

国外轮胎新产品信息调研

叶可舒 钟莹

(化工部北京橡胶工业研究设计院 100039)

摘要 概述了国外轮胎新产品研究开发的背景情况;列述了绿色轮胎、防水滑轮胎、超高里程轮胎、超轻量轮胎、跑气保用轮胎、智能轮胎及其它轮胎的发展态势;对我国轮胎行业在轮胎新产品研究开发方面提出了意见与建议。

关键词 轮胎,新产品,生产,研究开发

随着市场全球化、生产国际化趋势的发展,为更广泛、深入地参与国际轮胎市场竞争,需要及时、系统地了解世界主要轮胎新产品研究开发及生产新动向,以促进我国轮胎行业的轮胎新产品研究开发工作的发展。为此,我们重点对世界一些大轮胎公司近几年来在汽车轮胎主要新产品研究开发及生产方面的进展情况进行了文献调研。现分国外轮胎新产品发展概述、国外主要轮胎新产品的发展态势及对我国轮胎行业在轮胎新产品研究开发方面的意见与建议3个方面予以述评。

1 国外轮胎新产品发展概述

1.1 安全与环保——90年代用户对轮胎性能的主要要求

轮胎新产品的研究开发往往与用户对其性能的要求密切相关。而用户对轮胎性能的要求是不断变化的,如50年代强调耐磨性,70年代重视节油性,90年代则着重安全性与环保性。

进入90年代以来,鉴于人们越来越关注生命的价值,因此轮胎的安全性和环保性格外引人重视。米其林公司于1992年向市

场推出 XSE 轿车轮胎(即绿色轮胎)所引起的轰动效应,可认为是明显一例,因为“X”系表明此轮胎是子午线结构,“S”和“E”分别是英文 Safety(安全)和 Enviroment(环境)的缩写,也就是说,这种子午线轮胎同时具有较好的安全性和环保性。

安全性通常包括在干、湿(特别是湿)路面上的抓着性,行驶中的可靠性及高速性。泄气后仍能继续安全行驶一段较长距离的轮胎,安全性虽然很好,但那是对一种特制的跑气保用轮胎而言。

环保性一般应包括节油性、使用寿命及噪声等。

1.2 新产品研究开发速度加快,更新换代周期缩短

为适应市场竞争的需要,轮胎新产品研究开发速度一般已由原先4年降到2年,轮胎更新换代周期通常则从5年缩至2.5年,以致各大公司每年都有重要新产品问世(仅以米其林公司为例,1997年新上市的轮胎就有第2代绿色轮胎及彩色轮胎等),同时每年都有一些老产品被淘汰。

鉴于新产品性能优越,售价较高(一般比老产品高10%以上),在市场上保持的比例也较高。例如倍耐力公司的轮胎新产品在其市场销售额中占的比例达40%。

另外,由于新产品性能好,因此也往往好销。如普利司通公司自1996年上半年S-02

作者简介 叶可舒,男,1936年出生。教授级高级工程师。长期从事橡胶技术信息研究工作,在《Tire Technology International》、《橡胶工业》、《轮胎工业》、《China Auto》等国内外刊物上发表文章近百篇,出版专著(合著)10部。

轿车轮胎上市以来,该公司在高性能轮胎市场上的销售量增长了20%以上。

1.3 新产品研究开发通常均以新结构设计理论为基础

长期以来,轮胎结构设计都是以平衡轮廓理论为依据,但从70年代开始,米其林、固特异和倍耐力等公司先后开始将非平衡轮廓理论应用于轮胎结构设计,到80年代,此理论的应用范围就更广泛。现在,各主要公司基本上是按这一理论进行轮胎结构设计。近年来,由于发现应用非平衡轮廓理论不能有效控制低断面轮胎的张力水平,因此普利司通公司将上述两种理论统一起来,建立了一种新理论——GUTT(系Grand Unified Tire Technology的缩写,中文译名为“大统一轮胎技术”或“集优轮胎技术”)^[1,2]。它是有限元分析和优化技术为基础的,并被认为是最佳轮胎轮廓理论。按此理论设计的轮胎,其耐久性和操纵性等均得以提高(如胎圈耐久性可提高12%)。因此,普利司通公司已将GUTT应用于近年来研究开发成功的所有新型轮胎。预计这一新理论今后将会更广泛地被推广。

1.4 研究开发新产品一般要运用系统工程原理

过去进行轮胎新产品研究开发,主要靠改变结构设计,辅以胶料配方及工艺装备的改进,且通常只在厂家内进行就可以了。现在,由于高科技的迅速发展以及用户对轮胎性能的要求日益提高,要进行轮胎新产品的研究开发,一般都要多方位协调进行才能奏效。例如,90年代初米其林发明的绿色轮胎,主要是通过大量添加白炭黑、选用滞后损失低的橡胶而制成的;而为了用好白炭黑,该公司又借助了其制造厂家——罗纳·普朗克公司的密切配合。鉴于白炭黑难以与橡胶相容,米其林采用了一种特殊炼胶工艺;又因大量使用白炭黑,轮胎在滚动中会产生静电问题,故不得不采取了一些消除静电的措施。

此外,为改进操纵性、抓着性(特别是湿抓着性)和转向性等性能,在轮胎结构设计,尤其是花纹设计方面也相应进行了一些改进。研究开发其它新型轮胎(如跑气保用轮胎和智能轮胎等)也基本上是要多方位密切配合才能成功。

1.5 研究开发新产品往往是瞄有目标

新产品通常有两种类型:一种是创造性的(也即史无前例的),另一种是在仿效或原有基础上加以改进的。

创造性的新产品,在研究开发时,发明者均具有突破传统框框的新思路并采用创新技术,有的技术还有很高的难度,故不多见,如米其林公司发明的绿色轮胎、固特异公司率先生产的防水滑轮胎、倍耐力公司首创的带0°角冠带层轮胎以及住友公司首家向市场推出的无接头缠绕带束层轮胎等就属这类新产品。因此,在新产品研究开发方面,现在大多数都是在原有新产品基础上加以仿效或改进的。不仅许多中小型厂家在新产品研究开发方面是如此,就是在一些大公司投放市场的新产品中,有不少也属这类产品,如一些公司研究开发的防水滑轮胎,大概得益于固特异公司的带有中央宽排水沟的Aquatred防水滑轮胎的思路;另一些公司研究开发的绿色轮胎,可能是受米其林公司XSE轮胎启发而研制的;采用0°角冠带层轮胎的众多生产厂家,可以说均仿效于倍耐力公司此轮胎;缠绕带束层轮胎的技术思路,则源于住友公司。因此,各公司在研究开发新产品时,不仅要广开思路,进行创造性思维,以研究开发出创新产品,同时也应不失时机地大力开展信息调研工作,以便及时掌握竞争对手在新产品研究开发方面的新动向并准确瞄准竞争对手的某类新产品(如米其林公司首创的绿色轮胎成了众多厂家研究开发同类轮胎的目标),以便尽快赶上甚至超过竞争对手的同类产品,以致现在许多新产品(如形形色色的绿色轮胎、防水滑轮胎及跑气保用轮胎等)均是好几

家公司几乎同时宣布研究开发成功的。

1.6 轮胎新产品与新型汽车同步研究开发

鉴于汽车的一些重要性能(如安全性、牵引性、高速性及噪声性等)与轮胎的相应性能有密切关系,因此,新型轮胎,尤其是新型名牌汽车用的轮胎往往与该汽车的研究开发同步进行。也即当一种新汽车还处于草图设计阶段时,有关轮胎厂家就与汽车厂家开始合作,着手新型轮胎的设计。设计程序大致如下:首先在计算上进行概念设计,然后建立数学模型,参照汽车质量、机械结构及发动机功率等数据,利用自己开发的软件进行轮胎结构设计,并完成计算机仿真工作。随后制造出样胎,并在试验场检测;将测得的数据与计算机计算出的理论值进行比较,以进一步修正设计。可见,整个轮胎设计过程就是在计算机仿真与实际检测相互修正的连续过程中完成的。例如倍耐力公司1995年推向市场的P6000高性能轿车轮胎的设计就经历了如此过程。

2 国外主要轮胎新产品的发展态势

近几年来,新上市和正在研究开发的汽车轮胎新产品主要有:绿色轮胎,防水滑轮胎,超高里程轮胎,超轻量轮胎,跑气保用轮胎,智能轮胎及其它轮胎等。现分述如下。

2.1 绿色轮胎

进入90年代以来,鉴于人们的环保意识日益增强,各种有利于环保的产品往往冠以“绿色”字样,于是绿色轮胎(即超低滚动阻力轮胎)也应运而生。

绿色轮胎的概念,最早由米其林公司于1990年提出^[3],1992年研究开发成功,随后投入生产。

由于这种轮胎能耗低,有利于节能和环保(据报道,如果美国和全世界都使用此类轮胎,每年可节油和减少二氧化碳排放量分别为81亿L和2100万t及390亿L和8100万t^[4]),故米其林公司将其称为“绿色轮

胎”。其它轮胎厂家生产的类似轮胎,虽然各有其自己的名称,但含意都与节能和环保有关。因此,本文统称此类轮胎为绿色轮胎。

鉴于这种轮胎社会效益重大,技术难度高,米其林公司声称,绿色轮胎的研究开发成功是其自1946年发明子午线轮胎以来获得的最重要的成就^[5]。因此,为了给人们以突出的印象,该公司在此类轮胎胎侧上均印有“Green X”(绿色轮胎)标志或“Energy”(节能)字样;大陆公司则在此类轮胎胎侧上印上“Save Fuel”(节油)和“Reduces CO₂-Emission”(减少二氧化碳排放量)字样。

近几年来,其它一些厂家也相继生产出牌号各异的各种绿色轮胎。这些轮胎虽各有其特色,但归纳起来大致有如下一些共同特点:

——由于在轮胎的滚动阻力中,橡胶滞后损失约占90%~95%,而在降低滚动阻力的同时又不能有损于其它性能,甚至还要予以进一步提高,因此都十分重视改进胶料,尤其是胎面胶配方。所采取的主要措施是:填加白炭黑,选用综合性能优异的高功能合成橡胶以及有助于降低滚动阻力的其它原材料。

——优化轮廓设计(包括采用有限元方法进行设计)。

当然,各厂家在生产这类轮胎时也还有各自的特点。如米其林公司宣称,要大大降低滚动阻力,还必须采用特殊的炼胶工艺;大陆公司则认为,为避免在降低滚动阻力与改进湿路面抓着力和磨损性能之间搞折衷,应选用载重轮胎胎面所用的炭黑。

以下按类型对一些绿色轮胎予以列述。

2.1.1 绿色轿车轮胎

MXT和MXV3-A是米其林公司第1代绿色轮胎,其结构设计方面的主要特点是:

MXT胎面上有3条较宽的纵向花纹沟,花纹沟边部与底部垂直,从而确保轮胎在各种使用条件下(如干、湿路面上)都能保持

同样性能。由于花纹是采用电子计算机辅助设计,大大降低了行驶噪声。速度级为 T 级,有 65 和 70 两个系列,适用于直径为 330、356 和 381 mm 的轮辋,规格近 20 种,胎面花纹见图 1。



图 1 MXV胎面花纹

MXV3-A 系高性能轮胎,速度级有 H、V 及 Z 级三种,系列有 55、60、65 及 70 四种,适用于直径为 356、381 和 406 mm 的 3 种轮辋,规格近 30 种。胎面也有 3 条纵向花纹沟,在干、湿路面上都能展现出优良的抓着性。为确保高速行驶稳定性,采用带 0° 角整体冠带层结构。局部胎面花纹及轮胎剖面见图 2 和 3。

上述轮胎最大的性能特点是滚动阻力低

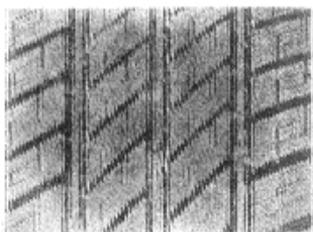


图 2 MXV3-A 胎面花纹局部

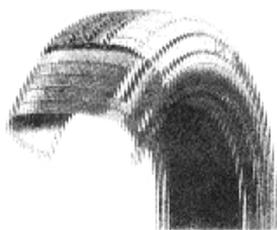


图 3 MXV3-A 轮胎剖面

(比一般子午线轮胎低 35%),因而可节油 3% (市内行驶) ~ 6% (以时速 113 km 行驶);还具有抓着性、加速性及行驶稳定性好、里程高和噪声低等优点。

鉴于米其林公司绿色轿车轮胎的节能效果显著,已在 1996 年 AA 国际汽车大赛授奖仪式上荣获节能 AA 奖^[6]。

尽管该公司在上述轮胎研究开发和生产方面已取得优异成绩,但为进一步提高竞争能力,仍在不断奋进,因而又于 1997 年年初向市场推出性能更优异的绿色轮胎——第 2 代绿色轮胎^[7],从而更增强了竞争实力。

与第 1 代绿色轮胎相比,这种轮胎有以下优点:滚动阻力至少低 5%;质量约减小 10%;在潮湿、寒冷及少量覆雪路面上抓着性好;噪声低。

鉴于第 2 代绿色轮胎在各种条件下的使用性能均有提高,米其林公司不仅在其轮胎胎侧上印有“R + W”(即公路和冬季的英文缩写)字样,还标上一个特殊标记:即绘有一堆乌云,其上面是太阳,下面则是雨和雪花。

这种新型轮胎有以下几个主要特点:采用非对称胎面花纹和新型刀槽花纹细沟及能提高使用性能的新型原材料。新胎面花纹使每条轮胎不同胎面部位在性能上都得到增强:胎面内侧的纵向花纹沟和深刀槽花纹沟改善了湿路面上的操纵性和抓着性,而由高刚度花纹块组成的胎面外侧则确保了转向性能的改进。为了在所要求的使用性能水平范围内提供更广的适应性,该公司研究开发的这类轮胎共有 3 种,即:Energy XT1, Energy XT2 及 Energy XH1。前二者系 T 速度级(逐步取代 MXT),后者是 H 速度级(逐渐取代 MXV3-A)。Energy XT1 胎面上有普通直刀槽花纹沟,胎面宽为 145 ~ 175 mm,共 12 个规格;Energy XT2 胎面外侧有方形刀槽花纹沟(有助于提高抓着力),内侧有曲折形刀槽花纹沟(以便刺破水膜,从而提高在湿路上的抓着力和制动性),胎面宽为 175 ~ 205

mm,共 6 个规格;Energy XH1 胎面上有 Z 形刀槽花纹沟(在湿路上可自动打开,以提高抓着力;而在干路面上则自动闭合,以免影响操纵性),胎面宽为 165 ~ 205 mm,共 11 个规格,轮胎花纹见图 4。

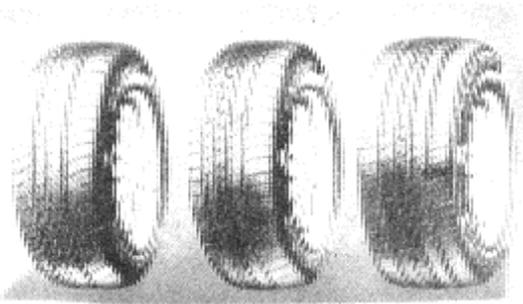


图 4 Energy XT1, XT2 及 XH1 轮胎花纹

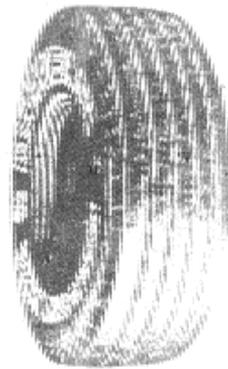
近几年来,不少公司也纷纷向市场投放此类绿色轮胎,如固特异公司的 GFE(燃料利用率高)轮胎,大陆公司的 EOT(最佳节能)轮胎及普利司通公司的 FS(节油者)轮胎等。这些轮胎的滚动阻力虽然也较低,但最低只能比一般子午线轮胎低 30%,也即与米其林公司第 1 代绿色轮胎相比,还有 5% 的差距。

2. 1. 2 绿色载重轮胎

米其林公司于 1995 年将胎侧标有“Energy”字样的绿色载重轮胎投放市场。这种轮胎是供长途运输汽车用的,包括 XZA(前轮用)、XDA(驱动轮用)及 XTA(挂车或拖轮用)3 个型号。其共同特点是:胎面为双层结构,即基部胶采用添加白炭黑的 NR 胶料,因而由于滞后损失小使轮胎滚动阻力比上一代轮胎下降 20%,从而可节油 4% ~ 6%;胎冠胶则使用耐磨耗、抓着力好的胶料^[8,9]。

在花纹设计上,这 3 种轮胎则各有特点(见图 5):

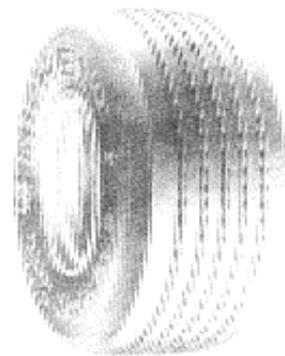
XZA 胎面上有 4 条纵向花纹沟,沟深是通过作为轮胎性能函数经计算后确定的,花纹块变形极小,因而滚动损失低,节油性好。在纵向花纹条上,设计了一些横向刀槽细沟,以限制花纹块变形,从而降低了花纹条边部的磨损,改进了轮胎的磨耗均匀性。



(a) Energy XZA



(b) Energy XDA



(c) Energy XTA

图 5 Energy XZA, XDA 及 XTA 轮胎花纹

XDA 胎面纵向花纹沟较多,花纹块向前方倾斜 12°,从而在接地面上的满压力下,花纹块平展地立在地面上,因此这种花纹是有向的。与一般轮胎相比,胎面花纹高度降低了 26%,质量减小 5 kg,但磨耗寿命和抓

着性没有下降,噪声低了3 dB,节油性和排水性较好。

XTA 胎面上有5条纵向花纹沟,花纹条上设计了一些刀槽细沟(起刺破胎面表面水膜的作用),因此轮胎不仅滚动阻力低,排水性也好。据说,这是米其林公司首次为挂车或拖轮专门设计的轮胎。试验表明,挂车或拖轮的滚动阻力占汽车滚动阻力的50%,因此,该公司对用于此轮位轮胎的设计特别重视。

近几年来,倍耐力公司也向市场推出了胎侧带有“Energy”字样的、供长途运输汽车用的节能载重轮胎,包括FH55(前轮用)和TH65(驱动轮用)两种型号。如果汽车上都配用此轮胎,总滚动阻力可降低20%,因而能节油2%~5%^[10]。

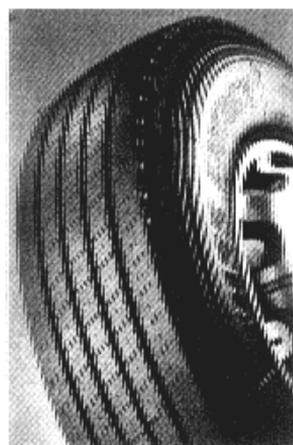
在研究开发这种轮胎时,该公司科研人员把注意力集中到胎面胶料、带束层和胎圈结构改进3个主要方面。胎面胶不仅要滞后损失小,还应耐磨、抓着性好;带束层均为带0°角冠带层结构;钢丝圈断面呈六角形,由未覆胶钢丝组成,便于从轮辋上装卸轮胎并减轻变形和疲劳。其它技术改进还有:用有限元计算机辅助设计法在样胎制造前模拟轮胎的使用性能。应用此法,便能开发出更先进的加工技术,如优化胎体和胎圈轮廓,使应力分布更合理。采用低温硫化,轮胎滚动阻力进一步降低,行驶温度也降低了5℃,从而大大提高了翻新率。

这两种轮胎有不同的胎面花纹(见图6):

FH55 有4条纵向深花纹沟,且花纹沟呈阶梯状分布,可消除夹石子现象。此轮胎属有向花纹类。

TH65 花纹块呈方形,使轮胎有较长的使用寿命,极好的抓着力和极低的噪声。

大陆公司新上市的长途运输用载重轮胎是一组ECO-PLUS(优质高效型)节能轮胎,其中包括HS45(前轮用),HD77(驱动轮用)



(a) Energy FH55



(b) Energy TH65

图6 Energy FH55和TH65轮胎花纹及HT85(挂车或拖轮用)轮胎,花纹见图7^[9~11]。

大陆公司试验表明,挂车或拖轮用轮胎的滚动阻力占整车轮胎滚动阻力的60%以

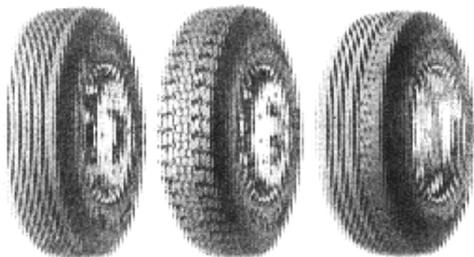
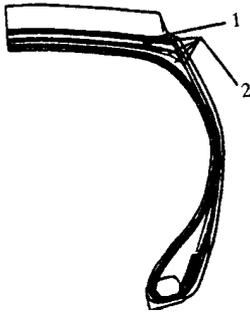


图7 ECO-PLUS轮胎花纹

上,因此该公司特别优化设计出了此轮位用超宽单胎——HT85。此胎及 HD77 轮胎的独特之处是,采用新型带束层结构(见图 8)。



8 HD77 和 HT85 轮胎断面
层宽度大于行驶面宽度(可改善行驶时的稳定性);2—带束层和胎侧胶料为特殊的低滞后胶料

带束层宽度大于行驶面,可有效地控制从胎面到胎圈间的变形,将滞后损失降到最小。其结构为 2 × 2,即有两组交叉排列的钢丝帘线,中间由一层胶片隔开。

这种结构的轮胎如采用特制低滞后的带束层和胎侧胶配方,可进一步降低滚动阻力 10%。

在前轮轮胎结构已优化时,仅在带束层中使用低滞后胶料就可再降低 5% 的滚动阻力。

用有限元法可计算胎体中任何一点的变形量,从而可掌握与之相关的滚动阻力情况。

HT85 轮胎的花纹设计很独特(如图 9 所示):花纹是非对称的(外形非常类似于该公司制造的载重赛车轮胎),最外侧的 1/3 基本上是光面的,上面只有一些漏斗状微凹圆坑,因而降低了外侧胎肩的磨损并改进了与路面的抓着力。另外,由于花纹沟顶部为直条形,底部为锯齿形,便于将夹在花纹沟中的石子甩出。

HD77 轮胎中(见图 10)设计有耐磨的花纹块。胎面中部花纹块较小,胎肩花纹块较大,用横向沟分隔开。胎冠部位有刀槽花纹沟,可改善湿抓着力,而 V 形花纹沟可防止

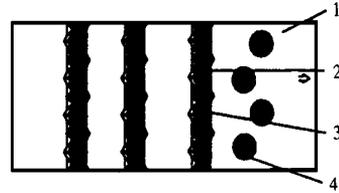


图 9 HT85 轮胎的花纹设计
有宽胎肩花纹条的非对称胎面花纹(特别有利于减小侧向力下的磨损);2—有利于均匀磨损的直沟;3—可防止夹石子的花纹沟;4—提高抓着性能的漏斗状圆坑

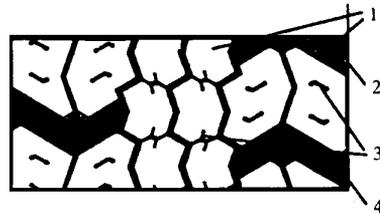


图 10 HD77 轮胎的花纹设计
有密集排列的花纹块和 V 型胎肩花纹沟(有助于均匀磨损);2—开放式胎肩沟(可提高抓着力,尤其是在冬季);3—细刀槽花纹沟(可改善湿抓着力);4—新型的花纹沟(可防止夹石子)

夹石子并提高在泥、雪路面上的抓着力。

HS45 轮胎的主花纹沟形状与 HT85 相同,不同点是胎肩和中央花纹条上有刀槽花纹沟,从而保证了磨损均匀并提高了湿抓着力(见图 11)。

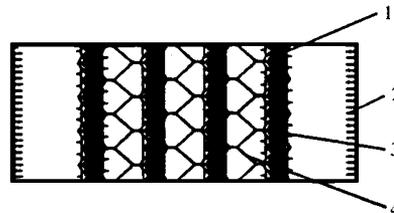


图 11 HS45 轮胎的花纹设计
1—利于均匀磨损的直沟;2—防止胎肩磨损的胎肩刀槽花纹沟;3—防止夹石子的花纹沟;4—提高抓着力窄刀槽花纹沟

据报道,ECO-PLUS 轮胎与上一代轮胎相比,不仅滚动阻力低,一次行驶里程约提高 20%,且翻新性能也好。

(未完待续)