

专论综述

国内外子午线轮胎设计生产的现状及发展概况

吴桂忠

(化工部北京橡胶工业研究设计院 100039)

摘要 简要介绍了国内外子午线轮胎设计、生产现状及发展趋向。强调指出,要提高我国子午线轮胎设计、生产技术,必须加强对轮胎产品设计、生产设备及应用原材料的研究开发工作。

关键词 子午线轮胎,设计,生产

现代汽车工业的发展极大地推动了轮胎设计和生产水平的提高。在目前轿车已经成为人们主要交通工具的情况下,轮胎就显得越来越重要。为适应汽车工业发展的需要,轮胎工业发达国家的各大轮胎公司纷纷完善自己的产品设计技术,不断推出新产品,更新生产设备,使生产出的轮胎除了满足 ECE, DOT 标准外,在滚动阻力、噪声、抓着力、乘坐舒适性方面都达到了较高的水平。

以下就国内外子午线轮胎设计、生产现状及发展趋向作一概述,并就如何提高我国子午线轮胎设计、生产水平提出一些粗浅的看法和建议。

1 国外子午线轮胎设计生产技术概况

1.1 国外轮胎设计水平

1.1.1 轮胎结构和汽车动力学的研究

要进行轮胎的结构设计,首先要了解汽车的性能,因此,国外轮胎企业非常注意汽车和轮胎的性能匹配问题。在一般情况下,轮胎企业提前几年的时间为汽车开发原配胎,并在开发过程中进行汽车-轮胎系统的模拟试验,找出满足新车的技术要求,最后确定轮胎的产品结构和各项技术指标。为了争取原配胎市场,国外一些轮胎企业对汽车的研究在某些方面并不亚于汽车制造厂。

1.1.2 轮胎外轮廓设计

轮胎外轮廓设计对其应力有较大的影响,50年代至60年代中期,主要以薄膜网格理论和自然平衡轮廓为基准设计轮胎的外轮廓。70年代中期,计算机的应用可以进行轮胎充气 and 负荷时的应力-应变分析,即静态分析。到80年代中期,由于大型计算机及有限元法的广泛应用,轮胎设计理论从薄膜网格理论的静态设计法转向了动态设计法,从而极大地提高了轮胎工业的整体水平。自1985年日本普利司通公司推出了 RCOT 理论至今,已有十几种轮胎设计理论问世。它们都从不同的角度对轮胎进行静、动态分析,从而改善了轮胎的性能。

(1) RCOT 理论

RCOT 理论是日本普利司通公司于1985年研究成功的,该理论运用三维有限元法,以滚动中的轮廓为设计基准,在轮胎的材料和结构不变的条件下,通过改变轮胎的形状,改善轮胎行驶性能,使轮胎具有更好的乘坐舒适性和更优异的制动性。

(2) DSOC 理论

DSOC 理论是日本东洋公司开发的。该理论也是用三维非线性有限元法分析程序,重点研究轮胎的动态轮廓,从而使轮胎的性能得到高水平的平衡。

(3) CSSOT 理论

CSSOT 理论是由前苏联莫斯科轮胎研究院开发出来的。该理论着重考虑了轮胎内部材料的应力-应变情况,并通过改变轮胎的轮廓,优化轮胎内部材料的应力应变,从而改善轮胎的使用性能。

上述理论仅是十几种理论中的代表,其主要特点都是利用三维有限元进行轮胎静态和动态应力分析,接地形状及压力分布的研究,最终优选出受力合理、性能优越的轮胎外轮廓形状。

1.1.3 轮胎的花纹设计

轮胎的使用性能在很大程度上取决于花纹设计,一种合理的花纹可以使轮胎性能有很大提高。轮胎的滚动阻力、抓着力和噪声与花纹设计有直接关系。因此,世界几大轮胎公司对轮胎的花纹设计都非常重视。在一般情况下,将一种新花纹先用手工设计出十几种草图,然后设计工程师将其规范化并输入计算机,在屏幕上显示出三维立体图;通过比较,从中选出 3—5 种设计,并作进一步修改;随后在预硫化好的光面轮胎上刻出花纹,最后将刻出的轮胎作必要的性能试验,包括室内试验和试验场试验。

1.1.4 轮胎的成品性能试验

轮胎的成品性能试验,在国外不仅进行室内试验,大部分还要进行室外试验。室内试验除了 DOT, ECE 规定的检测项目外,还要进行多项与汽车性能相关的试验。

(1) 静、动平衡试验

静、动平衡试验主要测试轮胎力的平衡情况,它对汽车的操纵稳定性、直线行驶性有很大的影响。

(2) 高速均匀性试验

国外汽车行业对轮胎的均匀性要求非常严格,因此轮胎企业不仅在生产线上进行低速工况下的均匀性试验,而且还在实验室里进行高速均匀性实验,以确保满足汽车要求。

(3) 滚动阻力试验

滚动阻力在许多轮胎企业已经成为主要的性能指标,各大轮胎公司都对滚动阻力进行深入的研究,以取得原配胎市场。

(4) 噪声试验

噪声的研究在国外大的轮胎公司已成为新产品开发的一项重要内容。轮胎的噪声主要是由于胎面和地面的动态接触引起的,因此,它与花纹形状的设计有很大的关系。

(5) 接地印痕及压力分布试验

轮胎的耐磨性、湿路面的抓着性受接地印痕及压力分布的影响较大,国外轮胎公司对接地印痕及压力分布的研究也非常重视。

除了进行上述室内试验外,国外轮胎公司还进行轮胎的温升试验、耐磨性试验、振动性试验、气密性试验等等。

国外轮胎公司大部分都拥有自己的轮胎试验场。在试验场可进行整车试验,测量轮胎干湿路面情况下的牵引力、转向性能、操纵性能。还可以进行噪声试验。试验场里有各种各样的路面,设有许多喷水装置,路面水深可以控制。接地印痕和压力分布试验可以在干湿路面两种情况下进行。

1.2 国外轮胎生产技术概况

国外轮胎公司对轮胎的生产技术也非常重视,不但追求产品设计的领先,生产技术也在不断地提高。以往生产设备复杂庞大,机械化和自动化水平较低。80 年代以前,轿车子午线轮胎一般使用二次法半鼓式成型机,随着汽车工业对轮胎性能要求越来越高,各大轮胎公司自己开发或合作开发了自动化程度相当高的轮胎成型设备,如日本普利司通公司开发的 50s 即可成型一条轿车轮胎的成型生产线。法国米西林公司也投巨资,研制了自动化程度非常高的轮胎成型生产线。各大轮胎设备制造商为了适应轮胎工业发展的需求,也制造出了机械化和自动化程度较高的设备,如德国克虏伯公司的 (P1+2) 子午线轮胎一次法全自动成型机,荷兰 VMI 公司的 (P248) 一次法成型机。载重子午线轮胎同样

向一次法成型方向发展,如意大利皮列里公司的用微机控制的 TRG/B 全钢子午线载重轮胎一次法成型机,日本三菱公司和美国费尔斯通公司合作开发的 HD-1-C 型轮胎一次法成型机。无论是轿车轮胎一次法成型机,还是全钢载重轮胎一次法成型机,都使用了预复合机,以便提高成型效率。

除了轮胎成型机外,其它轮胎生产设备的发展也比较快,如纤维、钢丝帘布压延机,销钉式冷喂料复合(两复合或三复合)挤出机等都发展到了较高的水平,压延挤出中的测厚全部采用计算机控制,确保半成品部件的精度。轮胎的硫化设备近几年主要向液压硫化机方向发展,液压硫化机可控精度高,可硫化出高质量的子午线轮胎。

先进设备的使用,极大地提高了国外轮胎企业生产技术水平,生产的轮胎性能基本上满足了汽车工业的要求并提高了轮胎的生产效率。

2 国内子午线轮胎设计生产技术概况

60 年代初,我国就开始研制子午线轮胎。“六五”、“七五”期间,国家组织了子午线轮胎攻关及国产化,同时批准了几家轮胎企业引进国外技术与设备,经过十几年的发展,子午线轮胎生产基本上形成一定的规模,有些生产技术、质量指标达到甚至超过了引进技术。

2.1 国内子午线轮胎设计水平

国内子午线轮胎的设计,以前主要沿用传统的方法,大部分仍以经验数据为基准,即使引进技术的厂家,也只不过是购买了有关的技术资料,没有引进设计方法和技术,又由于缺乏必要的试验检测设备和方法,在新产品的开发过程中很难判断轮胎质量的好坏。为了改变这种状况,进入 80 年代后,化工部北京橡胶工业研究设计院开始用国外轮胎企业应用比较广泛的有限元法对轮胎充气状态下的应力应变进行分析,为轮胎设计提供有

用的参考信息。经过十几年的研究,在消化吸收国外新设计方法的基础上,建立了自己的轿车子午线轮胎 PDEP 三维非线性有限元程序,以低断面轿车子午线轮胎为研究对象,以轮胎的预应力轮廓和动平衡轮廓为设计基准,充分考虑轮胎在动态条件下的变形情况,通过改变胎体轮廓线在模型内的形状来实现对带束层和胎圈施加张力,使其在动态下达到平衡状态。应用该理论研制的轮胎,与传统设计的轮胎相比,滚动阻力减小 10% 以上,轮胎的使用寿命可延长 20%,高速性能明显提高。实际使用试验证明,汽车的操纵稳定性、直线行驶性以及湿路面的抓着性能都有较大的提高。在载重轮胎设计方面,上海橡胶轮胎集团公司载重轮胎厂经过几年的研究,推出了 TECO 理论(即轮胎整体结构设计优化理论)。该理论的应用在不同程度上提高了轮胎的性能。

为了配合研究设计工作,近几年也从国外引进了比较先进的成品检测试验设备,如高速试验机、动平衡试验机、均匀性试验机等,同时,自己开发了一些设备(如接地印痕及压力分布试验机)。这些试验手段的加强,有效地提高了轮胎的设计技术水平。

2.2 国内子午线轮胎生产技术概况

国内子午线轮胎生产技术近几年有了很大的提高;大部分子午线轮胎生产厂都从国外引进了关键设备;引进技术的厂家,整条生产线基本上都是进口的。例如,半钢子午线轮胎生产用关键设备——带束层挤出机,已有多家生产厂从美国 Steeltastic 公司购买。密炼机也引进了世界比较先进的 F370, GK400。纤维、钢丝帘布压延机、钢丝帘布裁断机也有数家生产厂从国外购买。荣成市橡胶厂、上海橡胶轮胎公司、桦林橡胶厂分别从日本、德国、荷兰进口了全钢载重、半钢子午线轮胎一次法成型机。所有这些先进设备的进口及使用,使国内子午线轮胎的生产迈上了一个新的台阶,形成了一定的生产规模,并确保了轮

胎的质量与性能。

目前,我国已有 11 家轮胎厂从国外引进了子午线轮胎生产技术,其中大部分来自意大利皮列里公司。引进美国费尔斯通技术的上海轮胎集团公司载重轮胎厂,去年生产全钢载重子午线轮胎超过 30 万套;北京轮胎厂引进皮列里公司半钢轿车、轻载车子午线轮胎生产技术,1993 年生产轮胎接近 20 万套。在国产化方面,荣成市橡胶厂、辽宁长征轮胎有限公司,1993 年生产半钢轿车、轻载车子午线轮胎都超过 40 万套。荣成市橡胶厂与化工部北京橡胶工业研究设计院长期合作,去年共同研制出了难度较高的“65”,“60”系列低断面无内胎轿车子午线轮胎,并于 1994 年 7 月通过了化工部技术鉴定。它表明我国子午线轮胎生产技术又有了一个飞跃。

2.3 提高国产子午线轮胎设计、生产技术水平

为了提高国产子午线轮胎设计生产技术水平,参与国际市场竞争,轮胎行业首先要加强与汽车行业的横向联系。轮胎是汽车性能的主要体现者,轮胎性能的优劣直接影响汽车。因此,我国轮胎行业必须加强与汽车行业的联系,将轮胎与汽车视为一个整体进行研究,以满足汽车工业的要求。其次,必须加强对轮胎力学及设计方法的研究,组织力量完

善已有的设计理论,并及早推广应用到产品设计中去。再次,应进一步扩大新材料的应用与研究,严格进行工艺管理。

3 轮胎工业发展趋向

随着汽车工业的进一步发展,轮胎的设计及生产技术将继续发展和提高。在轮胎产品的设计方面,在加强基础理论及力学分析研究的同时,会有性能更优异的产品出现,如目前国外几大轮胎公司正在开发的电动车轮胎,不久就将问世。这种轮胎要求其滚动阻力比现有的轮胎低 20% 以上。另外,将更加注重轮胎操纵稳定性、乘坐舒适性和噪声方面的研究。在生产技术方面,生产设备将会更加自动化,生产效率将进一步提高。

国内子午线轮胎也将会有较大的发展;在进一步完善工艺装备,加强工艺管理的同时,各厂将集中力量不断开发新的产品,并通过消化吸收引进技术,尽早使轮胎的设计技术及原材料实现更高程度的国产化。在生产规模上,国内轮胎企业不会再满足年产 30 万、50 万套,将向 100 万—300 万套发展,产品的规格品种更加完善,并逐步实现“三化”,即子午化、无内胎化和扁平化。

收稿日期 1994-12-05

统计资料

日本轿车子午线轮胎市场上
各系列占的比例变化 %

系列	1991 年	1992 年	1993 年	1994 年	1995 年 (预计)
40/45	5—7	7—9	8—14	1—3	1—3
50/55				7—10	8—10
60	18—21	17—20	16—18	15—18	15—17
65	7—9	9—12	13—15	14—16	15—17
70	32—34	32—35	29—33	30—34	30—33
80	34—38	30—32	25—26	26—30	24—27

摘自日本“月刊タイヤ”,[3],19(1995)

美国翻胎产量 百万条

类 型	1993 年	1994 年	1995 年	1996 年
轿车轮胎	6.6	5.9	5.4	5
轻载轮胎	7.35	7.35	7.35	7.35
载重轮胎	15.4	15.9	16.3	16.6
工程轮胎农业轮胎	0.66	0.665	0.665	0.66
特种轮胎	0.22	0.218	0.218	0.218
总计	30.23	30.04	29.94	29.83

相泰摘自“TRRJ”,[4],8(1995)