

7.00R16LT全钢轻型载重子午线轮胎的轻量化施工设计

李敏,刘军华,杨阳,黎邦伟,张永利

[双钱集团(重庆)轮胎有限公司,重庆 400900]

摘要:介绍7.00R16LT全钢轻型载重子午线轮胎的轻量化施工设计。带束层由3层结构调整为2层结构,钢丝圈结构由3-6-3调整为4-6-4,内衬层厚度减小0.2 mm,隔离胶宽度减小60 mm,三复合总宽度从205 mm减小至200 mm。结果表明,轻量化后的成品轮胎充气外缘尺寸、强度性能、耐久性能、高速性能、胎圈耐久性能均符合设计、国家标准和企业标准要求,成本明显降低。

关键词:全钢轻型载重子午线轮胎;施工设计;轻量化;带束层;钢丝圈;耐久性能;高速性能

中图分类号:U463.341⁺.3;TQ336.1

文章编号:2095-5448(2023)04-0193-04

文献标志码:A

DOI:10.12137/j.issn.2095-5448.2023.04.0193



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

近年来随着国内经济高速发展以及“走出去”政策的实施,国内外汽车工业和高速公路建设突飞猛进,极大地带动了轮胎行业的发展。全钢载重子午线轮胎以其安全、耐磨、高承载、高速、节油等优异性能受到用户青睐^[1-3]。

7.00R16LT全钢载重子午线轮胎属于中小规格轮胎,我公司原有施工设计主要是从承载性能和耐久性能方面考虑,所以此规格轮胎各部位的安全倍数设计都为加强设计,虽然很好地保证了承载性能和耐久性能,但轮胎质量也相应加大,从而增加了成本。在轮胎市场竞争日益激烈的大环境下,为提高国内外市场占有率,轮胎企业在保持原有性能的基础上,对产品进行轻量化改进,以达到降本增效的目的^[4-6]。

现对我公司7.00R16LT全钢载重子午线轮胎轻量化施工设计进行介绍。

1 优化措施

7.00R16LT全钢载重子午线轮胎的部件贴合示意图见图1。首先对原施工和现场实际断面进行

作者简介:李敏(1986—),男,湖北荆州人,双钱集团(重庆)轮胎有限公司工程师,学士,主要从事轮胎结构设计工作。

E-mail:363142737@qq.com

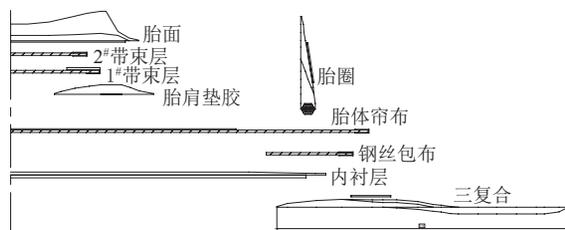


图1 部件贴合示意

梳理分析,再对材料分布图优化设计,同时对优化后的安全倍数进行理论计算,确定采取以下措施对产品进行轻量化调整。

1.1 带束层结构调整

带束层由原设计的3层结构调整为2层结构。根据轮胎市场定位及对带束层安全倍数计算,决定带束层采用2层结构,保留工作层(1#和2#带束层),取消原来起缓冲作用的3#带束层,同时对带束层宽度进行优化调整,在保证安全倍数达标的前提下减轻带束层质量,节约成本。带束层参数与调整见表1。

1.2 钢丝圈钢丝根数减少

钢丝圈结构调整,胎圈采用三角胶与钢丝圈预贴合,三角胶采用软胶和硬胶双复合挤出,既保证了胎圈性能又提高了生产效率。钢丝圈采用直

表1 带束层参数与调整

带束层	钢丝结构	宽度/mm	
		调整前	调整后
1 [#] 带束层	3×0.20+6×0.35HT	138	134
2 [#] 带束层	3×0.20+6×0.35HT	118	114
3 [#] 带束层	5×0.38HI	68	取消

径为1.55 mm的高强度钢丝进行正六角形缠绕,排列方式从优化前的3-6-3调整为4-6-4,钢丝根数由原来的30减少为24。通过对胎圈安全倍数进行计算,达到使用要求。优化前后钢丝圈结构如图2所示。

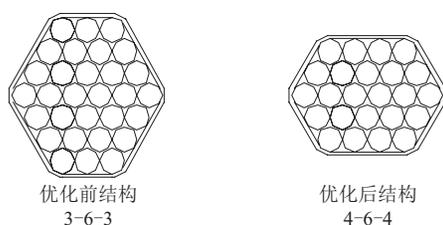


图2 优化前后钢丝圈结构

1.3 内衬层厚度减小

内衬层厚度整体减小0.2 mm。根据此规格轮胎市场要求有内胎与无内胎两用,内衬层采用双层设计。第1层采用气密性良好的胶料,以保证轮胎在不同使用条件下都能有良好的气密性和保护性;第2层采用粘合性能优异的胶料,以保证气密层胶与胎体帘布之间的粘合性能良好。两层内衬层采用造型设计,采用双复合挤出与型辊一次成型出部件,既保证了内衬层厚度在轮胎各部位过渡均匀,再根据材料分布图 and 实际断面情况,对内衬层厚度进行调整,减轻了内衬层质量。优化前后内衬层尺寸如图3所示。

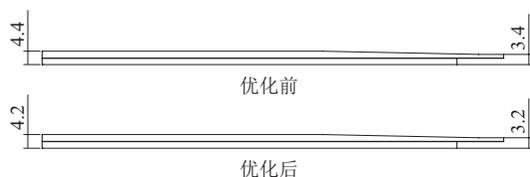


图3 优化前后内衬层尺寸

1.4 帘布隔离胶宽度调整

隔离胶宽度减小60 mm。根据对轮胎负荷能力和耐屈挠性能的要求,同时考虑轻量化设计要求,胎体帘布选用3+9×0.22+0.15HT钢丝帘线,同时减小帘布隔离胶宽度。通过对胎体帘布安全倍数计算,达到使用要求。

1.5 三复合尺寸调整

通过优化胶料宽度与厚度可以减轻三复合(胎圈胶、胎侧胶、胎侧填充胶复合的胎侧部分)质量。根据现场实际断面分析,对三复合尺寸进行优化,总体宽度从205 mm减小至200 mm,同时调整胎圈和胎侧厚度优化轮胎整体材料分布。优化前后三复合尺寸如图4所示。

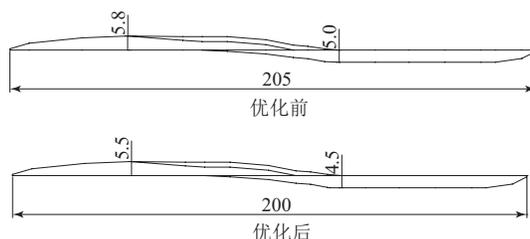


图4 优化前后三复合尺寸

2 产品制造

2.1 胶料混炼

对于轮胎而言,胶料质量是轮胎质量的基础,不但影响轮胎的使用性能,还影响轮胎的外观质量,甚至对轮胎的加工性能也起着决定性的作用。在胶料混炼工艺上重点对钢丝覆胶和纯胶部件涉及的胶料进行研究,根据各部件的性能特点采用不同类型密炼机,用不同加工段数进行控制,以保证胶料的质量和性能。

2.2 钢丝帘布压延

钢丝帘布是轮胎的基本骨架材料,钢丝帘布质量的优劣也是轮胎质量的决定因素。采用意大利进口钢丝压延设备,工艺上严格控制锭子房温度和湿度、锭子架的钢丝张力、挤出机的温度和压力等,以确保钢丝帘布的覆胶质量。

2.3 部件挤出

挤出胶部件主要包括胎面、垫胶、三角胶、三复合和内衬层。部件挤出采用双复合和三复合挤出机,胎面采用上下层复合压出,垫胶单独挤出,三角胶采用软硬胶复合挤出,三复合采用三复合挤出机复合挤出,内衬层采用对顶式挤出机复合生产,以确保预复合工艺精度和胶部件质量稳定。

2.4 成型

采用三鼓一次法成型机进行成型,部件贴合灯光线、定型、反包和滚压压力等均伺服控制。各部件自动定长裁断,接头分布按技术要求错落分

布,以保证胎坯成型精度与成品轮胎各项性能。由于取消了3[#]带束层,成型操作时间比原来每条轮胎缩短近20 s,提高了轮胎的加工效率。

2.5 硫化

采用双模热板式硫化机进行硫化,硫化设备为全自动控制。硫化工艺:硫化热板温度为 (145 ± 2) °C,硫化模套温度为 (147 ± 2) °C,硫化氮气压力为 $(2.6\sim 2.8)$ MPa,硫化时间根据测温计算比轮胎轻量化之前节省2 min,提升了硫化效率;生产过程中严格控制硫化时间、温度和压力;成品轮胎外观良好,无过硫、缺胶现象。

3 成品性能

3.1 轮胎断面

通过对轮胎断面各个测量点进行测量,结果均符合企业标准,胎冠与胎踵断面分别见图5和6。



图5 胎冠断面



图6 胎踵断面

3.2 外缘尺寸

外缘尺寸按照GB/T 521—2012《轮胎外缘尺寸测量方法》进行测定。安装在标准轮辋上的成品轮胎在标准充气压力下的充气外直径和充气断面宽分别为858和233 mm,国家标准要求分别为842~868和226~247 mm,轮胎外缘尺寸均符合国家标准要求。

3.3 强度性能

强度性能按GB/T 4501—2016《载重汽车轮胎性能室内试验方法》进行测试,试验条件:充气压力为770 kPa,压头直径为19 mm。轮胎强度性能试验结果见表2。

表2 轮胎强度性能试验结果

项目	试验阶段				
	1	2	3	4	5
破坏能/J	724.3	731.1	728.5	728.3	1 661.4
程度	未压穿	未压穿	未压穿	未压穿	压穿

从表2可以看出,第5点压穿,轮胎破坏能为1 661.4 J,为国家标准值的233.3%。轮胎强度性能符合国家标准要求。

3.4 耐久性能

轮胎耐久性能按GB/T 4501—2016进行测试,试验条件:充气压力为770 kPa,负荷为1 320 kg,轮胎累计行驶时间为117.78 h。轮胎耐久性能试验结果见表3。

表3 轮胎耐久性能试验结果

项目	试验阶段										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
负荷率/%	70	90	105	115	125	135	145	155	165	175	185
行驶时间/h	7	16	24	10	10	10	10	10	10	10	0.78

从表3可以看出,轮胎耐久性能符合设计和国家标准要求。轮胎最终破坏形式为胎肩爆破,破坏形式与轻量化前破坏形式相同,耐久性能略有下降。

3.5 高速性能

轮胎高速性能按企业标准进行测试,试验结果见表4。

表4 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/($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	100	100	110	120	130	140	150
行驶时间/h	0.17	0.17	0.17	0.50	0.50	0.50	0.05

从表4可以看出,轮胎的最高行驶速度为150 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$,累计行驶时间为2.05 h。成品轮胎高速性能良好,满足企业标准要求($\geq 120 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$)。轮胎最终破坏形式为冠部爆破,高速性能和破坏形式均与轻量化前不相上下。

3.6 胎圈耐久性能

胎圈耐久性能按企业标准进行测试,将胎面打磨至花纹沟底的轮胎安装在标准轮辋上,在充气压力为770 kPa、负荷为200%标准负荷、速度为30 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ 的条件下进行胎圈耐久性能试验,试验结果见表5。

从表5可以看出,轮胎累计行驶时间为475.78

表5 轮胎胎圈耐久性能试验结果

项 目	试验阶段1	试验阶段2
负荷率/%	100	200
行驶时间/h	2	473.78

h,胎圈耐久性能高于企业标准要求。

4 成本对比

通过一系列的优化措施,单胎质量减小。轻量化前后半制品质量对比见表6。

表6 半制品轻量化前后质量对比 kg

半制品	轻量化前质量	轻量化后质量
3#带束层	0.53	0
钢丝圈	1.28	1.04
内衬层	2.78	2.73
帘布隔离胶	0.52	0.46
三复合	3.04	2.84

由表6可以看出,轻量化后单胎质量减小了1.08 kg,每条轮胎节约成本12.03元。按照此规格轮胎年均产量10万条计,轻量化后每年节约成本超过120万元。

由于取消3#带束层,成型效率提升,成型每班产量可以提高10条左右。轻量化还节约了硫化时间,硫化单胎能耗下降的同时生产效率也明显提高。

按照轻量化方案生产150条试验轮胎,分为3个批次分别发往西南、南方、东北市场进行装车路试。经过近1年半的跟踪路试,各市场客户均反馈

路试轮胎整体磨损状况良好,使用过程中无异常损坏情况发生,满足了各地客户的需求。

5 结论

(1) 7.00R16LT全钢轻型载重子午线轮胎在采用2层带束层结构及轻量化设计后,充气外缘尺寸、强度性能、耐久性能、高速性能、胎圈耐久性能均符合设计以及国家标准和企业标准要求。

(2) 经过轻量化后生产成本明显降低,且生产效率提高,为公司创造了良好的经济效益。

(3) 在市场使用过程中产品性能满足了客户的使用要求,为公司赢得了良好的口碑,有效提升了我公司此规格产品的市场竞争力。

参考文献:

- [1] 王宗运,张国栋,姬凯奇,等. 11R22.5无内胎载重子午线轮胎的轻量化设计[J]. 轮胎工业,2022,42(1):17-19.
- [2] 曾季,阙元元,蔡尚脉,等. 电动汽车轮胎的发展现状与设计思路[J]. 橡胶工业,2019,66(12):883-894.
- [3] 姚雪梅. 12R22.5轻量化驱动轮胎的设计[J]. 橡胶科技,2020,18(9):524-526.
- [4] 张升超. 汽车车轮轻量化设计[D]. 青岛:青岛大学,2020.
- [5] 张俊伟,汪彬,罗建刚. 2×0.30ST钢丝帘线在轿车轮胎带束层中的应用[J]. 橡胶科技,2020,18(4):206-208.
- [6] 隋斌,王秀梅,李园园,等. 轻量化12R22.5全钢载重子午线轮胎的设计[J]. 轮胎工业,2019,39(11):660-662.

收稿日期:2022-11-10

Lightweight Construction Design on 7.00R16LT All-steel Light Truck and Bus Radial Tire

LI Min, LIU Junhua, YANG Yang, LI Bangwei, ZHANG Yongli

(Double Coin Group Chongqing Tyre Co., Ltd, Chongqing 400900, China)

Abstract: The lightweight construction design of 7.00R16LT all-steel light truck and bus radial tire was introduced. The belt layer was adjusted from the three-layer structure to the two-layer structure and the structure of bead wire was adjusted from 3-6-3 to 4-6-4. The thickness of the inner liner was reduced by 0.2 mm. The width of the isolation compound was reduced by 60 mm and the width of the triplex side wall was reduced from 205 mm to 200 mm. The results showed that the inflated peripheral dimension, strength, endurance performance, high-speed performance and bead endurance of the finished lightweight tire met the requirements of the design, corresponding national standards and enterprise standards, and the cost was significantly reduced.

Key words: all-steel light truck and bus radial tire; construction design; lightweight; belt; bead; endurance performance; high-speed performance