

车辆轮胎公路相互作用的展望

Williams A R 著 贺海留摘译 涂学忠校

摘要 过去车辆、轮胎、公路行业一直是从各自的立场出发,讨论车辆、轮胎和公路的相互作用^[1-2]。这导致了产品开发上的失误、优先次序的错误排列以及各部门互相推诿责任的发生^[3]。这种情况常常无助于公路运输系统的发展,而公路运输的成功与轮胎、汽车及公路业主的成功直接相关。

本文评述了目前旨在促进汽车、轮胎和公路系统数学模拟,以及汇总公路运输业现有的知识和将来要求的研究活动的进展情况。得出的结论是,如果公路运输系统要进一步向安全、有效及有利于环境的运输方式发展,就迫切需要进行一系列的研究,包括引入“路面类型认可试验”概念。

我们对于已存在了 100 多年的轮胎将继续以其现有的形式存在下去,但会不断改进和完善其现有性能的想法非常适应。也许我们还没有考虑围绕轮胎发生的变化,以及它面临的其它有冲击力技术的威胁。事实上,证明目前公路运输业使用的充气轮胎是“一个受到冲击的古董”也许不太困难。

我们已看到,而且越来越了解防抱死制动系统、牵引力控制系统、半活动及活动悬架系统、装载高度控制、轮胎漏气报警系统及智能轮胎技术的发展。此外,已有文献报道靠钢索行驶的汽车^[4]。

所有这些发展都依靠电子学,而且将不可避免地使用户增加车辆的成本及维护车辆的复杂性和费用。但是尽管如此,基于立法或通过市场压力,这些将对消费者变为现实。

许多发展严重冲击了充气轮胎现有的传统角色。为展望未来,本文讨论了为适应汽车制造和公路建设的可能发展,轮胎行业所应开发的工作。

1 轮胎现状

一台新的轮胎生产设备价值达 100 万英镑,而轮胎检验所用的设备(如 CT 扫描机或先进的力和力矩试验机)每台价值可能高于 100 万英镑。另外,轮胎设计过程已逐渐发展到轮胎设计图纸的自动绘制,以及包括有

限元分析程序或其它类型的轮胎性能预测程序的恰当衔接。所有这些支出使我们联想到近 30 年来轮胎自身的迅速变化及提高。然而要获得轮胎发生变化的证据并不容易,除了轿车和载重车轮胎向较低断面的渐进变化外,采用子午线结构以后轮胎外表并没有很明显的变化。然而,在不远的将来,由于汽车制造和公路建设的改进,人们不得不重新考虑轮胎是否能保持其在公路乃至汽车系统中的地位。

假定情况如此,为了满足未来汽车生产的需要,我们将进入轮胎原材料和设计发生剧烈变革的时期。希望通过采用现代化的轮胎生产设备及检验和研究装置,轮胎工业基础结构能适应以后的变化。本文是作者一个系列文章^[5,6]的第 3 篇,从考虑根据现行的技术情况,公路运输是否有前途入手,讨论了公路工程师能否建造出与汽车和轮胎制造相适应的公路结构。

首先考虑轮胎的重量。最近的报道包括无钢丝轿车轮胎的开发^[7]。这种轮胎显示出许多优点,包括减轻了 30% 的重量。还必须研究的是低惯性轮胎对象防抱死制动系统(ABS)及牵引力控制装置这样的电子控制系统效能的影响。

关于滚动阻力,目前已能逐个预测每种轮胎设计的滚动阻力特性。如果是传统设

计,能量消耗的大部分与轮胎胎面及带束层区有关。正是在这些区域,我们将寻求进一步的改进,以便将轿车及载重车轮胎的滚动阻力降到其理论上的最小值。然而,这些数据是关于自由滚动轮胎的,而所有轮胎是在具有不同表面结构的道路上以及各种不同的传动、滑动及外倾角等条件下运行的。我们必须考虑的正是在这种道路/车辆综合环境里轮胎的能量损耗过程。现在有充分理由可以说明,在许多道路上的可见不规则表面结构使轮胎的能量损耗比理想值高得不成比例。例如,许多路面的表面结构能够使给定接触面产生是平均值 20 倍的接触压力。降低噪声的愿望可能会促成用其它形式胎面代替传统胎面,但这本身可能与实现理论上的滚动阻力最小值相抵触。

对于轮胎设计者,需要经常注意的是轮胎的湿路面抓着性能,从它用到路面上起,就开始逐步变得越来越差。国际上采用的最小法定胎面花纹深度通常为 1.6mm,而理论上和实际上认为 3mm 的最小值具有技术上的可行性^[8]。通过采用其它形式的胎面花纹设计,甚至是通过其它新奇的手段取代胎面本身而提高湿路面抓着性的努力,还必须考虑到在产品整个使用寿命期间需要始终保持较高的使用性能。

就轮胎结构设计而言,轮胎的操纵性和稳定性在某种程度上与湿路面抓着性有一定关系。为特定车辆的需求而提高轮胎的操纵性和稳定性不应超过轮胎设计可能达到的限度。随着汽车设计“靠钢索行驶”原理的进一步发展,预计最终将会要求这种性能。

轮胎噪声性能是欧洲第一类与安全无直接关系的鉴定试验项目。尽管在 ISO 路面上测定的轿车和载重车轮胎的噪声上限还没有定案,预计这样的法规将在今年早些时候公布。然而,轮胎噪声仅居道路、轮胎、车辆系统中的第 3 位,因为车辆和路面对噪声影响更大。令人失望的是,到目前为止,似乎还

没有措施来淘汰噪声高的路面,或者对道路表面微结构进行一种鉴定试验。还有一点令人失望的是,尽管多孔沥青路面在欧洲道路上的使用迅速增长,但这种路面并没有被选作鉴定轮胎及车辆噪声性能用的标准路面。

研究与产品设计及加工变量有关的振动特性是一件过时的事情。然而,由道路表面结构、胎面花纹或实际上由悬架所激发的轮胎及轮胎/轮辋总成基频共振特性的研究是要分析的重要因素。该研究将能把轮胎和悬架系统看作车辆在噪声及振动特性方面具有最佳性能的一个单元。现在已能用例如 FEA 推导的性能指标,以及将已有轮胎性能插入车辆操纵性能 OEM 数学模型进行理论“预测”来代替“制造和试验”准则。

在载重轮胎领域,为了使载重车和轿车的刹车距离更接近,要求产品的抓着性能大幅度提高,由于聚合物和填料的发展,这是可能实现的。也许正是在这个领域,在高充气压力下工作的断面较低的轮胎,尤其是宽断面单胎的发展导致潜在的道路破坏,人们对此表现出最大有忧虑。宽断面单胎总成重量轻、噪声低以及运输效率高等优点是众所周知的。如果由于我们没能理解公路工程师的忧虑而对轮胎无可辩驳的优点产生了不利影响,那将是十分遗憾的。公路业的忧虑不一定来自公路结构已相当完善的发达国家,而且也来自欠发达国家以及大型公路网络的道路维护或翻修费用很高的国家。事实上较有利于道路结构,但又包括了由于宽断面单胎的应用而带来的明显优点的载重轮胎和载重车悬架单元的发展将成为优先考虑的对象。此外,轮胎数学模型与车辆及道路模型的应用被看作是未来的要求。

然而,轮胎的回收利用仍是一个研究课题,轮胎翻新仍是未来岁月中我们要考虑的问题。还有一项要研究的是旧轮胎胎体在未来使用中适用性的评估。用无损检验研究不仅可以评估结构的完整性,而且可以评估轮

胎中各种关键胶料的动态性能保持率。

2 道路条件

无论是对道路的摩擦特性还是路面纵向及横向的结构特性,道路监测设备已发展到了能够有效监测道路的水平。有利于排水的沥青多孔路面在欧洲许多国家已普遍使用。这种路面不仅奇迹般地降低了轮胎在道路上产生的噪声,实际上也解决了溅水问题。然而,在高速耐滑性能上没有表现出理论上预期的优越性。这可能与轮胎/道路接触面积潜在减小以及驾驶者在噪声较低的路面上行驶较快的倾向有关。多孔路面能够通过设计空隙分布使轮胎及车辆驱动系统产生的特定频率噪声吸收的优化成为可能。轮胎工业有一定责任确保立法机关完全了解排水沥清路面的优越性,而且将用在公路特别是在城区公路上的多孔路面推广到世界上所有以公路运输为主的地区。

令人难以相信的是,对于道路车辙深度或横向/纵向宏观表面结构或不平整度还没有标准^[9,10]。人们知道,这样的表面结构影响着刹车距离及能量消耗,对能耗的影响不一定就是对轮胎的,而也可以是对车辆悬架系统其它部分的。在湿滑条件下,特别在摩擦系数由高向低或由低向高变化的情况下,这样的表面结构严重影响车辆操纵及稳定性。

3 汽车条件

本文开始就陈述了汽车电子系统的发展将会冲击传统的轮胎性能。通过对轮胎接地

区完整的了解,轮胎进一步发展将会来临。接地区也是激发大多数振动,并把这些振动最后通过车辆系统传递到驾驶者的区域。认识振动从接地区通过车辆系统的传递将变得日益重要,特别是随着轮胎重量逐步减轻到目前重量的 50% 以下就更为重要。Thompson 和 Dunlop 认为,这种认识不仅影响轮辋设计,而且影响悬架设计,在某种不可思议的意义上,与原始发明者的初衷一样,轮胎将恢复到被看作是悬架的一个基础部件。

汽车技术的发展促进了电子技术的发展,而在轮胎技术中采用电子技术也是可能的。进展顺利的一个例子是和 ABS 传感器联动操作且编入 ABS 软件的“WARNAIR”轮胎漏气报警系统。其次,对于载重汽车运输公司,智能轮胎技术将得到发展,从而可使轮胎性能的全自动监测成为可能。

4 结语

本文试图概述未来几年轮胎预期使用环境的变化。这给用与生产设备、原材料及有关轮胎性能测量技术高投入相应的方式进一步提高轮胎技术水平提供了机会。虽然轮胎是有 100 多年历史的老产品,但在以后的几年里以史无前例的高速度发生根本变化将是可能的。如果轮胎在在世界公路运输系统中进一步发挥作用,这种变化将是必不可少的。这方面的一个有意义的举措是进行系统工程设计^[10],公路、轮胎及汽车制造部门将更有效地相互联系合作。

译自《95 神户国际橡胶会议论文集》,

P15 ~ 19

日本轿车轮胎断面高宽比的变化趋势

日本轿车轮胎断面高宽比的变化趋势					%				
轮胎断面高宽比	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年 (预计)	轮胎断面高宽比	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年 (预计)
30,35,40,45	1~3	4~7	6~10	8~12	65	14~16	15~19	19~20	20~22
50,55	7~10	7~12	8~12	8~12	70	30~34	32~35	28~33	28~30
60	15~18	11~16	11~16	11~16	80	26~30	18~26	19~22	18~20

相 泰摘自日本“月刊 タイヤ”,[3],19(1997)