

225/40R18全天候低断面半钢子午线轮胎的设计

郑涛, 陈强, 孔东东, 秦怡如

(山东丰源轮胎制造股份有限公司, 山东 枣庄 277300)

摘要:介绍225/40R18全天候低断面半钢子午线轮胎的设计。结构设计:外直径 629 mm,断面宽 242 mm,行驶面宽度 190 mm,行驶面弧度高 5.6 mm,胎圈着合直径 456.5 mm,胎圈着合宽度 220 mm,断面水平轴位置(H_1/H_2) 1.023 9;胎面花纹为长型花纹与短型花纹交替的变节距花纹,花纹深度 7.5 mm,花纹饱和度 68.18%。施工设计:胎面采用全分层设计,胎侧采用三复合结构,胎体采用高模量低收缩聚酯帘线,2层带束层均采用 3×0.30 HT钢丝帘线,冠带层采用锦纶66帘线,采用一次法成型机成型,液压硫化机和氮气硫化工艺硫化。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、耐久性能和高速性能均达到设计要求。

关键词:半钢子午线轮胎;结构设计;施工设计;全天候轮胎;低断面

中图分类号:U463.341⁺.4/.6

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2020)10-0593-04

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2020.10.0593



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

1 全天候轮胎概况

全天候轮胎又称四季轮胎、全路面轮胎,适用于各种季节、气候及路面条件^[1]。米其林公司的一项调查结果显示:即使有明确的数据证明冬季轮胎的益处,大部分驾乘者仍因麻烦而不愿意更换轮胎;超过40%的驾驶者认为根据气候更换轮胎非常不便;在德国3%车辆全年使用冬季轮胎,在法国该比例为7%。在除冬季外的其他季节使用冬季轮胎会影响汽车的干地操纵性能,尤其在炎热天气中使用冬季轮胎还会增大汽车的油耗。

为此,米其林率先研发了全天候轮胎,其综合了夏季轮胎和冬季轮胎的优点,既具有较好的干地操纵性能、燃油经济性以及较长的使用寿命,又具有优异的雪地路面牵引性能和制动性能,并获得雪山标识认证。其他轮胎企业也相继推出各自的全天候轮胎产品,如普利司通公司的Weather Control A005轮胎(见图1)和大陆公司的All Season Contact轮胎(见图2)等。

山东丰源轮胎制造股份有限公司(以下简称丰源轮胎)成功开发出全新的全天候轮胎,完美地保证了驾乘者在不同季节的体验,其特点如下。

作者简介:郑涛(1982—),男,山东枣庄人,山东丰源轮胎制造股份有限公司高级工程师,硕士,主要从事轮胎工艺研究及管理工作。

E-mail:xhmgc01@163.com



图1 普利司通Weather Control A005轮胎



图2 大陆All Season Contact轮胎

(1)春季气温回升,轮胎胎压慢慢上升,不仅影响轮胎的抓着性能,而且雨水增多,轮胎湿地行驶性能也面临着考验。丰源轮胎开发的ARCRON全天候轮胎采用特拓(青岛)轮胎技术有限公司(TTA)先进的轮胎设计云平台、全溶聚丁苯橡胶+全白炭黑配方体系以及先进的一次法混炼工艺,轮胎的抗湿滑性能和抓着性能提高。

(2) 夏季路面滚烫, 轮胎受到高温的考验。丰源轮胎全天候轮胎利用TTA轮胎设计云平台创建了独特的切角设计, 保证花纹块的刚性, 同时严格控制高温下原材料和生产工艺的稳定性, 提高了轮胎的制动性能和牵引性能。同时夏季暴雨频繁, 路面易积水, 仿生V形花纹能够大幅提高轮胎的排水性能, 保证轮胎的转向稳定性。

(3) 秋季天气转凉, 轮胎胎压慢慢降低。全天候轮胎采用先进的炼胶工艺和配方设计, 保持胎面胶的柔软性; 互锁式花纹设计大大提高了轮胎的抓着性能和高速行驶稳定性; 双层胎面结构和多节距花纹块分布优化设计能够在提高驾乘舒适性的同时降低油耗。

(4) 冬季是最考验轮胎性能的季节, 普通轮胎在冰雪天气操纵性能变差, 极易出现打滑和翻转等问题。丰源轮胎全天候轮胎宽大的仿生V形花纹设计大大提高了轮胎湿路面抓着力和雪地牵引性能; 中央花纹块周向连续的一体式设计进一步提高了轮胎操纵性能和直线行驶稳定性; 胎面导电胶条可实现防静电功能。该轮胎凭借超强的性能, 已通过芬兰Test World严苛的雪地测试。

本工作主要介绍225/40R18全天候低断面半钢子午线轮胎的设计情况。

2 技术要求

根据GB/T 2978—2014《轿车轮胎规格、尺寸、气压与负荷》、欧洲轮胎轮辋技术组织标准手册(ETRTO)2018和美国轮胎轮辋协会标准年鉴(TRA)2016, 确定225/40R18全天候低断面半钢子午线轮胎的技术参数为: 标准轮辋 RIM 8J, 充气外直径(D') 630(620~645) mm, 充气断面宽(B') 240(230~245) mm, 标准充气压力 340 kPa, 标准负荷 630 kg, 速度级别 V。

3 结构设计

3.1 外直径(D)和断面宽(B)

在全天候轮胎冠部, 为了防止胎冠部位胎体伸张, 采用冠带层(包含束带层及冠带条)周向箍紧胎体, 因此轮胎充气后的外直径膨胀率(D'/D)较小^[1-3]。根据设计经验, 本设计 D 取629 mm, D' 取630 mm, D'/D 为1.001 6。

本设计胎体骨架材料选用高模量低收缩聚酯帘线, 胎侧虽然柔软但膨胀率小, 轮胎充气后断面变化很小。本设计 B' 取240 mm, B 取242 mm, 断面宽膨胀率(B'/B)为0.991 7。

3.2 行驶面宽度(b)和弧度高(h)

根据全天候轮胎实际使用时的车辆行驶速度、车辆载荷、道路状况等特点, 本设计 b 取较大值, 以增大轮胎与路面的接触面积, 减小单位面积接地压力, 从而提高牵引性能和负荷性能^[1]。根据设计经验, b 的取值与 h 的取值相关, b 取较小值时, h 一般取较小值; b 取较大值时, h 一般取较大值。适当调整 b 与 h 的取值, 可以均衡胎冠接地压力, 优化轮胎接地面积形状与大小, 提高轮胎的耐磨性能和牵引性能。综合考虑, 本设计 b 取190 mm, h 取5.6 mm。

3.3 胎圈着合直径(d)和着合宽度(C)

设计时轮胎胎圈与轮辋的间隙越小越好, 主要目的是使胎圈与轮辋紧密配合, 但考虑到轮胎装卸的方便性, 胎圈与轮辋的间隙不能过小。本设计 d 取456.5 mm, 比轮辋名义直径小0.5 mm。为了降低胎侧刚性、改善轮胎的乘坐舒适性, 本设计 C 取220 mm。

3.4 断面水平轴位置(H_1/H_2)

断面水平轴位于轮胎断面最宽点, 是子午线轮胎胎体最薄的位置, 也是轮胎充气后法向变形最大的位置。由于子午线轮胎胎体帘线呈径向排列, 钢丝圈受力较大, 故断面水平轴上移可以减小下胎侧区域和胎圈部位的应力^[2-3]。综合以上因素以及低断面子午线轮胎的特点, 本设计 H_1/H_2 取1.023 9。

轮胎断面轮廓如图3所示。

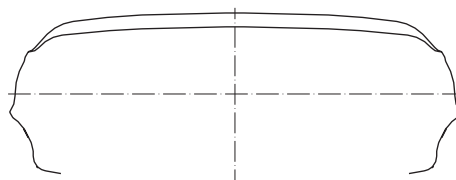


图3 轮胎断面轮廓示意

3.5 胎面花纹

胎面采用ALL CLIMATE AC型花纹。该花纹为变节距花纹, 分为长型花纹X, Y和短型花纹Q, 花纹节数分别为23, 20, 17, 共60个。设计3条花纹

沟,花纹块驱动性能和耐磨性能好,利于散热,轮胎具有优异的操纵性能。胎肩部位使用低生热胶料配方,同时兼顾夏季轮胎和冬季轮胎的使用要求。本设计花纹饱和度为68.18%,花纹深度为7.5 mm。轮胎胎面花纹展开如图4所示。

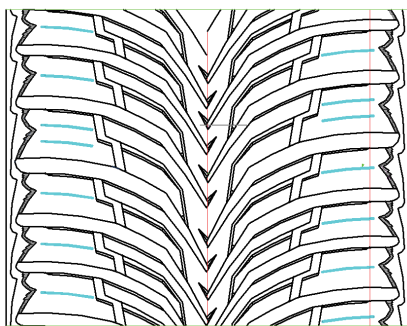


图4 轮胎胎面花纹展开示意

4 施工设计

4.1 胎面和胎侧

根据全天候轮胎的实际使用工况,本设计轮胎胎面采用全分层设计,胎面上层胶主要保证抗湿滑性能,胎面下层胶主要保证滚动阻力性能。上下层胎面胶的配方组合可以兼顾抗湿滑性能和滚动阻力性能。

胎侧采用桂林橡胶设计院有限公司生产的三复合螺杆挤出机挤出。本设计胎侧半部件为3层复合结构(胎侧胶/胎圈胶/胶片),确保了从钢丝圈部位到胎侧部位刚性的完美过渡。

4.2 胎体

本设计胎体骨架材料选择传统规格的高模量低收缩聚酯帘线,压延密度为 $115\text{根}\cdot\text{dm}^{-1}$,压延厚度为1.15 mm,采用1层胎体结构,胎体安全倍数为8.0。胎体帘线变形率小,压延过程中的渗胶性能好,可为轮胎提供较强的支撑能力。

4.3 带束层

本设计带束层采用2层带束层加1层冠带层的结构,其特点是高速性能和耐磨性能优异,适用于全天候系列产品。在轮胎行驶过程中,带束层起箍紧胎体的作用,可以减小轮胎在运动过程中的周向变形,保持轮胎尺寸稳定性,还可以提高轮胎的耐磨性能和操纵性能等。冠带层为保护层,具有较强的抗撞击性能,能够防止胎面与带束层脱

空,延长轮胎的使用寿命,提高轮胎翻新率。本设计2层带束层均采用 $3\times 0.30\text{HT}$ 高渗透性钢丝帘线,冠带层采用锦纶66帘线。

4.4 胎圈

钢丝圈为斜六角形结构,采用直径为1.295 mm的镀锌铜回火高强度胎圈钢丝,覆胶后单根钢丝直径为1.60 mm。钢丝圈安全倍数为7.9。

4.5 成型

成型采用荷兰VMI公司生产的一次法成型机,机头直径为442 mm,定型宽度为270 mm。成型过程中各半部件贴合密实,保证轮胎的动平衡性能和均匀性。

4.6 硫化

硫化采用韩国东和公司的液压硫化机,氮气硫化工艺。硫化条件为:一次定型氮气压力 $0.05\sim 0.06\text{ MPa}$,二次定型氮气压力 $0.07\sim 0.08\text{ MPa}$,高压蒸汽压力 $(1.6\pm 0.1)\text{ MPa}$,高压氮气压力 $(2.1\pm 0.1)\text{ MPa}$,硫化温度 $175\text{ }^{\circ}\text{C}$,总硫化时间 11.1 min 。氮气硫化工艺的蒸汽消耗比传统过热水循环硫化工艺节省约80%,节能效果显著。

5 成品性能

5.1 外缘尺寸

轮胎外缘尺寸按照Q/B W01—2017《轮胎外缘尺寸测量方法》进行测试。结果表明,安装于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630和240 mm,符合设计要求。

5.2 强度性能

强度性能按照Q/B QP 01—2017《轿车子午线轮胎强度试验方法》进行测试。结果表明,第1点至第5点压头均触及轮辋但未压穿,第5点破坏能为241.9 J。成品轮胎强度性能符合设计要求。

5.3 耐久性能

成品轮胎耐久性能按照Q/B NP 01—2017《轿车子午线轮胎耐久性能试验方法》进行测试,轮胎充气压力为220 kPa,测试结果如表1所示。

由表1可知,轮胎累计行驶时间为54 h,试验结束时轮胎未损坏。成品轮胎耐久性能符合设计要求。

表1 成品轮胎耐久性能测试结果

试验阶段	负荷率/%	速度/(km·h ⁻¹)	行驶时间/h
1	85	120	4
2	90	120	6
3	100	120	24
4	100	120	1.5
5	100	120	4
6	110	120	2
7	110	120	2
8	120	120	0.5
9	120	120	10

5.4 高速性能

成品轮胎高速性能按照Q/B GP 04—2017《轿车子午线轮胎高速性能试验方法》进行测试,轮胎充气压力为340 kPa,试验结果如表2所示。

表2 成品轮胎高速性能测试结果

试验阶段	负荷率/%	速度/(km·h ⁻¹)	行驶时间/min
1	73	0~200	10
2	73	200	10
3	73	210	10
4	73	220	10
5	73	230	20
6	73	240	10
7	73	240	10
8	73	250	10
9	73	260	10
10	73	270	10

从表2可以得出,轮胎累计行驶时间为110 min,试验结束时轮胎未损坏。成品轮胎高速性能符合设计要求。

5.5 抗湿滑性能及滚动阻力

成品轮胎外送德国TUV Rheinland认证,测试结果表明:湿地抓着力指数[Wet grip index G(T)]为1.28,抗湿滑性能达到C级;平均减速度(Average deceleration)为6.672 m·s⁻²,滚动阻力性能达到B级。

6 结语

本设计225/40R18全天候低断面半钢子午线轮胎的充气外缘尺寸、强度性能、耐久性能和高速性能均达到设计要求。该产品自投产以来,得到了广大经销商和车主的一致认可,为公司创造了较好的经济效益。

参考文献:

- [1] 王梦蛟. 绿色轮胎的发展及其推广应用[J]. 橡胶工业, 2018, 65(1): 105-112.
- [2] 马健, 郑涛, 张昆, 等. 265/60R18 MUD WBRIOR半钢子午线轮胎的设计[J]. 轮胎工业, 2018, 38(1): 26-28.
- [3] 郑涛, 秦怡如, 陈强, 等. 225/45ZRF18 95W FRD866跑气保用半钢子午线轮胎的设计[J]. 轮胎工业, 2019, 39(6): 337-340.

收稿日期: 2020-04-17

Design on 225/40R18 All-season Low Profile Steel-belted Radial Tire

ZHENG Tao, CHEN Qiang, KONG Dongdong, QIN Yiru

(Shandong Fengyuan Tire Manufacturing Co., Ltd, Zaozhuang 277300, China)

Abstract: The design on 225/40R18 all-season low profile steel-belted radial tire was described. In the structure design, the following parameters were taken: overall diameter 629 mm, cross-section width 242 mm, width of running surface 190 mm, arc height of running surface 5.6 mm, bead diameter at rim seat 456.5 mm, bead width at rim seat 220 mm, and maximum width position of cross-section (H_1/H_2) 1.023 9; besides, the tread pattern was a variable-pitch pattern with alternating long patterns and short patterns, the pattern depth was 7.5 mm, and the block/total ratio was 68.18%. In the construction design, the following processes were taken: the tread adopted a fully-layered design, the sidewall adopted a three-composite structure, the carcass adopted high modulus and low shrinkage polyester cord, 3×0.30HT steel cord for the two belt layers, and Nylon 66 cord for the cap layer; using one-stage building machine to build tire and curing tire by hydraulic vulcanizer with nitrogen vulcanization process. The test results of the finished tire showed that, the inflated peripheral dimension, strength, durability and high-speed performance all met the design requirements.

Key words: steel-belted radial tire; structure design; construction design; all-season tire; low profile