

## 专家论坛 SPECIAL REPORT

## 安全轮胎的开发及其发展前景(二)

李汉堂

(曙光橡胶工业研究设计院, 广西 桂林 541004)

(续上期)

## 1.4 内腔装有弹性填料的轮胎

联邦德国 A. G. 弹性体公司试制的轮胎(联邦德国专利 2614689)即是这类轮胎的实例之一。该轮胎内有填料,它是用聚酯型聚氨酯由浇注法制成的泡沫,其网眼为开孔结构,孔径为 0.3 ~ 1.0mm,密度为  $0.45\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。轮胎 H/B 值为 0.8 ~ 0.9,其他技术特征与用于深窄轮辋的轮胎相同。这类轮胎的制造工艺复杂,成本较高,而且使用过程中生热较大,易造成轮胎早期损坏,同时还只限于在低速下应用。

米哈依轮胎公司的 Tirfil 泡沫填料为双组分的高弹性聚氨酯橡胶。使用这种填料的轮胎在负荷时可保证与空心轮胎有同样的刚性,这种材料除了不能用于高速轮胎以外,在其他任何轮胎中都能使用。

美国罗利兹车轮公司(Roleez Wheels Inc.)用拜耳聚合物(Bayer Polymers)公司生产的 Texin 牌热塑性聚氨酯制造车轮并为此申请了专利。据该公司介绍,这种以 Texin TPU 为材料,用排气注塑法(blow mold)生产的实心轮胎,其强韧性很好,耐磨、抗冲击、不怕刺穿。目前,该公司正准备将这种 TPU 实心轮胎推荐给各种轮式运输工具使用,包括手推车和沙滩车等。因为这种轮胎能够适应地球上的所有地形,所以罗利兹车轮公司把它称为“Roleez 全地形轮胎”。

## 2 防滑轮胎

近年来,为了提高轮胎在湿路面上的行驶安全性,许多轮胎公司先后研究开发出防滑轮胎。

在结构方面,由于斜交轮胎的接地胎面变形大,所以胎面的排水问题不好解决。如果是子午

线轮胎,则由于其有高刚性的带束层,所以胎面变形小,排水容易,可减少滑水现象和提高轮胎与路面的接地性能。通过用有限元法分析轮胎的滑水现象,可以精心地设计出胎面花纹。最近开发成功了不会产生滑水现象的轮胎胎面花纹使滑水现象得到了明显改善。

美国特异轮胎橡胶公司的 Aquatred(水上胎面)轮胎最大特点是:(1)胎面胶料以 SIBR(苯乙烯-异戊二烯-丁二烯共聚物,即集成橡胶,这种橡胶集良好的低温性能、低滚动阻力和高抓着性能于一身,是迄今为止性能最为全面的二烯烃类合成橡胶,被称为极具市场潜力的新型胎面胶种)为主,具有抓着力强,侧向平衡性好,湿地牵引性能极佳的优点。(2)胎面中心有一条 V 形宽而深的纵向花纹沟,在主花纹沟两侧各有两条纵向窄花纹沟,看上去很像是并装双胞胎。这种结构有利于将主花纹积蓄的雨水排出去,从而改善轮胎湿地操纵性,延长胎面寿命。此外,它的胎面花纹为有向花纹,胎侧防擦线为一圈黑色或灰白色的齿形环。2000 年特异推出第三代产品 Aquatred 3。Aquatred 3 的湿地牵引力可增大 18%,干地牵引力可增大 6%,制动距离缩短 8%,湿路面操纵性提高 5%,保证里程为 13 万 km。

法国米其林公司的 Catamaran(双船体)轮胎的主要特征是,胎面中心有一条纵向宽花纹沟,沟深约为普通花纹的 6 倍,两侧开有一定角度、方向相反的刀槽细沟,胎体采用单层芳纶帘布,带束层由两层钢丝帘布层和尼龙冠带层组成,胎侧以包及胎圈的芳纶帘布增强。试验证明,Catamaran 轮胎在水深 3mm 的公路上直线和弯道行驶时,比 Pilot HX 轮胎的防滑性能提高 20% ~ 40%。当胎面磨损 70% 时,其直线行驶时防滑性提高

10%，而弯道行驶时两者相等。

日本普利司通公司的 FI70C 轮胎是一种优质全天候轮胎，也是该公司用以与固特异公司的 Aquatred 竞争的防滑轮胎。这种轮胎的特点是：胎面上有 3 条纵向花纹沟，其中两侧花纹沟较中部的宽，胎面上还设计有断面呈泪珠状的小凹坑，以便使胎面随磨损程度加深而变大，从而保证了轮胎的附着性，胎面胶中配用了长链炭黑，以提高轮胎的附着性和耐磨性，保证里程为 11.2 万 km。

意大利倍耐力公司的 P5000Drago 轮胎，是一种新型高性能轮胎，有 45~60 系列，速度级别分 H 和 V 速度级两种，规格计 24 个。这种轮胎胎面花纹特点是：中央纵向花纹沟的宽度相当于普通轮胎的两倍，且断面呈 W 形，花纹是具有方向性的，因此不仅具有最佳的排水性能，还可以最大限度减小转弯时中央花纹沟的变形。胎面上还设计有许多较深的细刀槽花纹，花纹块与花纹沟的比为 0.64。胎面胶中添加了白炭黑，以改进湿滑性。为提高胎体性能，采取了加强帘布层材质等措施。因而 Drago 轮胎在转弯时的防滑性能提高 15%，并使其在水中直线行驶制动距离缩短 14%。此外，这种轮胎还具有耐磨耗、磨损均匀和噪声小等特点。大陆公司不久前将型号为 Conti Premium Contact 仿生轮胎投放市场。这种轮胎之所以称为仿生轮胎，是因为胎面是模仿豹子奔跑中和止跑时爪印变化（奔跑时爪印较小，止跑时爪印增大 1/3）而设计的。即汽车行驶时，胎面接地面积较小；而制动时，接地面积增大，从而大大缩短刹车距离并提高车辆行驶稳定性。此仿生轮胎有以下一些特点：开放式的胎肩，有助于排水；花纹为新型非对称型，转向反应更准确；采用白炭黑胎面胶，明显降低滚动阻力并提高在干、湿路面上的抓着力和牵引力。

### 3 智能轮胎

除了让轮胎更坚固耐用、更舒适宁静之外，如何让轮胎“有表达能力、更聪明”一直是轮胎制造商努力的方向。尤其是最近 10 年，世界各大轮胎制造商纷纷加大了智能轮胎的开发力度，也已经试制出一些产品并投入局部应用。专家预言，21 世纪汽车/轮胎的发展主题将是人性化，其内涵包括智能便利、绿色安全。我们有理由相信，智能轮

胎技术必将实实在在地改善人与轮胎之间的关系。让轮胎多些“智慧”，我们将更加安全。

何谓智能轮胎，就是有智力、有头脑的轮胎。也就是说智能轮胎是能够收集、传输有关自身所处环境的所有信息，并对这些信息作出正确判断和处理的轮胎。智能轮胎应当比普通轮胎具有更多的功能：(1) 轮胎充气内压监测；(2) 记录轮胎在制造—出厂—使用（包括维修、翻新）—报废全过程中每一个阶段的数据；(3) 自动补充轮胎充气内压；(4) 对轮胎温度进行实时监测；(5) 监测轮胎的受力、变形等动态力学状况，向汽车自动驾驶系统提供数据。

美国固特异轮胎公司推出的 Unisteel 智能轮胎可在遇到轮胎气压偏离设定值、轮胎温度超过设定值、轮胎脱离车轴的情况下自动报警。

法国米其林轮胎公司推出的 MEMS 智能轮胎由 4 个大部件组成：(1) 感应片，在轮胎成型工序被置入轮胎内侧，在轮胎的整个寿命期发挥作用；(2) 接收器，拾取感应片传导过来的信息，并将信息传送到连接装置；(3) 连接装置，将接收器传送过来的信息输入便携式贮存装置；(4) 便携式贮存装置贮存被监测轮胎的所有数据并加以显示。

德国大陆—通用轮胎公司推出的 CGT 智能轮胎主要由磁化轮胎、胎侧扭矩传感器（简称 SWT）和车载电子控制系统 3 个部分组成，其中 SWT 是关键部件。SWT 的关键技术是在胎侧胶料中掺入金属粉末，使胶料在轮胎行驶过程中被磁化交替形成正极和负极，从而能够把轮胎受力变形情况以某种可测信号反映出来，该信号被埋置于轮胎胎侧胶内的传感器捕获，并被传输到装在驾驶室外的电子监测仪，即时由车载电子计算机转换为数据，应用于汽车动态控制。SWT 传感器的精确信息有助于驾驶员缩短制动距离，在弯道和各种不良路面上更好地控制车辆。

芬兰诺基亚轮胎公司推出的 ITT 智能轮胎基本由微型轻量化传感器和接收装置两部分构成。ITT 智能轮胎的工作原理是传感器装在轮胎内腔（固定在轮辋上），负责测量轮胎气压和温度，实时将数据传送到接收装置，并在轮胎充气压力或轮胎温度超过设定值时，向接收装置发出警报信号；接收装置可以是手机，也可是车载电脑，甚至可以装在汽车维修中心的独立显示屏上。

德国 Darmstadt 大学的 Pohl A 等提出使用 SAW (Surface Acoustic Wave, 声表面波) 传感器测量轮胎气压和温度等参数。使用声表面波传感器测量轮胎温度和气压, 不需在轮胎内使用电源, 实现了无源化, 维护简单, 减小了传感器质量, 消除了轮胎的动态负载, 并且能够适用于轮胎内恶劣的工作环境。

#### 4 安全轮胎的轻量化研究

随着近年来世界各国对地球环境保护和保存资源的日益关心, 在汽车工业, 省资源化、低燃料费化和轻量化已成为重要研究课题。轮胎的轻量化可给轮胎企业带来巨大的经济效益, 也会带来良好的社会效益。

##### 4.1 轻量化自支撑跑气保用轮胎

为了减轻轮胎重量, 就必须减少胎侧补强材料的用量。但是, 如果单靠减薄胎侧厚度来减轻重量, 则会减少跑气行驶距离。因此, 要使跑气保用性能不恶化且能减轻轮胎重量, 重要一点是用轮胎结构力学研究分析能以最少材料实现最高补强效果的轮胎结构和形状。日本浅野一夫通过用三维有限元法分析轮胎在零内压下的屈挠变形, 设计出了轻量化自支撑跑气保用轮胎。其设计方法是, 将轮胎的胎侧轮廓变得窄小, 补强件做成初月形, 配置在轮胎的外侧, 同时减小胎面部半径和胎侧部半径, 以减小缓冲层张力和胎侧的帘布层张力。而且胎面轮廓采取胎面半径从胎面到胎侧连续减小的形状(见下图)。

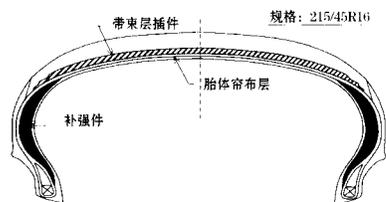


图 轻量化跑气保用轮胎的设计  
通过试验表明, 采用新的设计方法可大幅度减轻轮胎重量, 提高轮胎的乘坐舒适性。

##### 4.2 轻量化加支撑物型跑气保用轮胎

米其林公司的 PAX 漏气保用轮胎配备了新的轻量化聚氨酯辅助支撑环。这种辅助支撑环通过注射成型制得, 支撑环的重量比原来的橡胶支撑环轻 4 kg 左右。米其林公司称这种轮胎为第二

代跑气保用轮胎。

米其林公司一直在改进 PAX 系统。改进的目标是提高操纵性能和改善抗横向摇摆性能等。其中特别重视减轻辅助支撑环和轮辋等的重量。据该公司介绍, 最近数年间已经将辅助支撑环的重量减轻了 60%, 今后将继续进行这项工作。米其林公司的目标是, 将 PAX 系统的重量比原来的系统减轻 15%~20%。

#### 5 安全轮胎的发展前景

安全轮胎的优点在于汽车发生爆胎时不需立即更换轮胎。这样, 在雨雪天和夜间等不便于更换轮胎的情况下, 或是在高速公路等停车危险地带, 不必更换轮胎也可继续行驶。另外, 对于整车生产商来说, 由于可以省去备用轮胎, 既能减轻车身重量, 又能节省空间。

从 1934 年固特异取得首项安全轮胎专利算起, 安全轮胎走过了 70 多年的研发历程。它在 20 世纪完成了由概念到产品的转化, 在 21 世纪可望实现从产品到市场的飞跃。

近年来, 跑气保用轮胎无论在军用、警用还是民用领域都逐渐得到应用。目前, 米其林公司正在积极实施 PAX 安全轮胎的商业化运作, 逐步将其推向市场。鉴于 PAX 轮胎优秀的安全性能, 法国雷诺汽车公司已率先将这种轮胎用在其风景系列乘用车上。同时, 德国大众汽车公司也宣布, 该公司生产的奥迪 A8 豪华轿车将部分安装 PAX 轮胎, 其中在欧洲市场销售的奥迪 A8 将全部配置 PAX 轮胎。米其林的 PAX 轮胎也已经成为豪华奥迪 A6、超豪华型新款劳斯莱斯轿车和凯迪拉克的豪华型 roadster 汽车的标准轮胎配置。德国宝马的 Z3 和 Z4 跑车已经将普利司通公司生产的跑气保用轮胎作为标准轮胎配置。

跑气保用轮胎在被击穿和刺穿后仍能保证车辆的机动性使其在军用车辆中也得到了广泛应用, 其中美国悍马高机动性多用途轮式车装备的轮胎为 37×12.5R16.5 固特异越野载重跑气保用轮胎, 可以在爆胎状态下以较高车速行驶 48km。从 1983 年至今, 悍马系列车辆已生产超过 14 万辆, 美军装备了 10 万辆并出口到 30 多个国家和地区。悍马车参加了美国近年来的历次战争, 跑气保用轮胎的性能得到充分的考验。

另外,德国戴姆勒-奔驰公司在政府的资助下,在上世纪 90 年代研制并试验了车重 32t 的装甲试验车,该车的轮胎采用德国大陆公司的跑气保用轮胎并装备中央气压调节系统。

巴西恩格萨 EE 3 侦察车也采用了跑气保用轮胎。2003 年 2 月刚刚被美国陆军命名的“斯特莱克”新型轮式装甲车,其轮胎也采用了跑气保用轮胎,并配备有中央气压调节系统。

据统计和预测,2003 年全球安全轮胎的销售量为 200 万条,2004 年可达到 300~400 万条,2005 年达 600 万条。据日本普利司通公司透露,到目前为止,该公司出厂的跑气保用轮胎已经超过 100 万条。世界汽车研究机构预测,到 2010 年,汽车轮胎的 10% 将使用跑气保用轮胎。可见,跑气保用轮胎将具有较大的市场。为了争得自己的市场份额,世界各大轮胎公司都在竞相研制更加先进的跑气保用轮胎系统,预计不久的将来还会出现越来越多的各式各样旨在提高高速行驶安全性的跑气保用轮胎。为了加快研制步伐,有些大轮胎公司之间还达成了共同合作开发协议,一方面共享研究成果,另一方面协调技术标准,使产品具有互换性,以便将来实现市场共享。

(完)

## 成为世界橡机强国须四大突破

近几年来,我国橡胶机械行业取得迅猛发展,已成为世界橡胶机械大国。但要实现由世界橡胶机械大国向强国转换,还须从四个方面突破。

一要在国产轮胎生产“弱势”设备稳定性上重点突破。我国机群式产品如硫化机等已达到世界先进水平,被国内外著名轮胎公司批量采购,但是像钢丝帘布压延机等“弱势”设备与国外差距较大。如,钢丝帘布压延机现只有大连冰山橡塑机械股份公司开发,但国内至今无一家轮胎厂采用其主机;钢丝帘布裁断机绝大部分从国外引进;国产四复合的胎面挤出生产线也未见有使用。这些设备的稳定性要求较高,而稳定性恰恰是这类国产设备的“软筋”。因此,我国轮胎企业不得不花大量外汇来进口国外设备。所以,必须在这类设备的稳定性上有大的飞跃,才可能跨入强国之列。

二要在全自动轮胎生产制造设备的研发上突

破。20 世纪末,工业化国家发起了一场全自动轮胎生产技术的革命,如米其林制造一体化的 C3M 技术、倍耐力自动化系统的 MIRS 技术、固特异的集成加工精密成型单元的 IMPACT 技术、大陆积木式成型法的 MMP 技术、普利司通全自动连续轮胎成型系统的 ACTAS 技术、锦湖轮胎全自动生产的 APU 技术。这些新技术对橡胶机械的需求有质的变化。世界老牌橡胶机械厂家和轮胎企业都在下力气开发,如 VMI 及马朗贡尼正联合研制轮胎柔性生产线。我国橡胶机械厂家现无一厂家对其进行研究,与国外差距巨大。我国橡机企业应积极与国内科研院所和轮胎企业联合开发研制,从而拥有自己的技术,在世界橡胶机械市场竞争中拥有自己的发言权。

三要在技术创新能力和投入上突破。我国橡胶机械产品的研发传统是测绘仿制,现在已具备了一定的创新能力。国外橡胶机械著名厂商都建立自己的技术创新体系,每年研发费用超过销售费用的 5%。我国建立国家级技术中心的只有桂林橡胶机械厂一家,对科研的投入普遍都较少,全新概念的橡胶机械新产品一个都没有。从专利上比较,德国拥有上千种橡胶机械专利,而我国专利数据总共估计在 100~200 件内,且大多为实用新型,发明专利很少。不建立自己的创新体系,不开发出更多的拥有自主知识产权的产品,我国橡胶机械只能算是世界橡胶机械强国的“跟屁虫”,更谈不上“强国”。

四要在产品出口量、服务、品牌上突破。我国橡胶机械出口近年逐步增长,2003 年出口量约为 3500 万美元,2004 年突破 5000 万美元,但是与我国橡胶机械进口比较,其贸易逆差巨大。据初步统计,我国近两年设备进口耗汇达 3 亿美元以上。我国橡胶机械企业普遍未建立自己的全球服务体系,这严重制约我国橡胶机械的出口,也是我国橡机产品出口的陷患。在品牌上,创中国名牌今年刚启步,且未进入目录,在世界轮胎业的认可度远远不够。我国橡胶机械必须快速实现由“国内型企业”向“国际化企业”的转变,产品出口大幅度提高,至少实现橡胶机械的进出口顺差。同时我国橡胶机械行业应建立自己的全球服务体系,广泛利用各种媒介,打造中国橡胶机械的整体品牌。

陈维芳