

轮胎智能化发展概述

吴长辉, 李红卫, 田 健, 陈 虎, 赵彦伟

[特拓(青岛)轮胎技术有限公司, 山东 青岛 266061]

摘要:随着新能源汽车的发展和汽车无人驾驶技术的成熟, 车辆智能化程度越来越高, 对轮胎智能化提出了更高要求, 主要体现为汽车主动安全及驾驶体验改善、轮胎安全管理、路面状态预测方面, 在轮胎内部安装传感器装置可实现对轮胎状态的监测, 获得轮胎智能化解决方案。

关键词:新能源汽车; 无人驾驶技术; 轮胎智能化; 解决方案

中图分类号: TQ336.1; U463.341

文献标志码: A

文章编号: 1006-8171(2022)12-0707-04

DOI: 10.12135/j.issn.1006-8171.2022.12.0707



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

1 轮胎智能化研究背景

随着社会的发展, 通讯技术及人工智能技术飞速发展, 自动驾驶技术、智慧交通、共享汽车等逐渐得以应用, 对轮胎的开发提出了更高要求。尤其是在新能源汽车飞速发展的带动下, 汽车的主动安全技术作为车辆智能化的一部分, 已经从传统的加强车身强度进一步提升至车辆主动预防。汽车的主动安全技术主要是指通过预先的防范避免事故发生的技术^[1], 主要通过主动安全系统预判车辆可能发生的危险并通过车辆驾驶系统及动作规避驾驶风险, 提升车辆安全性能。作为车辆接地部件, 轮胎的智能化对于车辆的安全性具有十分重要的作用, 为了进一步探明车辆对智能化轮胎的需求, 从以下2个方面进行调研和分析。

1.1 车辆主动安全技术需求

一方面随着芯片、相机技术、互联网技术的迅速发展, 车辆主动安全技术逐渐成熟, 如主动刹车、车道保持等, 尤其是主动刹车技术对于行人和驾驶者更为重要, 轮胎作为车辆的接地部件, 其自身安全直接影响到车辆的主动安全技术, 包含轮胎的充气压力、温度、负荷等。另一方面, 在车辆使用过程中, 新能源车辆电动机驱动扭矩与传统燃油车辆相比更大, 轮胎磨损更为严重且异常磨

损的概率更大, 轮胎各项性能随着轮胎磨损严重而下降, 可能会直接导致车辆的主动安全技术失效, 包含轮胎的干地制动性能、湿地制动性能、干地操控性能、湿地操控性能等, 轮胎性能下降轻者导致车辆的方向稳定性降低、制动距离增大等, 重者直接威胁驾驶者及乘客的安全。

综合考虑, 对轮胎磨损状态或性能变化进行有效监控和预测对于车辆的主动安全技术非常重要。

1.2 车辆智能化发展需求

自动驾驶技术的逐渐成熟和稳定对轮胎提出了新要求, 尤其是车辆在不同环境下自动驾驶时外界感知尤为重要, 作为自动驾驶技术中的一部分, 通过在轮胎内部植入传感器, 可以实现对轮胎、车辆乃至道路信息的监测^[2], 增强车辆路面感知能力。作为车辆的接地部件, 轮胎在各种环境状态下的参数及性能为车辆驾驶系统提供了判断数据。例如, 在路况良好且车辆安全行驶的情况下, 可以通过调整轮胎参数降低轮胎滚动阻力, 提升车辆续航能力; 在恶劣天气或者湿滑路面行驶时, 可以通过改变轮胎充气压力及温度参数增大轮胎的抓地力, 从而提升车辆的操控性能。综上所述可知, 车辆的智能化发展与轮胎的智能化息息相关, 后者可谓前者的触觉。

车辆的智能化不断发展, 作为车辆的驱动部件, 轮胎智能化需求越来越高, 应用场景也越来越丰富。

作者简介: 吴长辉(1989—), 男, 山东菏泽人, 特拓(青岛)轮胎技术有限公司工程师, 学士, 主要从事轮胎花纹及结构设计工作。

E-mail: 1205686361@qq.com

2 轮胎智能化发展需求

目前轮胎智能化依据不同应用场景可分为电动汽车、智慧城市、共享汽车、试验测试4部分,具体如图1所示。

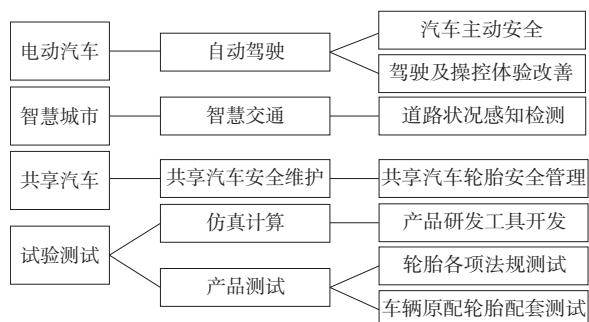


图1 轮胎智能化应用场景

从图1可知,智能轮胎应用场景十分广阔,其包含轮胎的生产、试验、原配轮胎配套测试、共享汽车维护、城市智慧交通管理等,下面以自动驾驶技术涉及的轮胎智能化为例进行介绍。

2.1 汽车主动安全及驾驶体验改善

自动驾驶最核心的部分是汽车的主动安全技术,而汽车的主动安全技术最主要的部分是车辆的动作控制,车辆控制的数据基础建立于对外界环境的感知,作为车辆的接地部件,轮胎的感知不仅包含对路面的感知,也包含对自身参数性能的监控及预测。据调查分析,涉及轮胎主动安全性的主要特征参数包括轮胎磨损、胎压、温度、摩擦系数和压力分布等。除此之外,自动驾驶技术还涉及车辆驾驶及操控体验改善,主要涉及轮胎的胎压调节、温度调节、摩擦系数估算、轮胎侧偏角估算以及其他参数估算等。因此,汽车主动安全及驾驶体验改善与轮胎参数监控及参数调节密不可分。

2.2 轮胎安全管理

轮胎安全直接关系着驾乘人员安全,一方面,随着新能源汽车及燃油汽车的发展,车辆的扭矩、质量等更大,续航里程更长,针对轮胎的自身安全管理十分重要,这其中包含轮胎续航里程、磨损状态、安全气压、损坏温度等,在此环境下,精确预测和判断轮胎的安全对车辆的安全十分重要。另一方面,随着共享汽车的应用,汽车安全维护也十分重要,其中就包含轮胎的安全管理,尤其是停放较

久的车辆,其轮胎是否能够满足出行要求直接影响着车辆驾乘人员的安全。因此,轮胎智能化对轮胎的安全管理不可缺少。

2.3 路面状态预测

随着汽车保有量的飞速提高,由雨雪天气湿滑路面直接造成的交通事故越来越多,不仅威胁人民的生命及财产安全,还对交通管理造成挑战,此时需要快速避免连环车祸的发生。第一起车祸发生后,智能轮胎对地面状态产生感知,通过5G通讯技术第一时间通知智慧交通系统,智慧交通反馈至后方正在行驶的车辆,督促其采取安全的驾驶动作,可以达到避免某一路段连续发生交通事故的目的。

对于车辆的自动驾驶,路面状态的判断和预测、车辆的控制等具有很大作用。第一,利用传感器系统准确监测轮胎和路面状况,精确评估汽车的行驶状态并及时预警;第二,智能轮胎系统可以感知轮胎的六分力及轮胎与路面之间的摩擦接触情况,为车辆的主动安全控制系统提供更加可靠的数据,极大地提高了车辆控制系统(例如制动防抱死系统ABS、汽车电子稳定系统ESC、自适应巡航系统ACC、汽车防撞预警系统等)的控制效果,从而使车辆更加智能和安全;第三,通过轮胎的地面预测,可第一时间对车辆进行有效预警并作出安全控制。

3 轮胎智能化解决方案

3.1 轮胎智能化解决案例

目前已有的智能化解决方案主要以米其林、倍耐力、马牌等高端品牌轮胎为主。

米其林竞驰Track Connect智能操控系统(如图2所示)通过在轮胎内部安装传感器装置与车辆或手机连接^[3],实时监测轮胎内部温度和充气压



图2 米其林竞驰Track Connect智能操控系统

力的变化情况,并可根据天气情况进行暖胎指导,保证轮胎充分热身,除此之外还可通过前后轮胎的变化预测车辆是否存在过度转向或转向不足等问题。

倍耐力CyberCar技术(如图3所示)通过安装在轮胎内部的传感器装置^[4]与车辆控制系统进行连接和互通,为车辆和驾驶者提供轮胎类型(夏季轮胎或冬季轮胎)、规定胎压、载重指数和速度级别以及车辆行驶中轮胎温度和充气压力等信息,并可基于轮胎实际特性和状态校准驾驶者警示系统。此外,当轮胎达到最佳工作温度时,驾驶者会收到相关提示,便于其找到轮胎合适的工作窗口,以发挥轮胎的最大优势。此外,驾驶者还会收到“为轮胎降温”的提示,如同与赛车工程师同行。

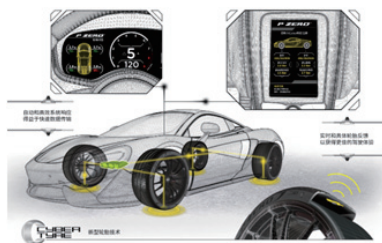


图3 倍耐力CyberCar技术

据官方介绍,大陆集团的马牌智能轮胎(如图4所示)带有监控装置,可提供准确的轮胎充气压力和温度读数,以防止轮胎损坏和故障,最大限度地减少对轮胎自身的影响,延长轮胎使用寿命。该监控装置安装在轮胎内衬层上,避免了气门嘴损坏和空气泄漏^[5]。

综上所述,轮胎的智能化解决方案的主要方式是通过安装轮胎监控装置实现对轮胎参数的实时监控,从而为车辆的驾驶提供合理的轮胎参数、



图4 马牌智能轮胎

轮胎实际状态提示和路面状态预测等,并通过车辆驾驶系统合理地控制轮胎以及车辆的使用,从而根据车辆驾驶环境自适应地使用轮胎,发挥轮胎的最佳性能,延长轮胎的使用寿命,因此轮胎的传感器装置设计尤为关键。

3.2 轮胎传感器装置设计

轮胎传感器装置用于监测轮胎特征参数^[6],其设计主要涉及2个方面。一方面,轮胎传感器装置要满足车辆对轮胎参数的监控需求,其包含模块如图5所示。另一方面,传感器装置对轮胎自身存在影响,主要涉及3个方面:第一,传感器装置安装位置是否对轮胎自身性能造成影响,包含轮胎动平衡、均匀性等性能;第二,由于车辆行驶过程中,轮胎传感器安装位置接触面的变形与传感器装置不一致,容易造成轮胎疲劳损害进而威胁轮胎安全;第三,在车辆行驶过程中,应保证轮胎监控数据的准确性,同时防止传感器装置由于轮胎的自由滚动而失效或者断裂。

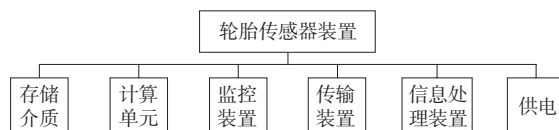


图5 轮胎传感器装置模块

3.3 轮胎传感器功能设计

轮胎传感器功能设计首先按照智能轮胎功能包含轮胎参数监控,主要涉及车辆主动安全技术,其次包含轮胎地面状态判断以及各场景下轮胎自身参数调整,具体如下:(1)轮胎参数监控包含轮胎胎压实时变化、轮胎压力分布;(2)轮胎地面状态判断,包含地面干燥状况、湿滑状态、是否积水或结冰等;(3)各场景下轮胎自身参数调整依据车辆的驾驶场景可分为干燥路面、湿滑路面、积水路面、雨雪路面、冰雪路面等。最后是轮胎传感器装置与车辆及轮胎调节装置的信息交互,原理如图6所示,其主要包含轮胎传感器装置与车辆ECU的信号传输,轮胎传感器装置与胎压调节装置、温度调节装置等的信息传输,目的主要是根据车辆不同驾驶场景对轮胎参数进行调整,从而实现不同环境下轮胎性能的改善,满足车辆对轮胎智能化的需求。

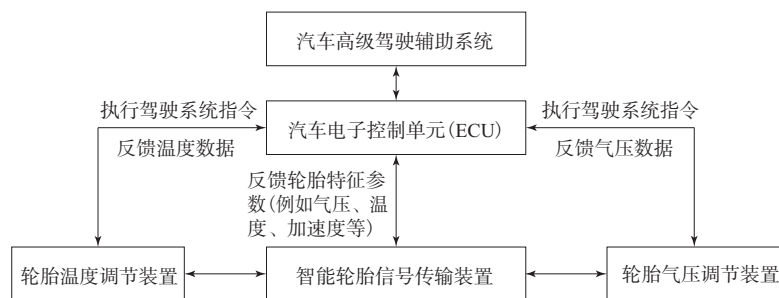


图6 轮胎传感器装置传输示意

3.4 轮胎传感器装置安装

由于传感器装置直接安装在轮胎内衬层上, 主要需注意两点: 一是轮胎内衬层纹路形状对传感器装置的固定存在影响, 应选择合适的内衬层纹路以避免轮胎安装位置出现条纹凸起; 二是轮胎传感器装置自身质量对轮胎动平衡和均匀性 etc 存在影响, 应避免安装在轮胎质量最大点位置, 而选择安装在质量最小点位置。

综上所述, 轮胎智能化解决方案主要包含以下几个方面: 第一, 轮胎传感器装置设计主要包含轮胎传感器装置的结构设计、传感器选型、算法设计并考虑传感器装置对轮胎的影响; 第二, 轮胎传感器装置的安装位置。通过安装轮胎传感器装置, 并与车辆ECU及其他调节部件协同可实现轮胎的智能化。

4 结语

轮胎智能化是汽车智能化的重要前提, 在轮胎内部安装传感器, 可将轮胎由一个被动部件转化为主动部件, 实现对轮胎状态的监测。通过轮

胎传感器装置的设计和安装, 可获得轮胎智能化解决方案。

参考文献:

- [1] 杨秀芳, 张新, 常桂秀, 等. 汽车主动安全技术的发展现状及趋势[J]. 重庆工学院学报(自然科学版), 2008, 22(4): 15-17, 30.
- [2] SHLADOVER S E, DESOER C A. Automated vehicle control developments in the path program[J]. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 1991, 40(1): 114-130.
- [3] Michelin Company. Michelin track connect: connect your tires to improve your track performance[EB/OL]. [2022-09-13]. <https://www.michelin.com/en/news/michelin-track-connect-connect-your-tires-to-improve-your-track-performance/>.
- [4] 倍耐力轮胎有限公司. 倍耐力CYBER轮胎: 当轮胎会说话[EB/OL]. [2022-09-13]. <https://hub.pirelli.cn/zh-cn/road/pirelli-s-cyber-tyre-when-tyres-talk>.
- [5] Continental AG. Continental's intelligent tirestep into the future with digital tire monitoring[EB/OL]. [2022-09-13]. <https://www.continental-truck.com/truck/tire-monitoring/intelligent-tire>.
- [6] C·普皮, I·G·博斯卡伊诺, A·纳塔. 包括监测装置的轮胎[P]. 中国: CN 112566798A, 2021-03-26.

收稿日期: 2022-10-14

Development Overview of Tire Intelligence

WU Changhui, LI Hongwei, TIAN Jian, CHEN Hu, ZHAO Yanwei

[TTA (Qingdao) Tire Technology Co., Ltd, Qingdao 266061, China]

Abstract: With the development of new energy vehicles and the maturation of unmanned driving technology, the degree of vehicle intelligence is getting higher and higher, which puts forward higher requirements for tire intelligence mainly reflected in the aspects of active vehicle safety, driving comfort improvement, tire safety management and road condition prediction. One of the main approaches to improve the tire intelligence level is embedding various sensor devices in the tire, which can monitor the tire state in real time.

Key words: new energy vehicle; unmanned driving technology; tire intelligence; solution