

工艺·设备

二段成型全地形车子午线轮胎的开发

任学鹏, 庞军华

(中策橡胶集团有限公司, 浙江 杭州 310018)

摘要:介绍二段成型全地形车(UTV)子午线轮胎的开发。在对样胎配置进行分析的基础上,确定28×10R14 UTV子午线轮胎采用胎体+带束层+冠带层的结构,具体配置为:胎体骨架材料 930dtex/2锦纶66帘线,胎体胎冠角 20°;带束层骨架材料 930dtex/2锦纶66帘线,带束层胎冠角 65°;冠带层骨架材料 1400dtex/2锦纶66帘线,一字缠绕,交叠5 mm;钢丝圈 $\Phi 0.96$ mm钢丝,5×4排列;三角胶尺寸(高×宽) 35 mm×5 mm。成品UTV子午线轮胎性能达到相关要求,相对带束斜交轮胎,子午线轮胎外缘尺寸的稳定性和动平衡性能提高,原材料成本降低10.76%。

关键词:全地形车子午线轮胎;二段成型;胎体;带束层;冠带层

中图分类号:TQ336.1⁺1

文献标志码:A

文章编号:1000-890X(2022)01-0055-04

DOI:10.12136/j.issn.1000-890X.2022.01.0055



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

全地形车(UTV)具有沙滩越野、山区载货和农场作业等多种功能,是沙滩车(ATV)的高级版本^[1]。其车体一般采用玻璃钢部件,前桥采用独立悬挂、双摇臂控制结构,后桥采用整体设计,含有差速器及变速器档位,使挂档轻松、急转弯平稳^[2]。部分高级UTV对轮胎外缘尺寸稳定性、动平衡性能及胎侧抗刺扎性能有较高的要求。随着全球高端UTV主机动力的不断提升,近10年来UTV轮胎规格越来越大、断面越来越宽,具体表现如下:(1)轮胎内直径由356 mm(14英寸)增大到457 mm(18英寸);(2)轮胎外直径由660 mm(26英寸)增大到991 mm(39英寸);(3)轮胎行驶速度由F级(80 km·h⁻¹)提高至M级(130 km·h⁻¹);(4)车辆发动机排量由600 mL增大至1 000 mL以上,对轮胎扭矩要求也有所提高。

综合行业发展状况,并根据对客户的需求预测,外直径为838~991 mm(33~39英寸)、断面宽在254 mm(10英寸)以上的UTV轮胎的未来市场需求量可以达到10万条·a⁻¹。

为满足市场需求,我公司开发了二段成型UTV轮胎,本文介绍28×10R14 UTV子午线轮胎的开发情况。

1 样胎配置分析

样胎断面如图1所示,具体配置如表1所示。

经过结构受力分析和材料强度计算^[3]得出,样胎2带束层安全倍数偏小,而样胎1由于采用了钢丝带束层,带束层安全倍数足够。

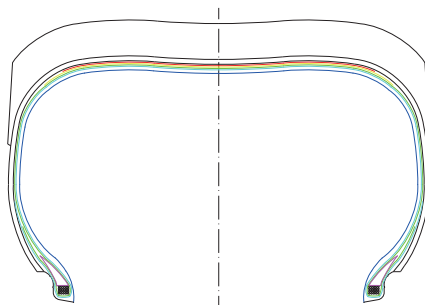


图1 样胎断面示意

Fig. 1 Cross section diagram of sample tire

作者简介:任学鹏(1984—),男,安徽绩溪人,中策橡胶集团有限公司高级工程师,硕士,主要从事轮胎生产工艺研究和管理工作的。

E-mail:rxp1984@126.com

引用本文:任学鹏,庞军华.二段成型全地形车子午线轮胎的开发[J].橡胶工业,2022,69(1):55-58.

Citation:REN Xuepeng, PANG Junhua. Development of two stage building UTV radial tire[J]. China Rubber Industry, 2022, 69(1): 55-58.

表1 样胎具体配置
Tab.1 Specific configurations of sample tire

项 目	样胎1	样胎2
胎体骨架材料	930dtex/2锦纶66	930dtex/2锦纶66
胎体胎冠角/(°)	10~11	10~11
带束层骨架材料	2+2×0.30 mm钢丝帘线	930dtex/2锦纶66
带束层胎冠角/(°)	65~66	65~66
钢丝圈材料	Φ1.4 mm钢丝	Φ0.96 mm钢丝
钢丝排列方式	3-4-5-4-3	5×4
三角胶尺寸(高×宽)/mm	30×6	30×4
模具	两半模	两半模

2 设计方案

鉴于UTV轮胎使用环境较恶劣,多为沙漠、泥地、砂石等路况,同时考虑到UTV轮胎花纹较深,两半模会导致轮胎脱模相对困难,公司对现有28×10R14UTV带束斜交轮胎进行带束子午化设计改进,并采用二段成型工艺试制。

本设计28×10R14 UTV子午线轮胎具体配置如下:胎体骨架材料 930dtex/2锦纶66帘线,胎体胎冠角 20°;带束层骨架材料 930dtex/2锦纶66帘线,带束层胎冠角 65°;冠带层骨架材料 1400dtex/2锦纶66帘线,一字缠绕,交叠5 mm;钢丝圈 Φ0.96 mm钢丝,5×4排列;三角胶尺寸(高×宽) 35 mm×5 mm。

2.1 胎体骨架材料选取

目前常用的轮胎胎体骨架材料主要有锦纶6帘线、锦纶66帘线和尺寸稳定性聚酯(DSP)帘线。与锦纶6帘线相比,锦纶66帘线在保持高弹性及高强度的同时,干热收缩率较小,高温下强力保持率较高^[4]。与DSP帘线相比,相同直径的锦纶66帘线断裂强力相当,但定负荷伸长率更高,从而具有更好的抗冲击性能,只是干热收缩率略高^[5]。由于UTV轮胎主要用于非铺装路面,路况恶劣,且UTV轮胎对尺寸稳定性要求较高,故本设计选用930dtex/2锦纶66帘线作为胎体骨架材料。

2.2 带束层骨架材料选取

通常子午线轮胎带束层骨架材料一般选用钢丝帘线,部分高性能轮胎采用芳纶帘线^[6]。由于UTV轮胎花纹深度较大,且其胎冠弧半径较普通子午线轮胎小,如采用钢丝帘线,则需增加胎肩垫胶,并且模具需采用活络模形式,轮胎转向灵活性

也有所下降,故本设计选用930dtex/2锦纶66帘线作为带束层骨架材料。

2.3 冠带层骨架材料选取

大多数子午线轮胎冠带层骨架材料采用锦纶66帘线,部分高性能轮胎采用芳纶帘线^[7]或芳纶/锦纶66混纺帘线^[8]。因UTV轮胎设计速度为M级,故本设计选用较粗的1400dtex/2锦纶66帘线作为冠带层骨架材料。

2.4 钢丝圈及三角胶设计

为满足UTV轮胎在恶劣路况下的正常使用要求,本设计钢丝圈安全倍数取12,钢丝采用5×4矩形排列方式;三角胶尺寸(高×宽)较大(35 mm×5 mm),以提高胎侧下部强度与支撑性。

2.5 胎体胎冠角及带束层胎冠角确定

为提高UTV轮胎胎侧抗刺扎能力,本设计胎体胎冠角并未采用常规子午线轮胎的0°或2°,而是确定为20°,以使轮胎在提供良好胎侧屈挠性能的同时,兼具一定的胎侧抗刺扎能力。

带束层胎冠角越大,轮胎耐久性能及高速性能越好,滚动阻力也有所降低,但是带束层胎冠角太大,轮胎制造会很困难。另外,带束层胎冠角增大,车辆操纵稳定性也会有所下降^[9-10]。综合考虑,本设计带束层胎冠角确定为65°。

3 成品轮胎性能测试结果

二段成型UTV成品轮胎性能测试^[11-13]结果如表2所示。

从表2可以看出,试验子午线轮胎强度满足设计要求,耐久性能和高速性能均大大高出指标要求,充气外直径精度高,波动在1~2 mm之内,可确保轮胎优异的动平衡性能。但因使用现有模具制备,常常导致成品轮胎外直径与断面宽超出要求范围,因此研制子午线轮胎产品需重新设计模具。

此外,28×10R14 UTV子午线轮胎外送实车测试,通过了美国法规要求及相关主机厂主观评价(包括麋鹿测试^[14]及J-TURN测试^[15]等)。

4 原材料成本分析

二段成型UTV轮胎原材料成本分析结果如表3所示。

表2 UTV成品轮胎性能测试结果
Tab. 2 Performanc test results of UTV finished tires

项 目	试验子午线轮胎			带束斜交轮胎	指标
	1#轮胎	2#轮胎	3#轮胎		
充气外直径/mm	699.0	699.0	700.6	718.8	689.7~723.3
充气断面宽/mm	266.0	261.3	263.8	250.1	241.3~271.8
胎冠弧半径/mm	310	310	310	190	
压穿强度 ^[11] /J	84(压穿)			85(压穿)	≥55
耐久性能 ^[11] /h	230(胎侧裂,40 km·h ⁻¹)			164(脱层,40 km·h ⁻¹)	≥34
高速性能 ^[12] /(km·h ⁻¹)	200(5 min,冠部崩花)			170(4 min,冠部崩花)	≥110
爆破水压 ^[13] /kPa	1 052(胎圈钢丝断)			1 195(胎圈钢丝断)	
粘合强度/(kN·m ⁻¹)					
胎体层-带束层	8.75			7.01	
带束层间	10.01			9.64	
带束层-胎面				10.07	
带束层-胎侧				10.55	
带束层-冠带层	15.64				
冠带层-胎面	18.73				
冠带层-胎侧	10.75				
胎体和带束层锦纶66帘线强度/N	124.75			127.00	

表3 UTV轮胎原材料成本分析结果
Tab. 3 Material cost analysis results of UTV tires

项 目	子午线轮胎(每条)		带束斜交轮胎(每条)	
	成本/元	占比/%	成本/元	占比/%
胎面	71.47	58.80	89.17	65.74
内衬层	10.25	8.43	10.25	7.56
网孔布	2.28	1.88	2.28	1.68
帘线	33.49	27.55	29.89	22.04
钢丝圈+三角胶	2.35	1.93	2.35	1.73
其他(包装等)	1.70	1.40	1.70	1.25
总成本	121.54		135.64	

注: 每条子午线轮胎和带束斜交轮胎质量分别为14 151和15 045 kg。

从表3可以看出, 每条UTV子午线轮胎质量比带束斜交轮胎减小894 g(6%), 材料总成本降低14.1元(11%), 分析原因如下。

(1) 子午线轮胎胎面长度大, 基本接近于模具内腔周长, 轮廓均匀性较带束斜交轮胎更容易控制, 胎面质量明显减小, 成本降低20%。

(2) 子午线轮胎采用胎体+带束层+冠带层的结构, 帘线成本比带束斜交轮胎高, 提高12%。

5 结论

通过以上试验和分析, 公司后续重新设计了模具, 并对生产设备及工装做了相应调整, 生产的二段成型UTV子午线轮胎既满足了市场需求, 也提高了公司UTV轮胎在国外市场的品牌知名度,

为公司创造了较好效益。

参考文献:

[1] 宋开云, 韩洪伟, 孙铁, 等. 全纤维子午线UTV轮胎设计[J]. 橡塑资源利用, 2019(1): 15-22, 31.
SONG K Y, HAN H W, SUN T, et al. Design of all fiber radial UTV tire[J]. Rubber & Plastics Resources Utilization, 2019(1): 15-22, 31.

[2] 冯仁川. UTV前悬架的优化设计及整车稳态转向特性研究[D]. 天津: 天津大学, 2012.
FENG R C. Optimization designs of UTV front suspension and research on steady state steering characteristics of vehicle[D]. Tianjin: Tianjin University, 2012.

[3] 梁守智, 钟延堃, 张丹秋. 橡胶工业手册(修订版) 第四分册[M]. 北京: 化学工业出版社, 1989: 402-404.
LIANG S Z, ZHONG Y X, ZHANG D Q. Rubber industry manual (Revised edition) Volume 4[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 1989: 402-404.

[4] 段文亮, 朱瑞丽, 常梅英. 锦纶-66与锦纶-6帘子线应用于轮胎中特性体现[J]. 河南纺织高等专科学校学报, 2001(2): 6-8.
DUAN W L, ZHU R L, CHANG M Y. Performance of PA-6 and PA-66 cord in tyre[J]. Journal of Henan Textile College, 2001(2): 6-8.

[5] 赵冬梅. DSP和改性锦纶66帘线在子午线轮胎中的应用对比[J]. 轮胎工业, 2006, 26(4): 211-218.
ZHAO D M. Comparison between DSP and modified nylon 66 cord applied in radial tire[J]. Tire Industry, 2006, 26(4): 211-218.

[6] 广州市华南橡胶轮胎有限公司. 芳纶材料在高性能轮胎中的应用[C]. 中国橡胶工业协会橡胶工业骨架材料中外技术论坛暨2007年度骨架材料专业委员会会员大会论文集. 郑州: 中国橡胶工业协会, 2007: 133-147.

- Guangzhou South China Rubber and Tire Co., Ltd. Application of aramid fiber in high performance tire[C]. Proceedings of China Rubber Industry Association international technical forum on rubber industry skeleton materials and 2007 annual Skeleton Materials Committee general assembly. Zhengzhou: China Rubber Industry Association, 2007: 133-147.
- [7] 陈东, 刘连波, 姜超, 等. 芳纶冠带层对半钢子午线轮胎性能的影响[J]. 轮胎工业, 2014, 34(7): 410-412.
- CHEN D, LIU L B, JIANG C, et al. Effect of Kevlar cap belt on performance of steel belted radial tire[J]. Tire Industry, 2014, 34(7): 410-412.
- [8] 黄汉文. 杜邦TMKevlar(R)纤维在轮胎冠带层的应用——杜邦TMKevlar(R)纤维应用在轮胎冠带层对于轮胎性能及滚动阻力的改善[C]. 中国橡胶工业协会2012年度橡胶骨架材料中外技术论坛暨会员大会论文集. 杭州: 中国橡胶工业协会, 2012: 140-146.
- HUANG H W. Application of DuPont TMKevlar(R) fiber on tire cap ply—Improvement of tire performance and rolling resistance[C]. Proceedings of China Rubber Industry Association 2012 annual international technical forum on rubber industry skeleton materials and general assembly. Hangzhou: China Rubber Industry Association, 2012: 140-146.
- [9] 冯希金, 王传铸, 李伟, 等. 用有限元法研究带束层角度对轿车轮胎性能的影响[J]. 轮胎工业, 2003, 23(6): 329-336.
- FENG X J, WANG C Z, LI W, et al. Studying effect of belt angle on performance of car tire by FEM[J]. Tire Industry, 2003, 23(6): 329-336.
- [10] 黄兆阁, 李长宇, 孟祥坤, 等. 235/45R18轮胎带束层帘线的优化设计[J]. 橡胶工业, 2020, 67(3): 209-213.
- HUANG Z G, LI C Y, MENG X K, et al. FEA optimization design of belt cord for 235/45R18 tire[J]. China Rubber Industry, 2020, 67(3): 209-213.
- [11] 全国轮胎轮辋标准化技术委员会. 摩托车轮胎性能试验方法: GB/T 13203—2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- National Technical Committee of Tire and Rim Standardization. Test methods for verifying capabilities of motorcycle tyres: GB/T 13203—2014 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2014.
- [12] United Nations Economic Commission for Europe. Uniform provisions concerning the approval of pneumatic tyres for L-category vehicles: ECE R75: 2018[S]. Geneva: United Nations Economic Commission for Europe, 2018.
- [13] 全国轮胎轮辋标准化技术委员会. 轮胎水压试验方法: HG 2186—2012[S]. 北京: 化学工业出版社, 2012.
- National Technical Committee of Tire and Rim Standardization. Test method of water pressure for tyres: HG 2186—2012[S]. Beijing: Chemical Industry Press, 2012.
- [14] International Organization for Standardization. Passenger cars—Test track for a severe lane-change manoeuvre. Part 2: Obstacle avoidance: ISO 3888-2: 2011[S]. Geneva: International Organization for Standardization, 2011.
- [15] Recreational Off-Highway Vehicle Association. American national Standard for recreational off-highway vehicles: ANSI/ROHVA: 2016[S]. California: Recreational Off-Highway Vehicle Association, 2016.

收稿日期: 2021-07-07

Development of Two Stage Building UTV Radial Tire

REN Xuepeng, PANG Junhua

(Zhongce Rubber Group Co., Ltd, Hangzhou 310018, China)

Abstract: The development of the two stage building utility terrain vehicle (UTV) radial tire was introduced. Based on the analysis of the configuration of sample tyres, 28×10R14 UTV radial tire adopted the structure of carcass + belt + cap ply, and its specific configuration was: carcass skeleton material 930dtex/2 nylon 66 cord, carcass crown angle 20°, belt skeleton material 930dtex/2 nylon 66 cord, belt crown angle 65°, cap ply skeleton material 1400dtex/2 nylon 66 cord (one line winding with an overlapping of 5 mm), steel ring $\Phi 0.96$ mm steel wire with 5×4 arrangement, appex size (height×width) 35 mm×5 mm. The performance of the finished UTV radial tire met relevant requirements. Compared with the belted bias tire, the peripheral dimension stability and dynamic balance performance of the UTV radial tire was improved, and the raw materials cost was reduced by 10.76%.

Key words: UTV radial tire; two stage forming; carcass; belt; cap ply