

绿色环保型轮胎技术的发展探讨

张春生

(杭州朝阳橡胶有限公司, 浙江 杭州 310008)

摘要:介绍绿色环保型轮胎的发展,概述绿色环保型轮胎的概念及内涵(具有高环保性、高节能性、高安全性和低噪声等特点)。从轮胎结构设计、原材料选择及生产工艺和设备的改进三个方面对绿色环保型轮胎进行分析,阐述国内外轮胎公司对绿色轮胎技术的创新发展,指出我国轮胎产业发展存在的主要问题,并指明今后的发展方向。

关键词:绿色轮胎;环保节能;高安全性;结构设计;材料选择;工艺改进

中图分类号:TQ336.1 **文献标志码:**B **文章编号:**1006-8171(2016)12-0707-04

安全、绿色和节能是当今世界发展的主题,同时也是21世纪轮胎技术产业发展的宗旨。轮胎企业在提高轮胎各项性能的同时,必须要着力解决安全、绿色和节能这三个重要的问题。

环保型轮胎属于“绿色轮胎”,也称为低污染轮胎或低滚动阻力轮胎,“绿色轮胎”这一概念源于法国米其林公司,它是利用溶聚丁苯橡胶(SSBR)与白炭黑补强剂等组成的配方,同时对轮胎结构及花纹形状进行创新而研发出来的一种低滚动阻力、高耐磨性、低噪声、低废气排放的节能环保安全型轮胎^[1]。国外绿色轮胎产业发展较早,绿色轮胎已经在国外汽车市场上应用相当普遍,我国是在2012年才决定正式启动绿色轮胎产业化战略,同时明确了绿色轮胎的定义及内涵,拟定了详细的发展规划,并制定了具体的发展目标。这一战略必将对我国轮胎产业的发展起到至关重要的推进作用。

我国轮胎企业数量不少,具备3C认证的就有300多家,其中生产子午线轮胎的仅几十家,而开始进行绿色轮胎研发的只有少数几家,总体水平还相对落后。对于国内骨干轮胎企业来说,并非不具备生产绿色轮胎的技术水平,而是根本没有市场。目前国内整车企业都愿意匹配国外大品牌的绿色轮胎。毫无疑问,只有在匹配整车的应用过程中,国内自主品牌轮胎企业才能不断创新轮

胎产品技术,提高制造水平。显然,这需要汽车全行业的共同努力。

1 绿色环保型轮胎的概念

绿色环保型轮胎的提法很多,但是没有一个具体的定义。从广义上理解,凡是比常用轮胎更环保、更节能、更安全的轮胎就称为绿色环保型轮胎。这个概念可以从以下几个方面解释。

1.1 高环保性

传统的轮胎无论是斜交轮胎还是子午线轮胎,都添加了有致癌作用的橡胶配合剂等有害物质,这些有害物质会随着车辆行驶过程中胎面的磨损而散发到空气中,严重污染环境,危害人体健康。因此,在降低滚动阻力的同时,要使用无污染、性能高的材料制造轮胎。随着绿色环保型轮胎技术的发展,越来越多的汽车使用了环保型轮胎,大大减少了对环境的污染。

1.2 高节能性

绿色轮胎相比传统轮胎来说,不仅减小了轮胎的质量,更减少了滚动时橡胶材料的能量损失,降低了轮胎与路面的摩擦损耗,从而使轮胎的滚动阻力大大降低。这样使得汽车的油耗及二氧化碳排放也大幅下降,节能的同时也保护了环境。据米其林(中国)投资有限公司统计,轮胎滚动阻力降低20%,可使每千米二氧化碳的排放量减小4g,每辆汽车每年可以节省23 L燃油。

1.3 高安全性

环保型轮胎通过优化胎体的设计,改善胎面

作者简介:张春生(1975—),男,黑龙江宾县人,杭州朝阳橡胶有限公司高级工程师,硕士,主要从事轮胎结构设计及技术和管理工作。

弹性,从而改进了汽车在光滑路面的抓着性能,使汽车在行驶过程中更加平稳,同时缩短了制动距离,大大提高了驾驶安全性。有关研究证明,绿色轮胎产生的摩擦力可以缩短汽车在湿滑或结冰路面上15%的制动距离,使汽车的冬季行驶性能提高10%~15%。

1.4 低噪声

汽车在行驶过程中产生的噪声来自车内和车外两个方面,如表1所示。

车内噪声主要是车体和悬挂系统在行驶过程中出现的噪声,车外噪声有一半是由于道路状况不良,另一半主要是由于轮胎花纹不当而在行驶过程中产生的噪声。环保型轮胎经过改进结构及材料,具有较低的噪声和较好的驾驶舒适性。

绿色环保型轮胎除了要具备上述几个特性外,还要求在轮胎生产工艺及其设备上更加节能和环保。采用先进的生产技术产生的能耗比传统工艺下降30%~50%,运用先进的生产设备,生产效率可提高50%~80%,人员减少20%~50%,生产成本降低20%~60%。因此,绿色环保型轮胎不应仅仅形成一个概念,而要成为今后企业轮胎设计和生产中始终坚持的一个原则。

表1 轮胎噪声的种类

噪声类别	轮胎部位	噪声来源及名称
车外噪声 (直接) (辐射噪声)	轮胎胎面	花纹 <ul style="list-style-type: none"> — 横向 — 纵向 — 混合 — 路面 花纹噪声
		滑移噪声
车内噪声 (间接) (振动噪声)	轮胎胎体	质量不平衡 — 不平衡噪声
		不均一性 (刚性) <ul style="list-style-type: none"> — RFV(上下力) — LFV(横力) — TFV(前后力) — STV(操控力矩) — STD(操控) 不均一噪声
轮胎与 道路	路材	水泥混凝土路
		石板路
		路缝噪声
	路况	凹凸不平
		龟裂
		路基噪声
		错位

2 绿色环保型轮胎的设计

随着社会的发展,对轮胎的性能和功能要求越来越高,发展节能、环保和安全的绿色轮胎已经成为轮胎行业的主旋律。环保型轮胎的研发创新主要体现在轮胎的结构设计、材料选择以及生产工艺和设备的改进等方面。绿色环保型轮胎的研发技术如表2所示。

表2 绿色轮胎的研发技术

项 目	技术与设备	目 的
轮胎大数据库	数据信息中心、网络云系统	将轮胎数据化,有利于轮胎设计
成分分析	热重分析、红外光谱、核磁共振、扫描电镜检测及其他	原材料及配方成分分析,有助于新型原材料的开发及配方优化
轮胎模拟	有限元仿真分析、花纹雕刻等	缩短轮胎开发周期,更有利于轮胎结构优化
物理性能检测	橡胶加工分析仪、动态力学分析仪、毛细管流变仪及常规物理性能检测	常规物理性能检测
轮胎成品检测	高速、耐久、滚动阻力、噪声、X光、均动、六分力等	了解成品特性,便于优化轮胎性能
轮胎成品评价	烷化反应程度、胶料流动性研究、配方设计DOE数学建模、轮胎外轮廓扫描	现场工艺性能研究、配方设计建模研究,提高轮胎实际性能
试验场	实车试验场	评估轮胎实际性能

绿色轮胎发展至今,不仅仅是一个环保的概念,它更深层次地要求轮胎整个生命周期都是绿色的,绿色轮胎开发技术体系见图1。

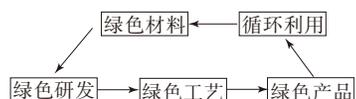


图1 绿色轮胎开发技术体系

2.1 轮胎结构设计

轮胎子午化、无内胎化、扁平化和轻量化是

轮胎结构设计发展的方向,同时也是绿色环保型轮胎技术发展的首选。轮胎结构设计时采用适当的设计理论可以降低其滚动阻力,国外提出了不少新的轮胎设计理论,如滚动轮廓优化理论、预应力轮廓理论、最佳张力控制理论、负荷下最小应变能理论、动态模拟最佳轮廓理论、周期性应力-应变优化理论、综合轮胎技术理论、同步转向滞后理论和最佳轮胎轮廓理论等^[2]。米其林公司一直致力于低滚动阻力轮胎的研究,认为轮胎

对环境影响最大的情形发生在轮胎在路面行驶的时候(86%),而不是在制造过程中或废弃后。米其林公司的两项创新大大减少了轮胎对环境的污染和油耗,一项是子午线轮胎的发明,使轮胎的滚动阻力一下减少了20%,后来随着“绿色轮胎”的发展,滚动阻力进一步降低;另一项就是将硅原料加入到轮胎配方中,显著减少了驱动车辆前进时所需要的能量,这也是Green X标志第1次出现在米其林轮胎的胎侧上。普利司通公司声称采用滚动轮廓优化理论设计轮胎可以降低轮胎的滚动阻力,同时也可以改善轮胎的抗湿滑性能、操控性能和乘坐舒适性。轮胎断面高宽比和轮辋宽度等参数对轮胎的滚动阻力有一定影响,降低轮胎断面高宽比(轮胎扁平化)可以提高轮胎的径向刚性,有利于降低轮胎滚动阻力,轮胎断面高宽比变小也能减小轮胎的变形,有利于降低滞后损失^[3]。

国内也提出了一些轮胎设计理论,如预应力和动平衡轮廓设计理论及轮胎整体结构优化设计理论。中策橡胶集团公司通过对195/65R15轿车子午线轮胎的骨架材料和施工进行优化设计,以减小轮胎质量,降低滚动阻力,提高汽车的燃油经济性。结果表明:优化设计后的轮胎质量由8.8 kg减为7.3 kg;在保证轮胎的充气外缘尺寸、成品性能以及室外装车性能满足要求的情况下,优化后轮胎的湿地抓着性能基本保持不变,滚动阻力系数由10.08降至8.89,降幅达11.8%^[4]。哈尔滨工业大学王友善等开发了有限元专用软件并结合室内耐久性试验,研究轮胎整体结构优化设计理论(TECO)和平衡轮廓设计理论所设计的轮胎。有限元分析和试验结果均表明:使用TECO理论所设计的轮胎,不仅在降低轮胎关键部位应变能方面有比较明显的效果,而且大大提高了轮胎的耐久性能,其力学性能也优于平衡轮廓设计理论所设计的轮胎^[5]。

另外,轮胎的设计参数,如胎冠帘线角度、胎体帘布层数、胎面花纹设计等均对轮胎的滚动阻力有一定影响。减小胎冠帘线角度可以提高轮胎的径向刚度,从而减小一定负荷和气压下轮胎的变形,降低滞后损失;同时增大了轮胎周向刚性,使高速行驶时的惯性损失减小,这均有利于降低

滚动阻力。胎面花纹设计时,一般情况下纵向花纹比横向花纹具有更低的滚动阻力,无论是纵向花纹还是横向花纹,花纹沟条数增加,滚动阻力随之增大。近年来,仿生轮胎花纹的设计成为热点,如大陆公司在2000年就受到猫爪(豹爪)的启发设计出仿生花纹轮胎,其特点是花纹可以变化,在轮胎行驶时胎面接地面积小,而制动时胎面接地面积大,从而可以有效加快速度,提高行驶稳定性和缩短刹车距离,同时,也可降低滚动阻力,提高干/湿路面上的抓着力和牵引力^[6],如图2所示。在我国,S-BCT仿生轮胎(中国)项目中心与首创轮胎有限责任公司合作,利用仿生学原理设计类似手指结构、动物掌纹的胎面花纹,有效降低了轮胎的滚动阻力,提高了轮胎的综合性能。



图2 大陆公司仿生花纹轮胎

2.2 轮胎原材料的选择

在材料应用方面,降低轮胎滚动阻力通常有两种基本方法:减小轮胎质量和降低材料能耗(滞后损失)。轮胎原材料的选择及其开发技术主要集中在环保和在保证抗湿滑性能的前提下降低滚动阻力,轮胎用的原材料有很多种,每家公司都有自己的原材料使用特点,有些传统的原材料不能满足绿色环保轮胎的发展需求,这就需要不断创新开发新的原材料^[7]。特别是1992年米其林公司研发成功的以SSBR和白炭黑为特征的绿色轮胎,经过多年的艰辛努力,在解决了白炭黑的导电性和混炼工艺困难的基础上已达到产业量产化的

目标。随着尾端基改性SSBR、高乙烯基顺丁橡胶(BR)、钕系BR、反式天然橡胶和异戊橡胶以及高分散性的白炭黑、低滚动阻力和低滞后炭黑、双相炭黑、复合白炭黑-炭黑填料等低滚动阻力材料开发的成功,更有力地推进了绿色轮胎的扩大发展。绿色轮胎的材料秘笈主要是含硅配方,即在橡胶配方中添加白炭黑。橡胶和白炭黑无法直接结合,还需要一些其他添加剂,如有机硅烷。添加了白炭黑和有机硅烷的轮胎抗湿滑性能好,滚动阻力小,而且采用一般炭黑填料的轮胎在高速行驶中会产生很多热量,而添加白炭黑则会降低轮胎生热^[8]。

另外,骨架材料的合理选择可以在保持轮胎轮廓稳定和满足支撑负荷的同时减小轮胎质量、降低噪声、提高轮胎的使用寿命等。骨架材料除钢丝帘线外,主要是各种纤维帘线。环保型轮胎用帘线的研究与应用主要向高强度和轻量化方向发展。目前国内外的研究主要集中在高强力人造丝、新型聚酰胺锦纶、玻璃纤维和芳纶等。其中芳纶的应用备受关注,芳纶作为骨架材料具有强度高和抗切割能力强的优点,采用芳纶可以减小钢丝帘线用量,从而实现轮胎轻量化,且易回收,并可节约燃料。目前邓禄普公司成功开发出以芳纶为骨架材料的超轻量绿色轮胎。国内许多公司也开始选择芳纶作为橡胶制品的骨架材料,预计在轮胎中的应用为期不远^[9]。

2.3 轮胎生产工艺及其设备的改进

环保型轮胎也要求轮胎生产工艺及其设备上的“绿色化”,有效控制粉尘、烟气、挥发性有机化合物(VOC),改善现场操作环境,从而保证轮胎生产质量的稳定。另外,炼胶工艺的单台密炼机与多台(5~6台)开炼机前后串联、两台密炼机上下串联组合的低温连续炼胶形式,冷喂料挤出机向压延机连续供胶和挤出机替代压延机生产双面附胶帘布的方式,轮胎硫化机以热板取代蒸锅、微波预热、充氮加热硫化的方法等,都对工艺节能起到提质高效的作用,使整个轮胎生产工艺进一步实现合理化。轮胎生产设备以微机化、光机电一体化

化和制造加工精密化为中心,出现了一大批高效节能、环保安全的设备,如自动称量配料设备、大型高效耐久的智能密炼机、三到五复合的精密挤出机、一次法和多鼓(3~4鼓)轮胎成型机、液压式轮胎硫化机、平移式机械传动轮胎硫化机等^[10]。

3 结语

我国是世界第一轮胎制造大国,但不是第一强国。生产技术不高、生产设备落后、节能水平较低、产业结构不合理依然是我国轮胎工业的特点。我国未来轮胎发展趋势是绿色环保型轮胎占主导地位,斜交轮胎逐步被替代,轮胎将向子午化、无内胎化、扁平化和绿色化方向发展。

逐步发展应用绿色轮胎对我国汽车行业节能减排至关重要。结构设计的创新、轮胎原材料的研发以及生产设备的改进将是绿色环保型轮胎发展的主要方面。我们必须在借鉴国外先进技术的基础上,走独立开发的道路,大力培养年轻人才,将轮胎从材料和结构两方面结合起来考虑,重点开发提高轮胎综合性能的新技术,使我国的轮胎行业迅速跻身世界强手之林。

参考文献:

- [1] 郭鹏,赵文权,吴刚.我国绿色轮胎的发展现状[J].化工环保,2014,34(4):332-335.
- [2] 赵敏.降低轮胎滚动阻力的途径[J].轮胎工业,2006,26(10):586-593.
- [3] Davis B. Just How “Green” is a Green-Tire[J]. Europe Rubber Journal, 1992, 174(11):40.
- [4] 蔡习舟. 轮胎轻量化设计对轮胎滚动阻力的影响[J]. 轮胎工业, 2013, 33(2):82-85.
- [5] 王友善,刘培华,赵剑铭.有限元分析在轮胎结构设计中的应用[J].橡胶工业,2005,52(10):613-618.
- [6] 涂学忠.大陆推出仿生花纹轮胎[J].轮胎工业,2000,20(10):120.
- [7] 李汉堂.绿色轮胎的结构设计及其材料应用[J].轮胎工业,2007,27(3):135-140.
- [8] 李花婷,蔡尚脉,王清才,等.绿色轮胎用橡胶材料的研究进展[J].橡胶科技,2014,12(4):5-9.
- [9] 王丽丽.环保型轮胎的发展[J].轮胎工业,2012,32(5):259-262.
- [10] 于清溪.轮胎的绿色特性与发展[J].橡塑技术与装备,2013,39(1):21-32.