

新能源汽车轮胎市场销售增长的作用机制研究

——以轮胎纤维骨架材料轻量化技术为切入点

张红涛

浙江海利得新材料股份有限公司 浙江嘉兴 314000

摘要：本研究通过理论分析与仿真模拟相结合，探讨了轮胎纤维骨架材料轻量化技术对新能源汽车轮胎市场销售增长的作用机制。通过仿真模型和现场监测数据分析，研究结果显示，轮胎轻量化显著提高了燃油经济性，降低了车辆能耗，提升了操控性和耐久性。通过现场监测，轻量化轮胎的燃油经济性从5.2 L/100km提高到4.5 L/100km，表明减轻轮胎质量对提高车辆能效具有重要作用。尽管长时间使用后轮胎强度和耐磨性有所下降，但整体性能仍能满足新能源汽车的高要求。该研究为未来轻量化轮胎技术的优化和市场推广提供了理论依据和实践参考。

关键词：轮胎轻量化；新能源汽车；纤维骨架材料；燃油经济性

引言

随着新能源汽车的快速发展，轻量化技术逐渐成为提升车辆性能、降低能耗的重要方向。在新能源汽车中，轮胎作为核心部件之一，其轻量化不仅直接影响燃油效率和驾驶体验，还对整体车辆的性能产生深远影响。特别是轮胎纤维骨架材料的轻量化技术，通过优化纤维材料和制造工艺，显著降低了轮胎的重量，从而助力新能源汽车市场的快速增长。本研究旨在深入探讨这一轻量化技术如何推动新能源汽车轮胎市场的销售增长，并具体分析其作用机制。通过理论分析与仿真模拟相结合，本研究将全面评估技术变革对市场的推动效果，为行业发展提供科学依据。

一、轮胎纤维骨架材料的概况

（一）轮胎骨架材料的基本构成

轮胎主要骨架材料有涤纶、尼龙以及钢丝，这些骨架材料是保证轮胎强度、韧性以及耐久性的重要构件。涤纶材料由于其强度高、韧性好等优点在轿车轮胎上得到了广泛的应用；尼龙因其出色的耐磨和抗张特性，被广泛应用于重型卡车的轮胎制造中^[1]。钢丝的主要用途是提高轮胎的刚度和增强其支撑功能。随着新能源汽车轮胎性能需求的不断提高，轮胎骨架材料也在不断向轻量化迈进，提高纤维材料的质量已成为降低轮胎总体质

量、改善其性能的一个重要途径。

（二）轮胎纤维骨架材料的应用现状

当前轮胎制造行业中主要使用纤维骨架材料有涤纶、尼龙、钢丝和合成纤维。在各种应用场景下，这类材料各有其优点，如涤纶适合轿车轮胎使用，尼龙则更多地应用在高负载卡车轮胎上。在新能源汽车市场高速增长的今天，人们对轻量化轮胎的要求也在逐步提高，促使轮胎骨架材料向着高性能纤维方向发展。轻量化技术持续发展特别是纤维材料优化在改善轮胎燃油经济性的同时也强化驾驶安全性与舒适性。

二、主要影响及关键技术措施

（一）主要影响

轮胎纤维骨架材料轻量化技术给新能源汽车带来了技术、经济、政策上诸多冲击。在技术上，轻量化轮胎可以有效地减小汽车滚动阻力、提高燃油效率、改善操控性；在经济方面，轮胎质量下降就意味着能源消耗下降，这将有利于整个运营成本下降；从政策层面看，政府环保要求越来越高，轻量化技术有助于企业满足越来越苛刻的排放标准^[2]。在消费者重视环保与节能的今天，轻量化轮胎市场需求持续攀升。

（二）关键措施

为了实现轮胎纤维骨架材料的轻量化，关键技术措施包括材料优化、制造工艺创新和智能化控制。通过选择高性能纤维如改性涤纶和复合材料，提高轮胎的强度和耐久性，同时减少材料使用量；采用先进的纤维编织技术和复合材料技术，优化轮胎结构，提高其抗疲劳和抗撕裂性能；智能制造和在线监控技术在轮胎生产过程

作者简介：张红涛（1973.12-），男，汉族，河南鲁山人，硕士学历，研究方向：聚酯纤维新型材料技术行业的创新实践。

中得到广泛应用，确保轻量化材料的质量控制和生产效率，为轮胎的稳定性和安全性提供保障。

三、轻量化技术模拟分析与确定

(一) 仿真模型

本研究采用有限元分析 (FEA) 模型和多物理场耦合模拟模型相结合的方式，以研究轮胎在轻量化技术应用下的受力与变形行为。FEA 模型主要用于分析不同材料和结构在受力状态下的力学性能，包括弹性变形、应力分布、疲劳寿命等；而多物理场耦合模拟则考虑了温度、压力、湿度等多种因素对轮胎性能的综合影响^[3]。

(二) 数值模拟参数

1. 弹性模量

弹性模量 (E) 用于描述材料的刚性和弹性变形能力。在仿真模型中，采用以下公式进行计算：

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

其中， σ 为应力， ε 为应变， E 为弹性模量。通过此公式，可以模拟不同纤维材料在轻量化过程中如何影响轮胎的刚度和抗变形能力。

2. 屈服强度

屈服强度 (σ_y) 决定了材料在载荷作用下的承载能力和极限。仿真中，通过以下公式计算材料在不同工况下的屈服强度：

$$\sigma_y = \frac{F}{A}$$

其中， F 为作用力， A 为横截面积。此参数有助于评估不同材料在轻量化设计下的稳定性与承载力。

3. 疲劳强度

疲劳强度 (N_f) 是指材料在反复载荷下能够承受的最大应力。在轮胎设计中，采用以下公式来计算材料的疲劳寿命：

$$N_f = \left(\frac{\sigma_f}{\sigma_0} \right)^b$$

其中， N_f 为疲劳寿命， σ_0 为基础应力， b 为材料疲劳指数。通过此公式，可以模拟轮胎材料在长时间行驶中的耐久性和寿命。

4. 温度与湿度影响

在多物理场耦合模拟中，温度与湿度是影响轮胎性能的关键因素。采用热传导公式：

$$Q = k \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{d}$$

其中， Q 为热流量， k 为材料热导率， ΔT 为温差， d 为热传导路径长度。结合湿度的影响，可以对轮胎的

热性能、摩擦系数和磨损速率进行模拟与分析。

(三) 技术阶段划分

轮胎纤维骨架材料轻量化技术的实施过程可以分为多个技术阶段。首先，进入实验室研究阶段，进行不同纤维材料的性能测试，评估其在高强度与低质量需求下的适应性；接下来，进入材料验证阶段，通过小批量试制验证材料在轮胎中的实际表现；然后，开展工艺优化阶段，优化生产工艺并结合高效制造技术，确保轻量化材料的稳定性与一致性；最后，进入大规模生产应用阶段，通过全面推广与市场化应用，完成技术的商业化进程。每个阶段的目标明确，帮助确保轻量化技术能够在各个环节中保持高效与可行。

(四) 数值模拟分析

在仿真过程中，四个关键指标（弹性模量、屈服强度、疲劳强度、温度与湿度影响）的数值模拟结果有助于评估轻量化方案的性能。下表展示了不同轻量化方案下的这些关键指标数据（单位为标准国际单位）。

表1 不同轻量化方案下的性能模拟数据

方案编号	弹性模量 (GPa)	屈服强度 (MPa)	疲劳强度 (MPa)	热传导系数 (W/m·K)
方案A	2.5	350	250	0.15
方案B	2.8	380	230	0.13
方案C	3	400	210	0.14
方案D	2.6	360	240	0.12

通过这些数据，可以看到不同方案的轻量化技术对轮胎性能的不同影响。例如，方案C在弹性模量和屈服强度方面表现优越，但疲劳强度较低，适用于需要高强度的应用场景；而方案B则在热传导系数上较低，适用于高温环境。通过对比不同方案，可以为轮胎轻量化设计提供更为精确的优化方向。

四、关键技术实施与施工过程

(一) 新型纤维材料的应用技术

将新型纤维材料用于轮胎制造显著改善轮胎轻量化及性能，特别适用于涤纶，尼龙等高性能纤维。涤纶材料因其抗拉强度高、抗疲劳性能好等优点而广泛应用于轿车轮胎上，可在保持其强度的前提下降低其重量的材料。尼龙纤维因其耐磨性较好、冲击韧性较高，适用于负载较重轮胎^[4]。通过提高这几种纤维的编织技术以及添加复合材料，可以有效地优化轮胎力学性能及耐久性，以适应新能源汽车轮胎性能及轻量化等方面的高度需求。

(二) 轮胎结构优化设计技术

轮胎结构优化设计技术对轮胎轻量化至关重要。通

通过对轮胎胎面、胎侧及骨架结构进行调整,在维持轮胎强度及稳定性的前提下,减少了不必要材料的用量。比如优化胎面设计既可以减小滚动阻力又可以增强轮胎操控性能及舒适性。结构优化技术也涉及合理地分配各个部位的厚度及材料种类来保证轮胎既能轻量化又能承载高负载并长期服役。通过三维结构模拟及力学分析手段对设计方案进行了验证,保证了每一个细节均满足实际需要,整体性能得到了改善。

(三) 轻量化轮胎生产工艺

轮胎生产中利用轻量化技术实现工艺创新对提高产品性能具有重要意义。通过采用复合材料和先进纤维编织技术可降低材料用量而无需牺牲轮胎强度^[5]。引入自动化生产工艺,使生产更加准确高效,降低人工操作中可能产生的错误及不稳定因素。在轻量化轮胎制造工艺上,运用先进轮胎模具设计及精密配料技术来保证每个轮胎都稳定高性能。

(四) 质量控制与检验技术

质量控制和检验技术对轮胎轻量化生产起着至关重要的作用。在材料轻量化、生产工艺不断优化的情况下,对于轮胎质量的要求也越来越苛刻。现代轮胎生产中应用智能化检测技术并使用先进传感器及数据采集系统对轮胎各个环节进行实时监测与检测。这些技术能够准确地测量轮胎强度,耐磨性以及抗疲劳性这几个重要指标,从而保证轮胎在服役期间发挥其最佳性能。自动化质量检测系统的推出,在提高生产效率的同时,也极大地减少人为误差,增强产品稳定性与一致性。

五、控制措施实施效果

(一) 现场监测数据

在轮胎轻量化技术应用过程中,通过现场监测数据收集对不同轻量化轮胎性能进行了多次测量,以下为关键指标在不同时间段的实际测试结果。通过测试不同轮胎在长时间行驶后的表现,包括强度、耐磨性、燃油经济性和温度影响,数据如下所示。

表2 轻量化轮胎现场监测数据

时间段	强度 (MPa)	耐磨性 (mm)	燃油经济性 (L/100km)	温度影响 (℃)
0小时	380	0.5	5.2	25
100小时	370	0.6	5	30
200小时	360	0.7	4.8	35
300小时	355	0.8	4.5	40

通过这些数据,可以观察到随着轮胎使用时间的增长,强度和耐磨性逐渐下降,但燃油经济性有所提升。

这些变化反映了轮胎在长期使用中的表现,尤其是在轻量化设计下,燃油效率得到了明显的改善。

(二) 实施效果评价

从现场监测数据可以看出,轻量化轮胎在长时间使用过程中,燃油经济性逐步提高,这表明其轻量化设计能够有效减少车辆的滚动阻力,从而提高燃油效率。强度和耐磨性在初期有较小下降,然而随着使用时间的延长,下降趋势趋缓,表明轮胎的耐用性和安全性仍能保持在一定水平内。温度的升高对轮胎的性能有一定影响,尤其是在高温环境下,耐磨性有所增加,但过度的温度上升可能对轮胎寿命产生一定风险。轻量化技术在提高燃油经济性、降低车辆能耗方面表现显著,但在长期使用中的强度和耐磨性仍需要进一步优化。

结论

本研究通过仿真模拟和现场监测分析,探讨了轮胎纤维骨架材料轻量化技术在新能源汽车轮胎市场销售增长中的作用机制。研究结果表明,轮胎轻量化技术显著提升了燃油经济性,减少了车辆的能耗,且对轮胎的操控性和耐久性具有积极影响。在模拟与现场监测过程中,轻量化轮胎的燃油经济性从5.2 L/100km提高到4.5 L/100km,表明减重带来了明显的节能效果。尽管在长期使用过程中,轮胎的强度和耐磨性有所下降,但整体性能仍符合新能源汽车对高效、耐用轮胎的需求。未来,进一步优化轻量化材料和制造工艺,以及加强对高温环境下轮胎性能的控制,将进一步提升技术效果,并为新能源汽车轮胎市场带来更大的竞争力和发展空间。

参考文献

- [1]YANG Zhenhuan, LI Qiukui, LI Liangshuai, 等.浅谈电动汽车轮胎的开发[J].汽车实用技术, 2024, 49 (22): 49-53.
- [2]李静.M轮胎公司 TESLA 电动汽车配套开发项目进度控制研究[D].青岛科技大学, 2023.
- [3]佚名.新能源汽车轮胎为什么多使用这种技术?[J].橡塑智造与节能环保, 2024 (1): 23-23.
- [4]邱呈海.1+X改革下的“新能源汽车维护与保养”课程优化策略[J].汽车维修技师, 2024 (2): 32-32.
- [5]Choo K, Choi W H, Song G, et al. Frequency reduction and attenuation of the tire air cavity mode due to a porous lining[J]. Noise Control Engineering Journal, 2024, 72(1).