

# 车辆使用条件对轮胎滚动阻力的影响

屈灿明, 麦群佑, 张红斌

(广州汽车集团股份有限公司汽车工程研究院, 广东 广州 511434)

**摘要:** 轮胎的滚动阻力是影响汽车经济性的一大因素, 而汽车在实际使用过程中的环境温度、速度、轮胎气压等条件都是变化的。文章选定一个常用的轮胎规格, 使用不同的环境温度、速度和轮胎气压进行台架滚动阻力测试, 研究轮胎在不同温度、速度和气压条件下的滚动阻力的变化趋势。试验结果表明, 环境温度对轮胎滚动阻力的影响较大, 气压和速度次之。

**关键词:** 轮胎; 滚动阻力; 环境温度; 速度; 轮胎气压

**中图分类号:** TQ336.1

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1009-797X(2025)06-0044-05

**DOI:** 10.13520/j.cnki.rpte.2025.06.010

近年来我国汽车产业的发展都保持稳健的增长态势, 新能源汽车更是成为汽车产业的主要增长点。随着我国汽车产业的发展, 消费者对汽车智能化、网联化等新技术有新要求的同时, 对汽车的安全性、舒适性和经济性等也提出了更高的要求。

对于汽车的经济性, 轮胎的滚动阻力一直被认为是影响整车续航里程的重要因素之一。有研究表明, 发动机输出功率的 30%~40% 消耗在轮胎滚动阻力上, 而轮胎变形阻力占轮胎滚动阻力总值的 90% 以上(轮胎空气阻力、轮胎与路面滑动阻力占 10% 左右)<sup>[1]</sup>。现在一般常用的轮胎滚动阻力台架测试方法, 基本都是在恒定温度或速度的条件下进行的, 表征的都是轮胎在某种特定温度或速度等条件下的滚动阻力<sup>[2]</sup>。但轮胎在正常的使用过程中, 所遇到的环境温度、速度等条件是不断变化的, 不同车型所选用的轮胎气压也不一样。本工作以 ISO28580-2018《轿车、卡车和客车轮胎—测量滚动阻力方法—单点试验和测量结果对照》测试方法为基础, 调整部分测试条件, 设计出基于环境温度、速度和轮胎气压等不同条件的测试方案对轮胎的滚动阻力进行测试, 研究环境温度、速度和轮胎气压对轮胎滚动阻力的影响。

## 1 实验

### 1.1 试验样品

选取国内较常用的 225/45R17 规格轮胎作为本试验的样品轮胎, 该轮胎为四季胎类型, 胎面橡胶配方为偏四季性能的橡胶配方。

### 1.2 滚动阻力试验条件

试验的环境温度分别选取 23 °C, -7 °C 和 -15 °C; 试验速度使用阶梯递增的方式, 初始速度 10 km/h, 后续每 5 分钟升高 10 km/h, 最高测试速度 130 km/h; 试验负荷使用 5 500 N; 测试气压分别使用 250 kPa 和 270 kPa, 测试过程闭气。其它条件参照 ISO28580-2018《轿车、卡车和客车轮胎—测量滚动阻力方法—单点试验和测量结果对照》标准要求。具体试验方案条件如表 1 所示。

表 1 试验方案条件

项目	环境温度 / °C	试验负荷 / N	初始充气压力 / kPa	试验速度
方案 1	23	5 500	250	初始试验速度 10 km/h, 后续每 5 min 升高 10 km/h, 至 130 km/h 结束
方案 2	23		270	
方案 3	-7		250	
方案 4	-7		270	
方案 5	-15		250	
方案 6	-15		270	

### 1.3 主要试验设备

RW860 型轮胎滚动阻力试验机, 美国 MTS 公司产品。

### 1.4 滚动阻力系数计算

本文将每个方案试验的滚动阻力结果换算为滚动阻力系数进行比较, 计算公式如下:

$$C_r = F_r / L_m$$

式中  $C_r$ ——轮胎的滚动阻力系数;

$F_r$ ——轮胎滚动阻力, N;

**作者简介:** 屈灿明 (1985-), 男, 本科, 轮胎开发工程师, 主要从事轮胎与车辆性能匹配与优化工作。

$L_m$ ——试验负荷, kN。

## 2 结果与讨论

### 2.1 轮胎滚动阻力系数与环境温度的关系

从表 2, 表 3 的测试数据及图 1 可以看出, 轮胎在不同的环境温度下, 滚动阻力系数差异较大。当环境温度降低, 轮胎的滚动阻力系数增大。随着测试速度的增加, 不同环境温度下滚动阻力系数的差异减小。

如图 2, 取正常车辆较为常用的 60 km/h、80 km/h 和 120 km/h 速度下的滚动阻力测试数据作比较分析。当环境温度从 23 °C 降低到 -7 °C, 轮胎的滚动阻力系数

增加了约 50%~60%。而环境温度从 23 °C 降低到 -15 °C, 轮胎的滚动阻力系数则增加了约 70%~90%。根据橡胶的滞后特性, 当温度降低时, 橡胶分子链的运动受到抑制, 橡胶在受到外力作用时更难发生形变, 同时恢复形变也变得更加困难, 所以橡胶的损耗因子随着温度的降低而增大, 轮胎滚动阻力增大。当温度越接近橡胶的玻璃化温度时, 橡胶的损耗因子不断增大, 轮胎的滚动阻力也不断增大。无论在什么试验速度下, 当环境温度降低, 轮胎的胎面橡胶损耗因子增大, 轮胎的滚动阻力增大, 温度越低, 滚动阻力越大。

表 2 轮胎在 250 kPa 气压时, 不同环境温度和速度下的滚动阻力系数

试验速度 / (km·h <sup>-1</sup> )	试验负荷 / N	初始充气压力 / kPa	滚动阻力系数		
			环境温度 / °C		
			23	-7	-15
10	5 500	250	7.16	12.29	15.93
20			7.26	12.33	14.85
30			7.35	11.97	14.31
40			7.39	11.79	13.9
50			7.48	11.61	13.64
60			7.54	11.56	13.35
70			7.57	11.59	13.24
80			7.6	11.68	13.37
90			7.67	11.59	13.35
100			7.7	11.55	13.31
110			7.73	11.52	13.25
120			7.77	11.45	13.12
130			7.88	11.26	13

表 3 轮胎在 270 kPa 气压时, 不同环境温度和速度下的滚动阻力系数

试验速度 / (km·h <sup>-1</sup> )	试验负荷 / N	初始充气压力 / kPa	滚动阻力系数		
			环境温度 / °C		
			23	-7	-15
10	5 500	270	6.93	11.65	15.37
20			7.06	11.85	14.25
30			7.16	11.53	13.78
40			7.18	11.46	13.42
50			7.27	11.33	13.17
60			7.32	11.25	12.89
70			7.37	11.03	12.78
80			7.43	11.12	12.91
90			7.55	11.03	12.85
100			7.43	10.96	12.83
110			7.52	11.03	12.78
120			7.53	10.99	12.63
130			7.68	10.95	12.51

### 2.2 轮胎滚动阻力系数与速度的关系

从表 2, 表 3 的测试数据及图 1 可以看出, 在 23 °C 的环境温度下, 轮胎的滚动阻力系数随着试验速度的增加而增大; 而在 -7 °C 和 -15 °C 的环境温度下, 轮胎的滚动阻力系数随着试验速度的增加反而减小。

试验速度从 10 km/h 增加到 130 km/h, 当环

境温度为 23 °C 时, 轮胎的滚动阻力系数增大了约 8%~12%; 当环境温度为 -7 °C 时, 轮胎的滚动阻力系数减小了约 4%~7%; 当环境温度为 -15 °C 时, 轮胎的滚动阻力系数则减小了约 14%~18%。一般认为, 橡胶的滞后损失特性、橡胶的滚动变形量和橡胶的体积是影响轮胎滚动阻力系数的三大因素<sup>[1]</sup>。本文章的

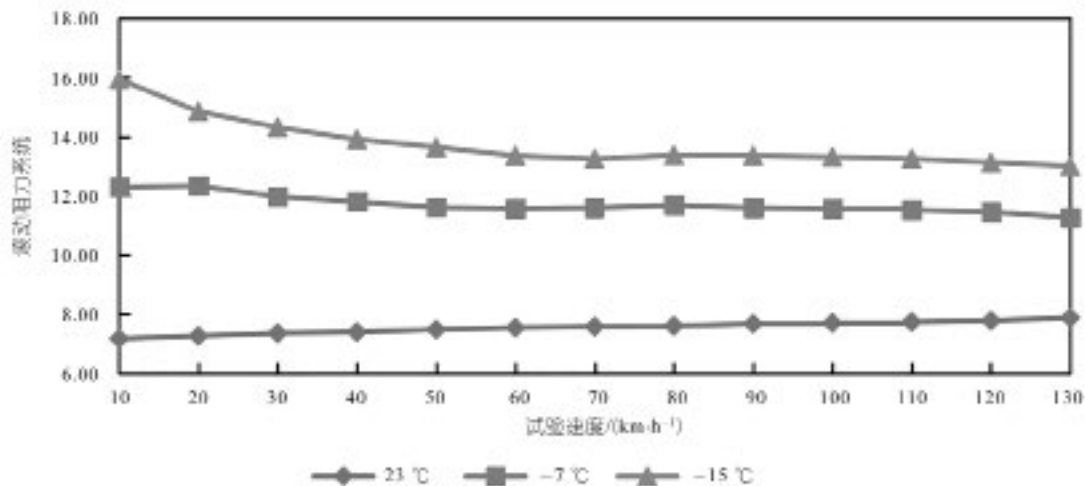


图1 250 kPa 下不同环境温度和速度下滚动阻力系数的变化趋势

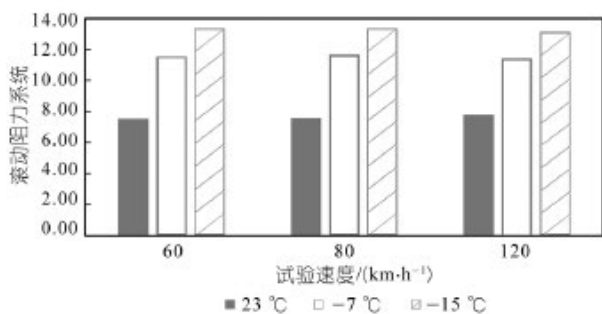


图2 250 kPa 下相同速度、不同环境温度下滚动阻力系数

测试是一个连续阶梯式递增试验速度的测试过程,从图3可以看出,轮胎在测试过程中轮胎胎冠表面的温度不断升高,而橡胶温度升高,有利于降低橡胶的损耗因子,能够降低轮胎滚动阻力。另一方面,在测试过程中,轮胎的滚动会使轮胎胎面产生离心力而使胎面橡胶变形,此橡胶变形会与轮胎在滚动阻力测试设备转鼓上的变形叠加,增加橡胶的滚动变形,致使轮胎的滚动阻力增大。当轮胎滚动速度越大,胎面受到

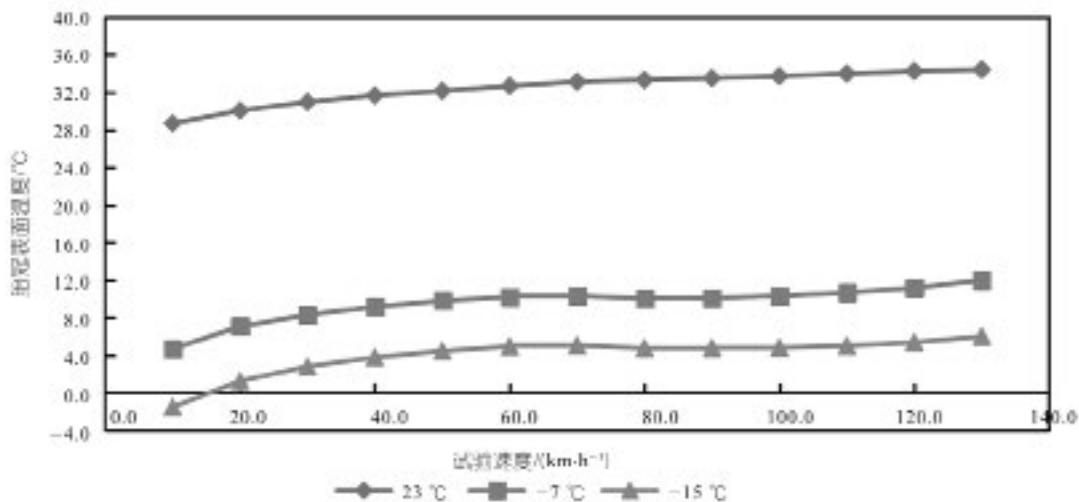


图3 250 kPa 下在不同环境温度测试过程的胎冠表面温度变化

的离心力越大,橡胶变形叠加的效果越严重。本文章连续阶梯式递增试验速度的测试过程会使轮胎同时受到以上两种因素的影响,而哪种因素占主导因素作用将会影响轮胎在这个测试过程中的滚动阻力变化趋势。从本次测试数据分析,在23 °C的环境温度下,轮胎随着测试速度的增加滚动阻力系数增大,即表明在此

常温温度下,速度增加导致轮胎滚动变形增加是主导因素,其影响大于胎面橡胶温度的升高。而在-7 °C和-15 °C的低温环境温度下,轮胎随着测试速度的增加滚动阻力系数减小,即表明在零下较低的温度下,胎面橡胶温度升高使橡胶损耗因子降低是主导因素,其影响大于速度增加导致轮胎滚动变形的增大。

### 2.3 轮胎滚动阻力系数与充气压力的关系

比较表 2 和表 3 的测试数据及从图 4~图 6 可以看出,无论在不同的试验环境温度或速度下,轮胎的滚动阻力系数都随着试验气压的增加而减小。

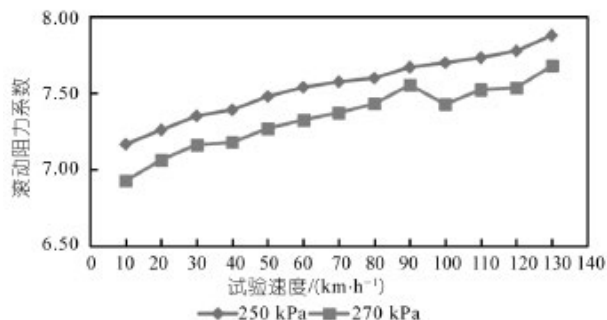


图 4 23 °C 下不同试验气压的滚动阻力系数

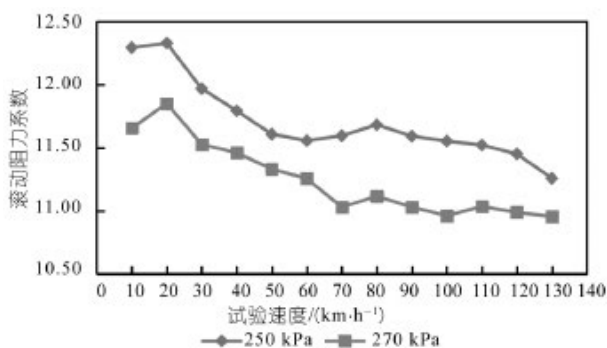


图 5 -7 °C 下不同试验气压的滚动阻力系数

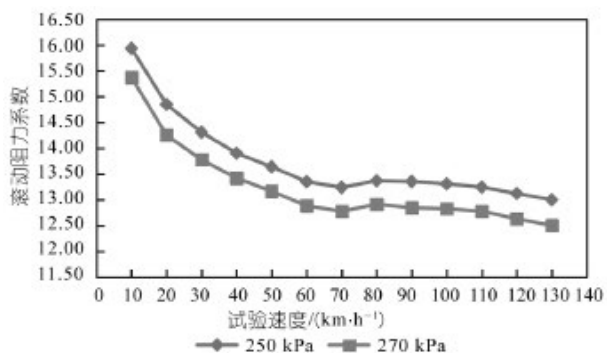


图 6 -15 °C 下不同试验气压的滚动阻力系数

如图 7~图 8 所示,取正常车辆较为常用的 60 km/h、80 km/h 和 120 km/h 速度下的测试数据,轮胎充气压力从 250 kPa 增加到 270 kPa,当环境温度为 23 °C 时,轮胎的滚动阻力系数减小了约 2%~3%;当环境温度为 -7 °C 时,轮胎的滚动阻力系数增减小约 2%~5%;当环境温度为 -15 °C 时,轮胎的滚动阻力系数则减小了约 3%~4%。轮胎的气压加大,胎冠的刚性增加,使胎冠的滚动变形量减小,有利于降低轮

胎的滚动阻力系数。

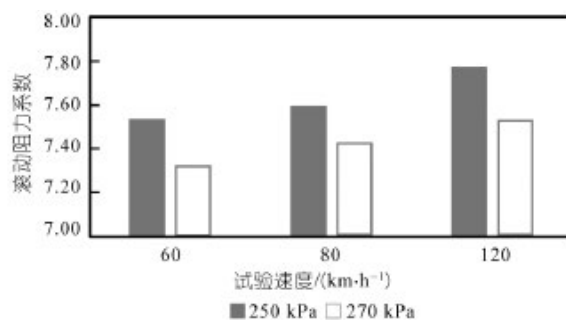


图 7 23 °C 下相同速度、不同气压下滚动阻力系数

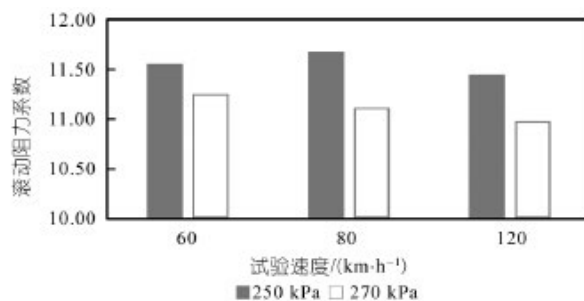


图 8 -7 °C 下相同速度、不同气压下滚动阻力系数

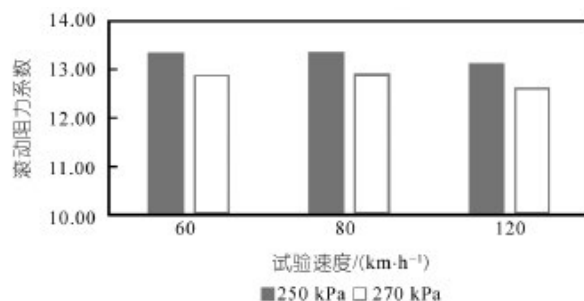


图 9 -15 °C 下相同速度、不同气压下滚动阻力系数

### 3 结论

(1) 环境温度对轮胎的滚动阻力系数影响较大,在常温和零下较低的温度条件下滚动阻力系数的差异较大,具体表现为温度越低,滚动阻力系数越大,对汽车的经济性影响较大。

(2) 速度对轮胎的滚阻阻力系数有一定的影响,但不同温度下影响的趋势不一在常温下,随着速度的增加,轮胎滚动阻力系数增加;而在零下较低温度下,轮胎的滚动阻力系数则随着速度的增加而减小。

(3) 无论在常温还是零下较低的温度条件下,轮胎气压增加,滚动阻力都降低,适当增加轮胎的充气压力,有利于轮胎处于一个较低滚动阻力的状态。

#### 参考文献:

[1] 贺年茹,王海森,郑毅毅,等.电动汽车专用轮胎发展趋势[J].

- 汽车工程师, 2018,6:55-58.
- [2] 王阳, 张子鹏, 朱其文, 等. 国内外轮胎滚动阻力试验方法及影响因素分析 [J]. 轮胎工业, 2013,33(10):628-633.
- [3] 胡德斌, 王剑波, 李磊. 轮胎滚动阻力与花纹特性的相关性研究 [J]. 轮胎工业, 2022,42(5):272-276.

## The influence of vehicle usage conditions on tire rolling resistance

Qu Canming, Mai Qunyou, Zhang Hongbin

(Guangzhou Automobile Group Co. LTD. Automotive Engineering Institute, Guangzhou 511434, Guangdong, China)

**Abstract:** The rolling resistance of tires is one of the key factors affecting the fuel economy of automobiles, and in actual use, conditions such as ambient temperature, driving speed, and tire pressure are all dynamically changing. This study selected a common tire specification, and tested and analyzed the tire rolling resistance under different ambient temperature, speed and tire pressure conditions through bench test, in order to explore the specific trend of tire rolling resistance changes with the above factors. The experimental results indicate that the environmental temperature has the most significant impact on tire rolling resistance, followed by tire pressure, while the effect of speed is relatively small.

**Key words:** tire; rolling resistance; environmental temperature; speed; tire pressure

(R-03)

## 海天智胜金属助力全球一体化压铸镁合金后车体，开启量产新程

Haitian Zhisheng Metal helps global integration die casting magnesium alloy rear body and launch a new mass production process

2025年4月23日，在上海车展赛力斯智能安全发布会上，面向量产的全球最大一体化压铸镁合金后车体正式亮相。

4月12日，“赛力斯超大一体压铸镁合金后车体暨白车身试制全球首发下线仪式”于赛力斯超级工厂成功举办。

这一成果由赛力斯联合重庆大学、宝武镁业、北京科技大学共同研发，标志着镁合金超大一体化压铸车身体件从零部件研发走向整车量产应用的重大跨越。值得一提的是，2025年期间，此次量产的一体化压铸镁合金后车体，在海天智胜金属全球应用中心8800压铸岛完成多次生产试制。这一环节有效加速了新产品的验证进程，为后续的量产铺平了道路。

本次研发实现了48项技术攻关，其中12项为行业0到1的关键技术突破。相较于传统铝合金方案，该成果达成21.8%的减重效益，整体性能提升10%以上。

中国工程院院士潘复生在首发下线仪式中指出，当前镁合金技术成熟度已能实现单车50kg+应用，此次成果为未来向100kg+、200kg+应用迈进奠定基础，具有里程碑意义。

### 技术向轻，乘势而上

海天智胜金属作为设备制造商，持续深耕轻金属成型领域。自2022年10月海天智胜金属全球应用中心8800试模单元建成以来，已为全球客户试模超过25套一体化压铸模具，包括前舱、后地板等产品。此次镁合金后地板在该中心成功批量试制，再次展示出海天超大型压铸机的强大性能。

未来，海天智胜金属将坚持创新驱动，携手行业伙伴，为全球汽车产业绿色转型添砖加瓦。

摘编自“伊之密”

(R-03)