7. 00R16全钢轻型载重子午线轮胎的设计

李园园，王秀梅，隋　斌，高同舜
（青岛双星轮胎工业有限公司，山东 青岛　266400）

摘要：介绍7. 00R16全钢轻型载重子午线轮胎的设计。结构设计：外直径　773 mm，断面宽　198 mm，行驶面宽度　158 mm，行驶面弧度高　4 mm，胎圈着合直径　405. 2 mm，胎圈着合宽度　156 mm，断面水平轴位置（H_1/H_2）1. 089，采用4条纵向曲折花纹沟设计，花纹深度　11 mm，花纹饱和度　79. 78%，花纹周节数　56。施工设计：胎面采用冠部胶和缓冲胶片设计，采用2层带束层设计，1#和2#带束层均采用3×0. 20＋6×0. 35HT钢丝帘线，胎体采用3＋9×0. 22＋0. 15HT钢丝帘线，采用一次法成型机成型、液压热板式硫化机硫化。成品轮胎性能试验结果表明，轮胎的充气外缘尺寸、强度性能和耐久性能均符合相应设计和国家标准要求，高速性能符合企业标准要求。

关键词：全钢轻型载重子午线轮胎；结构设计；施工设计
中图分类号：U463. 341$^+$. 3/. 6；TQ336. 1　　**文章编号**：1006-8171（2019）09-0539-03
文献标志码：A　　**DOI**：10. 12135/j. issn. 1006-8171. 2019. 09. 0539

随着社会的发展，人们的安全出行意识越来越强，欧盟地区法律规定冬季必须使用冬季轮胎。轮胎的主要材料橡胶对温度的敏感度较高，一般在0 ℃时，轮胎会丧失部分抓着力，冰雪路面的摩擦因数更小，不易操控。为了满足市场需求，我公司成功开发了适于冬季在0 ℃以下环境中铺装路上行驶的轻型载重汽车或小巴士驱动轮的7. 00R16全钢轻型载重子午线轮胎。现将其设计情况简介如下。

1　技术要求

根据GB/T 2977—2008《载重汽车轮胎规格、尺寸、气压与负荷》，确定7. 00R16全钢轻型载重子午线轮胎的技术参数为：标准轮辋　5. 50F，充气外直径（D'）　775（763. 92～786. 08）　mm，充气断面宽（B'）　200（192～210）　mm，标准充气压力770 kPa，标准负荷　1 320 kg，速度级别　L。

2　结构设计

2. 1　外直径（D）和断面宽（B）

全钢载重子午线轮胎由于冠部周向带束层钢丝帘线的箍紧作用，轮胎充气后外直径膨胀较小，根据我公司现有规格轮胎的设计经验，本次设计D取773 mm，外直径膨胀率（D'/D）为1. 003。

轮胎B的变化稍大于D的变化，且影响因素较多，如胎体帘线类型、带束层结构和角度等，且B的取值与胎圈着合宽度（C）有密切的关系，C比标准轮辋宽度增大12. 7 mm（0. 5英寸），则B相应增大6. 35 mm（0. 25英寸），综合考虑，本次设计B取198 mm，断面膨胀率（B'/B）为1. 010。

2. 2　行驶面宽度（b）和弧度高（h）

b的选取主要考虑轮胎与地面接触时压力分布的均匀性，确保轮胎胎面均匀磨耗，b取值直接影响轮胎的使用性能，b取值过大，易造成胎肩、胎冠脱层等早期损坏，且轮胎滚动阻力大；b取值过小，易造成轮胎接地面积过小，单位面积压力增大，耐磨性能差。根据该轮胎的花纹特点及使用条件，综合考虑轮胎的耐磨性能、抓着性能和滚动阻力等特性，既要减少轮胎在使用过程中因生热而造成的胎冠脱层，又要保证轮胎在行驶过程中与路面有最大的接触面积，从而改善轮胎的耐磨性能，延长轮胎的使用寿命，本次设计b取158 mm，则b/B为0. 80。

h取值非常重要，h取值合理，轮胎接地形状近似为矩形，胎面磨损均匀；h取值过大，磨胎冠；h取

作者简介：李园园（1981—），女，山东潍坊人，青岛双星轮胎工业有限公司工程师，学士，主要从事轮胎结构设计工作。
E-mail：liyuanyuan@doublestar. com. cn

值过小，则磨胎肩，造成轮胎畸形磨损。因此，设计时应充分考虑这些因素的影响。本次设计胎冠弧为一段弧设计，h取4 mm。

2.3 胎圈着合直径（d）和C

轮胎胎圈部位的设计尺寸主要根据标准轮辋曲线来确定。d的取值应满足轮胎装卸方便和与轮辋紧密配合的要求。胎圈与轮辋装配过盈量过大时，轮胎装卸困难，且影响轮胎安全性能；过盈量小时，轮胎不能与轮辋紧密结合。为避免胎圈与轮辋配合不紧而产生移动变形、爆胎等问题。本次设计d取405.2 mm。

C根据轮辋宽度确定，对有内胎轮胎而言，一般情况下采用C比标准轮辋宽度增大12.7～25.4 mm（0.5～1英寸）设计，综合考虑，本次设计C取156 mm。

2.4 断面水平轴位置（H_1/H_2）

断面水平轴的选取至关重要，断面水平轴位于轮胎断面最宽点，也是轮胎断面最薄、胎侧变形最大的位置，H_1/H_2的选取对轮胎的使用性能和使用寿命有很大的影响。H_1/H_2取值偏小时，轮胎使用过程中容易造成胎圈部位应力集中，导致胎圈早期损坏；H_1/H_2取值偏大时，则容易造成胎肩部位应力集中，导致胎肩损坏。综合考虑，本次设计H_1/H_2取1.089。

轮胎断面轮廓如图1所示。

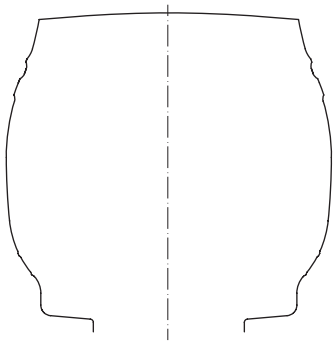

图1 轮胎断面轮廓示意

2.5 胎面花纹

冬季轮胎胎面花纹的设计重点在于保证其抓着性能、驱动性能和安全性能。该规格轮胎的花纹采用4条纵向曲折花纹沟设计，并密布横向钢片，以提高雨天湿滑路面和雪地抓着力；胎面胶料采用专有的冬季轮胎配方，降低玻璃化温度，提高安全性能。花纹深度为11 mm，花纹周节数为56，花纹饱和度为79.78%。

胎面花纹展开以及立体效果分别如图2和3所示。

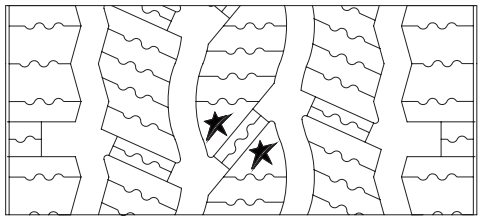

图2 胎面花纹展开示意

图3 胎面花纹三维效果示意

3 施工设计

3.1 胎面

胎面采用冠部胶（单胶种）加贴缓冲胶片设计。冠部胶采用冬季轮胎专用胶料配方，低温环境下抓着力好、安全性高。胎面总宽度为200 mm，冠部宽度为142 mm，胎肩厚度为17.5 m，胎中央厚度为13 mm。

胎面横截面如图4所示。

图4 胎面横截面示意

3.2 带束层

带束层是子午线轮胎的主要受力部件，它决定了充气轮胎的形状以及轮胎由内压引起的初始应力。带束层的刚性对轮胎的使用性能影响很大，为此带束层应有足够的刚性，以防止胎体钢丝帘线在胎面冠部的伸张，确保轮胎与地面的接触，从而使轮胎均匀磨耗、行驶平稳。本次设计采用2层带束层结构，1#和2#带束层均采用

3×0.20＋6×0.35HT钢丝帘线，其中1#带束层角度为24°，2#带束层角度为18°，安全倍数为6.8。

3.3　胎体

胎体的安全倍数主要根据轮胎的充气压力与负荷计算。胎体帘线为轮胎提供支撑性能，必须有足够的强度，满足承载负荷的能力，保障轮胎使用的安全性。本次设计胎体选用3＋9×0.22＋0.15HT钢丝帘线，胎体安全倍数为9.72，满足使用要求。

3.4　胎圈

钢丝圈采用直径为1.55 mm高强度回火胎圈钢丝，排列形式为4-5-6-5-4，共24根，钢丝圈为六角形结构，缠绕直径为418 mm，钢丝圈安全倍数为6.67。

3.5　成型

采用一次法胶囊鼓反包成型机成型，成型机头直径为385 mm，机头宽度为494 mm，采用侧包冠成型工艺，部件接头按一定角度错开均匀分布，接头部位滚压平整，保证轮胎质量的稳定性。

3.6　硫化

采用液氮热板式硫化机硫化，硫化条件为：硫化内蒸汽温度　(207±3) ℃，硫化内蒸汽压力　(1.8±0.1) MPa，热板温度　(152±2) ℃，模套温度　(160±2)℃，高压氮气压力　(2.60±0.15) MPa，总硫化时间　33.2 min。

4　成品性能

4.1　外缘尺寸

外缘尺寸按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D'和B'分别为774和202 mm，均符合设计和国家标准要求。

4.2　强度性能

强度性能按GB/T 4501—2008《载重汽车轮胎性能室内试验方法》进行测定，试验条件为：充气压力　770 kPa，压头直径　19 mm。试验结果表明，第5点未压穿，轮胎的破坏能为946.1 J，为国家标准值的132.89%，符合设计和国家标准要求。

4.3　耐久性能

耐久性能按GB/T 4501—2008进行测定，试验条件为：充气压力　770 kPa，负荷　1 320 kg。结果表明，完成国家标准规定程序后，每行驶10 h负荷率增大10%继续进行试验，负荷率增大到150%、行驶33 h后，成品轮胎仍完好，为提高公司机床利用率，结束试验。成品轮胎累计行驶时间为120 h，试验结束时轮胎未损坏，成品轮胎耐久性能良好，符合国家标准要求。

4.4　高速性能

高速性能按企业标准进行测定，试验条件和结果如表1所示。从表1可以看出，轮胎的最高行驶速度为130 km·h^{-1}，在此速度下行驶了120 min结束试验，此时轮胎未损坏。成品轮胎高速性能良好，满足企业标准要求(≥120 km·h^{-1})。

表1　高速性能试验条件及结果

项　目	阶段								
	1	2	3	4	4	6	7	8	9
试验速度/(km·h^{-1})	55	60	70	80	90	100	110	120	130
行驶时间/min	120	120	120	120	120	120	120	120	120

注：充气压力为770 kPa，标准试验负荷为1 320 kg。

5　实际路试

为进一步验证成品轮胎性能，进行了成品轮胎实际道路试验，将试验轮胎在沈阳装配于福田奥铃前二后四皮卡车上，空车质量为2 t，标准载质量为1.6 t，实际拉货质量为2～3 t，车货总质量不超过5 t。行驶速度主要按各路段限速标准行驶，一般不超过60 km·h^{-1}。路况主要是市区及周边铺装路面。实际路试结果表明，轮胎制动距离短，抓着力大，司机对轮胎的雪地防滑性能表示满意。

6　结语

7.00R16全钢轻型载重子午线轮胎的充气外缘尺寸、强度性能、耐久性能、高速性能均符合设计以及国家标准和企业标准要求。该冬季轮胎的成功开发，完善了公司的产品结构，抢占了市场份额，其花纹外观美观，抓着性能良好，为公司创造了良好的经济效益和社会效益。

收稿日期：2019-03-21