

影响轿车子午线轮胎滚动阻力的因素初探

吴桂忠¹,郑光亮¹,曲学新²

(1. 北京橡胶工业研究设计院,北京 100039;2. 成山轮胎股份有限公司,山东 荣成 264300)

摘要:分析了影响轿车子午线轮胎滚动阻力的因素。轮胎的结构、胎体及带束层帘线材料、胎面胶种类以及轮胎气压和负荷都对轿车子午线轮胎滚动阻力有一定的影响,具体体现在由于轮胎变形产生的滞后损失和材料本身的滞后损失。通过减小轮胎断面高宽比、增大轮辋直径、采用高模量材料作带束层、使用 S-SBR 和白炭黑等滞后损失小的材料均可降低轮胎的滚动阻力。

关键词:轿车子午线轮胎;滚动阻力;轮胎变形;滞后损失

中图分类号:U463.341+.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-8171(2001)03-0131-04

对于 21 世纪的汽车工业来讲,“绿色环保”型轿车将是研究、发展和生产的重点。在国内外汽车市场上轿车均占据相当重要的地位。我国 1998 年的汽车产销量中,轿车占 50 %以上,我国轿车年生产能力已经超过 100 万辆^[1],但是国产汽车中能够满足环保要求的却很少。“绿色环保”型车主要体现在低能耗和低污染两个方面,而轮胎在这两个方面中起着重要的作用。为了达到环保目的,汽车工业企业生产出了以电动汽车、太阳能汽车和燃气汽车为代表的“绿色汽车”。但是要降低能耗,提高一次充电或加气的行驶里程,必须降低轮胎的滚动阻力。

影响轮胎滚动阻力的因素很多,本工作就轮胎断面高宽比、轮辋直径、轮胎材料、气压和负荷等方面进行了研究和探讨。

1 轿车子午线轮胎滚动阻力的测试

本试验轮胎的滚动阻力在美国生产的 TTM3 型转鼓试验机上测试,试验方法参照国际标准 ISO/DIS 8768 中的规定。滚动阻力可以通过 4 种方法测试并计算,本试验采用测力法,其计算公式如下:

作者简介:吴桂忠(1962-),男,山东诸城人,北京橡胶工业研究设计院高级工程师,学士,主要从事轮胎设计及技术管理工作。

$$F_r = F_t(1 + R_t/R)$$

式中 F_r ——轮胎的滚动阻力,N;
 F_t ——传感器力值,N;
 R_r ——稳态下的轮胎滚动半径,m;
 R ——试验转鼓半径,m。

从上述公式可以看出,只要测出传感器上的力就可以计算出轮胎的滚动阻力。

2 影响轿车子午线轮胎滚动阻力的因素

2.1 轮胎断面高宽比

一般情况下,轮胎滚动阻力随轮胎断面高宽比的减小而减小。表 1 示出了不同系列(70, 65)185/ *R14 轿车子午线轮胎不同速度下的滚动阻力。从表 1 可以看出,在低速状态下,两个系列轮胎的滚动阻力相差较大,随着速度的增大,这种差别逐渐减小,速度从 50 km·h⁻¹增大到 120 km·h⁻¹时,两者之间的差从 41 %减小到 22 %。这主要是由于轮胎断面高宽比越大,轮胎变形越大,而在高速旋转状态下,离心力的作用抵消了垂直负荷作用使轮胎结构上产生的部分变形,从而减小了轮胎所用材料中形

表 1 不同断面高宽比的轮胎滚动阻力 N

速度/(km·h ⁻¹)	70 系列	65 系列
50	123.20	87.01
80	115.70	89.74
120	114.70	93.68

成的滞后损失,降低了轮胎的滚动阻力。因此,随着速度的增大,两者的差别减小。

2.2 轮辋直径

轮辋直径对轮胎的滚动阻力也有影响,表2示出了相同断面宽和高宽比轮胎 185/20R * 采用不同的轮辋直径时,不同速度下的轮胎滚动阻力。从表2可以看出,轮辋直径增大 25.4 mm,轮胎的滚动阻力降低约 16%,随着速度的增大,这种差别基本保持不变。这是由于轮辋直径增大后,在相同的垂直负荷下,轮胎的变形相对减小,降低了轮胎滚动过程中产生的滞后损失,从而使轮胎滚动阻力降低。

表2 不同轮辋直径的轮胎滚动阻力

N

速度/(km·h ⁻¹)	5J ×13	5J ×14
50	89.1	75.9
80	98.1	79.9
120	101.0	85.9

2.3 轮胎材料

2.3.1 胎体帘线

在国内外轿车子午线轮胎设计和生产中,胎体帘线采用较多的为尼龙和聚酯帘线。在20世纪70年代以及80年代初期,人造丝也曾被广泛应用于轿车子午线轮胎。但是人造丝的生产对环境污染较严重,随着人们对环保要求的提高,在80年代中期,轮胎工业中已很少使用人造丝,而聚酯帘线尤其是高模量、低收缩聚酯帘线(DSP),因其强度大,高温下变形小,滞后损失明显低于普通帘线,因此越来越多地应用于轮胎工业。为了进一步降低轮胎的滚动阻力,人们还将玻璃纤维或芳纶用于胎体或带束层。

试验测定当速度为 80 km·h⁻¹时,普通聚酯单层、DSP 聚酯和芳纶为胎体材料的 165/70 R13 轮胎的滚动阻力分别为 68,65 和 45 N。由此可见,同一规格的轮胎使用不同的胎体材料,其滚动阻力有明显差异。芳纶帘线制成的轮胎滚动阻力最低,DSP 聚酯帘线的轮胎滚动阻力介于芳纶帘线轮胎和普通聚酯帘线轮胎之间。这主要是由于芳纶帘线的强度比聚酯帘线高,在使用过程中轮胎的变形小,产生的滞后损

失小;另一方面,由于使用了芳纶帘线,轮胎的质量减小,也有利于降低轮胎的滚动阻力。

2.3.2 带束层帘线

在子午线轮胎中,带束层是主要的受力部件,它承受充气压力所产生应力的 60%~70%。为了控制轮胎在使用过程中的变形,轮胎设计者选用了高模量的材料用作带束层帘线,使带束层的伸张最小,从而有效地控制轮胎的变形,以降低轮胎滚动阻力。

图1示出了4种不同带束层帘线的轮胎滚动阻力与速度的关系。从图1可以看出,芳纶帘线带束层的轮胎滚动阻力明显较低,在一定的速度范围内,随着速度的增大,芳纶帘线和其它帘线轮胎的滚动阻力差别越来越大。其主要原因仍是芳纶帘线的强度较高以及较小的轮胎质量降低了轮胎的滚动阻力。

2.3.3 胎面材料

轮胎胎面胶材料的选用对轮胎的滚动阻力影响较大,一般情况下由胎面产生的滚动阻力占轮胎滚动阻力的 49%。因此,要降低轮胎的滚动阻力,必须对胎面胶的滚动阻力进行研究。

胎面胶主要由 NR、SR、填充剂、油、硫化剂和其它助剂等组分组成,每种材料对轮胎的滚动阻力都有一定的影响。研究表明,胶种和炭

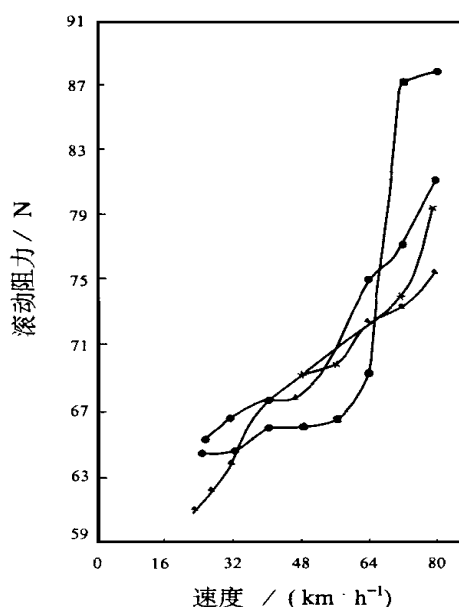


图1 不同带束层材料轮胎滚动阻力与速度的关系

○—钢丝 A; ●—玻璃纤维; ×—钢丝 B; —芳纶

黑品种对胎面胶的滚动阻力起决定作用。近几十年来,白炭黑已被广泛应用于胎面胶中以降低轮胎的滚动阻力,但是白炭黑的应用必须配合硅烷偶联剂,才能够在保证轮胎耐磨性和湿滑路面上的牵引力不变的前提下,降低轮胎的滚动阻力。为了改变这一状况,国外几家大公司相继开发出既具有良好牵引性、又具有低滚动阻力的炭黑。在SR的应用方面,由于溶聚丁苯橡胶(S-SBR)的分子特性,其滞后损失比乳聚丁苯橡胶(E-SBR)低,因而正越来越多地用于轿车子午线轮胎中。

试验测定当速度为 $80\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 时,以TM(E-SBR),S11(S-SBR)和S12(S-SBR)为胎面材料的225/50R16轮胎的滚动阻力分别为50.73,46.41和43.18 N。由此可见,采用S-SBR为胎面胶的轮胎滚动阻力低于E-SBR为胎面胶的轮胎。进一步的研究表明^[2],如果在采用S-SBR的同时,加入适量的白炭黑和硅烷偶联剂,可以更有效地降低轮胎的滚动阻力。

2.4 轮胎气压和负荷

轮胎的气压和负荷在国内外早已成为轮胎设计过程中的标准参数,这些数据的选取主要根据一般情况下汽车的负荷而确定。但是随着汽车性能的改善和人们要求的提高,轮胎的实际使用气压和负荷在一些情况下不同于标准,而是选择一个最佳的数据。

试验测定当充气压力为175,280和350 kPa时,205/60VR15二层聚酯帘线胎体轿车子午线轮胎在 $80\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 速度下的滚动阻力分别为56.3,53.2和47.1 N。由此可见,随着充气压力的增大,轮胎的滚动阻力降低。这是由于充气压力的增大,实际上增大了轮胎本身的刚

度,在轮胎的滚动过程中,其整体变形减小,由此产生的滞后损失减小,从而降低了轮胎的滚动阻力。

试验测定当负荷为2 822.4,4 723.6和5 360.6 N时,205/60VR15轮胎在 $80\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 速度下的滚动阻力分别为33.2,53.2和51.0 N。由此可见,在一定的负荷范围内,轮胎滚动阻力随负荷的增大而增大,当达到一定的负荷后,负荷增大,滚动阻力基本保持不变。

3 结论

以上分析表明,轿车子午线轮胎的滚动阻力受多方面因素的影响,但起决定作用的是由于轮胎变形产生的滞后损失以及所用材料本身的滞后损失。因此,要降低轮胎的滚动阻力,必须减小轮胎的变形。轮胎的变形取决于其结构形状和所选用的带束层及胎体骨架材料。研究结果表明,在轮胎结构设计方面,断面高宽比的减小以及轮辋直径的增大都会降低轮胎的滚动阻力;采用高模量的材料作带束层,可减小带束层的伸张,限制胎体的变形,增大轮胎的刚度,从而降低轮胎的滚动阻力;此外,使用S-SBR和白炭黑等滞后损失小的材料,也可降低轮胎的滚动阻力。

参考文献:

- [1] 徐长明. 1998年汽车市场形势分析及1999年预测[A]. 《橡胶工业》《轮胎工业》编辑部. 1999年中国轮胎市场研讨会论文集[C]. 北京:《橡胶工业》《轮胎工业》编辑部, 1999. 38-50.
- [2] 潘大海,梅周麟. 低滚动阻力轮胎胎面胶的研究[J]. 橡胶工业,2000,20(9):534-536.

收稿日期:2000-09-31

Effective factors on rolling resistance of radial passenger car tire

WU Gui-zhong¹, ZHENG Guang-liang¹, QIU Xue-xin²

(1. Beijing Research and Design Institute of Rubber Industry, Beijing 100039, China; 2. Chengshan Tire Co., Ltd., Rongcheng 264300, China)

Abstract: The effective factors on the rolling resistance of radial passenger car tire are analysed. It is shown by the hysteresis losses resulted from the tire deformation and the material itself that the tire

structure, the reinforcing materials in carcass ply and belt, the tread compound, as well as the inflation pressure and load of tire are the effective factors on the rolling resistance of radial passenger car tire. The rolling resistance of the tire can be reduced by decreasing the aspect ratio of tire, increasing the diameter of rim, using the materials with high modulus in belt and the materials with low hysteresis, such as S-SBR and silica, in tread compound.

Keywords: radial passenger car tire; rolling resistance; tire deformation; hysteresis

荣成成山钢帘线有限公司正式投产

中图分类号: TQ330.38⁺9 文献标识码: D

2000年12月18日,荣成成山钢帘线有限公司举行了隆重的正式投产典礼。

该项目系国家计委批准的“九五”建设项目,一期工程总投资2.8亿元,引进国外先进的钢丝帘线制造技术及生产设备,主厂房及公用工程的建筑面积达到2.4万m²,现已形成年产5000t钢丝帘线和1万t胎圈钢丝的生产能力,是我国规模较大、技术水平先进的钢丝帘线生产企业,对满足子午线轮胎发展的需求有重要的意义。

目前,已生产的钢丝帘线规格品种有:1×4×0.25OC,2+2×0.25,2+2×0.25HT,2+2×0.28,2+2×0.30HT,3+9×0.22+0.15,2+7×0.22,3×0.20+6×0.35HT,3×7×0.20HE,3×7×0.22HE,4×4×0.22HE,3+9+15×0.175+0.15,3+9+15×0.22+0.15,27×0.175+0.15CC HT,12×0.20+0.15CC HT,0.20+18×0.175等。

胎圈钢丝生产线也是全套引进意大利GCR工程公司的生产设备,采用国际先进的回火镀青铜生产工艺,生产的胎圈钢丝直径包括0.89,1.00,1.20,1.42,1.55,1.60,1.65mm等,能满足各类子午线轮胎以及斜交轮胎的要求。

(北京橡胶工业研究设计院 陈志宏供稿)

三角集团9.00R20全钢载重子午线轮胎被列为“国家重点新产品”

中图分类号: U463.341⁺.6 文献标识码: D

三角集团有限公司生产的9.00R20全钢载重子午线轮胎近日被国家科学技术部、国家税务总局、国家对外贸易经济合作部、国家质量

技术监督局和国家环境保护总局列为“国家重点新产品”。

评选“国家重点新产品”是国家有关主管部门为推动采用国际标准和国外先进标准工作的一项重大的技术经济政策,也是推动技术进步、提高产品质量、消除贸易壁垒和扩大对外贸易的一项重要措施。国家质量技术监督局特颁布国家标准《国家级重点新产品试制鉴定计划项目申报表及数据库结构》(GB/T 14524—93),对产品申报、审查程序作出了严格规定和要求。

三角集团有限公司在产品自行开发过程中已形成了一条成熟的从产品设计、原材料选用及工艺条件确定的技术路线,配备了国际先进的生产设备和检测设备,有效地实现了产品加工全过程的监控,保证了产品部件的施工精度和产品的内在质量。在9.00R20项目开发中,该公司采用了国家标准GB 9744—1997,等效采用了美国TRA、欧洲ETRTO和日本JATMA标准。在设计中运用的平衡轮廓设计原理、三维有限元分析理论和正交中心复合配方设计方法具有典型的创新性和先进性,实现了轮胎力学优化,解决了橡胶与钢丝之间动态粘合的关键问题,整体设计符合轮胎的应力-应变原理。

9.00R20全钢载重子午线轮胎经性能检测 and 实际里程试验证明,其主要性能指标达到或超过了相应的国家标准及国外先进标准。其中耐久性能达到500h,高速性能达到120km·h⁻¹,节油率在5%以上,平均行驶里程达20万km,社会总效益比同规格斜交轮胎提高50%以上。该产品具有耐磨性能好、行驶里程高、生热低、乘坐舒适等优点,与国外同类产品相比,其质量和技术已达到国际先进水平。

(三角集团有限公司 陈涛 叶谊供稿)