1) 增大轮辋宽度

在外轮廓设计时,增大轮辋宽度,给胎圈部位施加预应力,以增大下胎侧的挺性,相应的断面宽也增大(一般轮辋每增宽 25.4 mm,断面宽相应增大 8 ~ 10 mm)。本方案中,设计轮辋比标准轮辋增宽了 12.7 mm ($C = 152$ mm),断面宽由原来的 174 mm 增大到 178 mm。

(2) 调整上下胎侧轮廓曲线

减小胎肩至胎侧中部的轮廓半径,增大胎圈部位的轮廓半径,改变帘布张力分布,提高带束层和胎圈张力,降低胎侧张力,使胎体帘布反包边缘应力-应变减小。在本方案中,原来上下胎侧弧度半径分别为 100 和 145 mm,调整后分别为 95 和 208 mm。

(3) 调整水平轴的位置

调整 H_1 与 H_2 的比值,适当提高水平轴,使应力-应变集中于肩部与水平轴之间,以减小下胎侧的应力-应变, H_1/H_2 由原来的 1.012 调整到 1.036。

改造前后轮胎外轮廓对比见图 1。

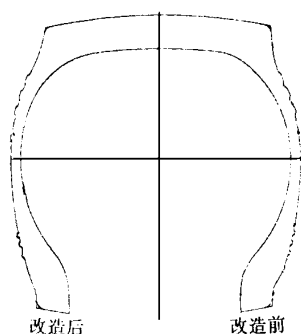


图1 轮胎断面示意图

3.2 施工设计

(1) 采用复合三角胶

原来采用单一三角胶,胶料邵尔A型硬度约为86度,而胎体胶硬度为57度,两种材料的硬度相差29度,造成两种材料的硬度不匹配。针对这种情况,设置了一硬度为65度的上三角胶。采用上三角胶后,减小了硬三角胶与邻近胎体帘布层的层间剪切,提高了胎圈刚性,软硬两种三角胶达到均匀过渡。

改进后的上三角胶为菱形,下三角胶为三角形,二者相互交错。

(2) 采用尼龙加强层

加强层原来采用钢丝,一方面我厂裁加强层的裁断机为裁板机,裁断精度差,效率低,另一方面钢丝较硬,易在其端点处造成应力集中,轮胎易在此处损坏。借鉴国内外同行经验,改为采用两层93tex/2尼龙帘布作加强层,裁断角度为 45° ,两层尼龙加强层端点均高于反包层端点,交叉排列。第1层尼龙加强层位于预复件(气密层、胎侧)与胎体帘布之间,与胎体帘布交叉排列,其外侧端点位于胎体帘布反包端点之上,距水平轴约 $2H/5$;第2层尼龙加强层与胎体帘布、第1层加强层交叉排列,位于胎体帘布与钢丝圈、三角胶之间,其外侧端点位于胎体帘布反包端点与第1层加强层之间,其里侧端点低于第1层加强层里侧端点10 mm左右,详见图2。

(3) 加大胎圈与胎侧搭接宽度

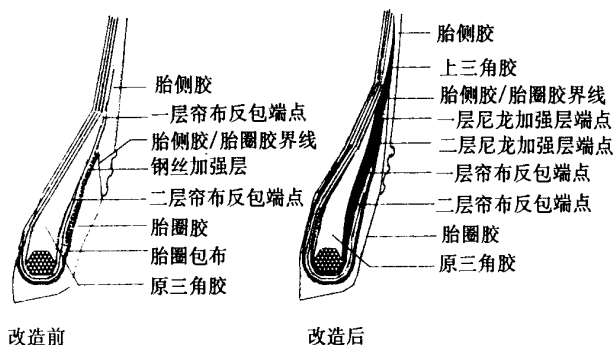


图2 轮胎胎圈部位断面示意图

增大了胎圈硬胶的宽度,原来胎圈与胎侧的搭接宽度为28 mm,现调整为50 mm,总宽为100 mm,使胎圈刚度增大,应力-应变区域上移。

(4) 降低反包高度

为防止反包端点处脱开,适当降低反包高度,使反包端点位于两层尼龙加强层之间,利用尼龙的热收缩特性,在轮胎行驶过程中

产生预紧力,使反包端点减小移动,从而减小了应变能,降低了轮胎在该处损坏的几率。

3.3 工艺设计

(1) 调整成型工艺参数

采用原来工艺成型的胎坯形状不理想,胎坯在肩部、胎圈处形成凹陷,硫化时易窝气;同时由于反包胶囊充气时间过早,造成胎侧拉伸变形过大,厚度减小,使成品胎下胎侧

厚度达不到设计要求。针对这种情况,调整了成型工艺参数,原来扣圈时钢丝圈外间距、反包时钢丝圈外间距、预定型时钢丝圈外间距和成型时钢丝圈外间距分别为 425,410,370 和 275 mm,现调整到 425,370,300 和 265 mm,反包胶囊充气时间由原来的一开始就充气调整到延长 10 s 以后再充气。

(2) 改造扣圈盘

为适应复合三角胶,增大了扣圈盘的直径,使之能完全容纳整个三角胶,保证扣圈时扣圈盘不触及三角胶,确保扣圈的准确性;同时调整了反包盘间距,以保证反包时胎圈部位压实,无窝气现象。

(3) 调整成型压力参数

结合成型工艺参数的调整,还调整了各阶段的成型压力,以保证反包时胎体能充分膨胀,从而保证胎体层与三角胶压实,原来预成型胎体压力、反包时胎体压力和成型时胎体压力为 20,30 和 70 kPa,现调整到 40,50 和 100 kPa。

4 试验

4.1 主要原材料和配方

111tex/3-100 聚酯帘布(弹力经纬),作胎体骨架材料,安丘帘子布厂产品;93tex/2 尼龙帘布,作胎圈加强层,平顶山帘子布厂产品。其余为橡胶工业常用原材料。

胶料配方采用现生产配方。

4.2 生产工艺

成型采用一次法、冠包侧工艺,硫化采用常温硫化工艺。

4.3 生产设备

三复合挤出机,挤出胎面、胎侧,德国 TROESTER 公司产品;六角形缠绕机,缠绕钢丝圈,美国巴特尔公司产品;4S410×100 四辊压延机,压延气密层,台湾鑫昌公司产品;两用压延机,美国波宁公司产品;预复合机、一次法成型机、带束层裁断机,荷兰 VMI 公司产品。

5 试验结果与讨论

(1) 外缘尺寸

改造前后轮胎外缘尺寸对比见表 1。

表 1 改造前后轮胎外缘尺寸对比 mm

外缘尺寸	改造前	改造后	国标
外直径	748.2	748.0	750
断面宽	184.7	183.5	185

从表 1 可以看出,改造后的轮胎外缘尺寸符合国标,与改造前相差不大。

(2) 静负荷性能

改造前后轮胎静负荷性能对比见表 2。

表 2 改造前后轮胎静负荷性能对比

检测项目	改造前	改造后
负荷下断面宽/mm	206.6	—
负荷下静半径/mm	346.7	—
实际负荷/kN	8.4	8.4
印痕长轴/mm	188	196
印痕短轴/mm	136	132
印痕面积/mm ²	247.8	223
断面高/mm	171.8	169.2
负荷下断面高/mm	143.5	203.3
下沉量/mm	28.3	21.7
下沉率/%	16.4	12.6
单位面积平均压力/kPa	338	383
接地因数	1.38	1.5
硬度因数	0.74	0.97

从表 2 可以看出,由于改造后轮胎增大了胎圈刚性,提高了轮胎的硬度因数和接地因数,下沉量及下沉率有所降低,从而保证轮胎在负荷下的应力-应变区域位置比改造前有所提高,解决了轮胎在负荷下胎圈部位早期裂口的问题,提高了轮胎的耐久性。

(3) 水压爆破

改造前轮胎水压爆破试验安全倍数为 6.2,改造后为 6.4。

(4) 强度性能

改造前轮胎压穿性能试验破坏能是标准值的 138%,改造后为 147%。

(5) 室内耐久性试验

改造前后轮胎室内耐久性试验对比见表

3。

从表 3 可以看出,改造后轮胎在耐久性上远高于改造前,且从根本上解决了胎圈部位裂口问题。

表 3 改造前后轮胎室内耐久性试验对比

项 目	试 验 阶 段							
	1	2	3	4	5	6	7	8
改造前								
负荷率/ %	75	95	115	125	135	145	150	—
行驶时间/ h	4	6	24	10	10	10	48	—
累计行驶时间/ h	112							
试验结束时轮胎状况	胎圈周向裂口							
改造后								
负荷率/ %	75	95	115	125	135	145	150	200
行驶时间/ h	4	6	24	10	10	10	214	25.2
累计驶时间/ h	303.2							
试验结束时轮胎状况	上胎侧裂口							

(6) 实际里程试验

为了更准确地验证改进后轮胎的实际使用性能,从 1997 年 9 月开始用 2 辆车作实际里程试验对比。2 辆试验车为荣成到济南的长途客运车,每天行驶里程为 500 km,路面良好。改造前的轮胎行驶到 32 716 km 时,胎圈部位即出现细小裂纹,当行驶到 43 756

km 时,轮胎整周出现比较大的裂口,该轮胎停止里程试验;改造后的轮胎至今已行驶了 73 255 km,胎圈部位无任何质量问题,且还在试验中,预计可行驶 9 万 km。

6 结 论

(1) 增大轮辋宽度和改变水平轴及上下胎侧轮廓半径可以改变整个轮胎的张力分布。

(2) 合理调整轮胎材料分布,采用复合三角胶,增大胎圈胶的高度,可以提高胎圈的刚性,从而提高了轮胎的超载性能和耐久性。

(3) 采用 2 层尼龙加强层代替 1 层钢丝加强层,加强效果显著。

(4) 一次法成型工艺参数对轮胎的形状和性能有很大的影响,需根据实际情况进行调整。

尽管改造后轮胎耐久性比改造前提高了 170 %,但仍必须加强对用户宣传轮胎使用常识,引导用户正确使用、维护和保养轮胎。

第十届全国轮胎技术研讨会论文

Precautions for Bead Failure of 6.50R16 8PR Radial Light Truck Tire

Xu Meihua

(Rongcheng Guotai Tire Co., Ltd. 264300)

Abstract The bead failure of 6.50R16 8PR radial light truck tire mainly resulted from the unreasonable structure design and the improper operation conditions. As to structure design, the rim width increased and the curve on lower sidewall was adjusted; in terms of construction design, the upper and lower apex assembly was used, and two layers of nylon ply were used as bead reinforcement instead of the exist one layer wire ply; with regards to processing technology design, the building parameters were adjusted. It was found through the test on the improved finished tire that the overall diameter of the improved tire was in accordance with the requirements in the national standard, the endurance life increased by 170 % and the tread life by 100 %.

Keywords radial light truck tire, bead failure