

非充气安全轮胎的研究现状

薛梓晨^{1,2}, 贺建芸^{1,2}, 丁玉梅^{1,2}, 杨卫民^{1,2}, 焦志伟^{1,2*}

(1. 北京化工大学 机电工程学院, 北京 100029; 2. 轮胎设计与制造工艺国家工程实验室, 北京 100029)

摘要:介绍世界各大轮胎公司推出的新型非充气安全轮胎。固铂轮胎公司的仿生蜂巢轮胎、米其林公司的 Tweel 轮胎、韩泰公司的 i-Flex 等新型非充气安全轮胎采用聚氨酯弹性材料以及蜂巢式、轮辐式或螺旋网状等结构作为轮胎支撑, 具有质量小、强度高、减震好和安全性高等优点。

关键词:非充气轮胎; 聚氨酯; 安全性能

中图分类号: TQ336.1; TH16 **文献标志码:** B **文章编号:** 1000-890X(2014)10-0632-04

探险家哥伦布在 1493—1496 年间到达西印度群岛, 促成了世界上第 1 条硬橡胶制作的非充气轮胎的诞生。但随着充气轮胎的出现, 非充气轮胎由于缺点被无限放大, 几乎绝迹。近年来, 随着高分子材料的快速发展, 享有“耐磨橡胶之王”美誉的聚氨酯弹性体逐渐受到世界各大轮胎公司的密切关注, 成为非充气安全轮胎的首选主体材料^[1-3]。

如今世界各大轮胎公司相继推出了一系列新型高性能非充气安全轮胎。非充气安全轮胎是采用新材料、新技术、新工艺开发出的新一代轮胎, 它无需充气便可满足汽车的使用要求, 由于采用非充气结构, 无论从理论还是实际上都不存在充气轮胎爆胎、爆损等问题, 因此大大提高了车辆高速行驶安全性。这种创新理念打破了橡胶充气轮胎的传统观念, 为新型高性能安全轮胎的发展注入了新鲜血液。虽然非充气安全轮胎目前还处于概念轮胎阶段, 但是随着人们对安全性能要求的不断提高, 非充气安全轮胎发展前景也会越来越广阔。

1 世界各大轮胎公司的代表产品

1.1 美国布里特克轮胎橡胶公司

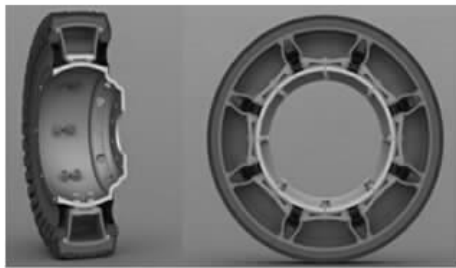
美国科罗拉多州布里特克轮胎橡胶公司的设计师布赖恩·鲁塞尔发明了一种新型的“能量返回轮胎”, 如图 1 所示。

作者简介:薛梓晨(1989—), 男, 甘肃金昌人, 北京化工大学在读硕士研究生, 主要从事轮胎结构设计及有限元分析研究。

* 通信联系人



(a) 实物



(b) 结构示意图

图 1 能量返回轮胎

这种轮胎由 2 层橡胶组成, 一层在里面, 通过可调节的圈支撑, 另一层在最外侧, 中间部分为传统轮胎内胆所在处, 并在该位置填充了一系列的弹性垫。这种轮胎最不可思议之处并不是它们无法刺穿和无需充气, 而是能提高车辆在赛道上的行进速度。这是由于轮胎内层的伸缩可以使弹性势能储存在车轮里, 把它变成一个“360 度弹弓”。当这个橡胶层一路受到颠簸碰撞的挤压时, 储存的能量就会被车轮返还并转化为向前的动能。这个机制会使胎面花纹压入地面, 而不会像充气轮胎那样发生反弹。目前这种轮胎已经在汽车上进行测试, 一旦其在自行车和汽车上得到商用, 打气筒或许将结束自己的使命^[4]。

1.2 美国固铂轮胎公司

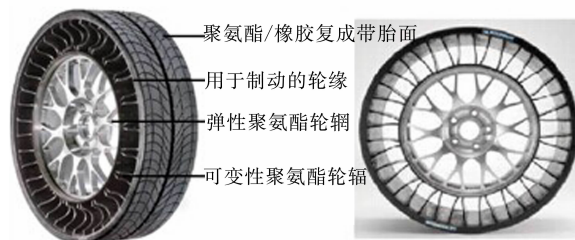
固铂轮胎公司利用仿生学原理研发出一种具有质量小、强度高、抗刺扎、减震性能好等优点的新型仿生非充气安全轮胎——蜂巢轮胎,如图 2 所示。这种仿生蜂巢轮胎通过仿照蜂窝的多六边形结构互相支撑和依靠,从而减小震动和提高轮胎强度。这种蜂窝状的新型结构可避免轮胎爆胎现象的发生,并在降低噪声和减小轮胎摩擦生热方面效果显著。此外,仿生蜂窝轮胎在结构设计时充分考虑最大限度地提高自身强度,因此可一定程度地抵抗爆炸性攻击,现已成功应用于特种车辆^[5]。



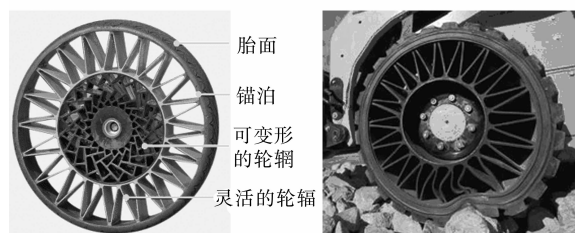
图 2 仿生蜂巢轮胎

1.3 法国米其林轮胎公司

法国米其林公司于 2005 年研发了一款非充气安全轮胎——“Tweel”车轮,如图 3 所示,其优点是无需保养、抗刺扎、耐磨损、路面压力分布好、减震效果和抗水滑性优异等,被《时代》杂志评为“2005 最具魅力的十大发明”。Tweel 车轮的减



(a)



(b)

图 3 Tweel 车轮结构示意图

震橡胶轮胎胎面将压力分散到数十根具有弹性的聚氨酯轮辐上,这些辐条依次由一个铝心轴支撑,通过可弯曲的聚氨酯轮辐及可弹性变形的轮辋来调节,从而使轮胎的纵向和横向刚度大幅提高。特别是在全球紧俏资源橡胶的利用上,只需充气轮胎的 1/3 即可。

米其林公司还创立了可以彼此独立地调整 Tweel 车轮的性能标准,与传统轮胎相比具有重大变化。这意味着轮胎的垂直刚度(主要影响乘坐舒适性)与横向刚度(影响操控和转弯性能)可同时优化,从而改进其性能和传输能力。这些优化的性能在现有的轮胎上是无法实现的。

2012 年 10 月,米其林公司开始销售用于滑移装载机的型号为 12N16.5X-Tweel 的 Tweel 斜纹非充气安全轮胎,如图 4 所示。这种轮胎由强化胎面、聚氨酯减震辐条和轮毂组成,具有斜交轮胎花纹。矩形的辐条可以在一定范围内设计成不同的强度,工程师可以据此来设计出不同的载质量。其轮毂内圈由一组矩形矩阵式的塑料结构构成,以保证在负载下可以变形弯曲,并可在轻载下回复原位。该轮胎易于安装和维护,且耐磨耐扎,大大提升了滑移装载机的工作效率和使用寿命。



图 4 米其林斜纹非充气安全轮胎结构示意图

法国米其林公司于 2005 年研发的另一款非充气安全轮胎——“Airless”轮胎如图 5 所示。这种轮胎由聚氨酯/橡胶复成胎面和子午线聚氨酯胎体组成,其径向有 115 条带有玻璃纤维的树脂环与橡胶胎面粘合,二者镶嵌式连接。高强度胎体为无数辐射状结构,在横向、纵向和径向的弹性受到较好控制,不仅可以轻松地通过变形来调节内应力和减震,而且可通过回弹来吸收行驶过程中颠簸的能量,从而提高车辆行驶的安全

性和乘坐舒适性。当该轮胎胎面严重磨损时,可只更换胎面,无需更换胎体。米其林 Airless 非充气安全轮胎采用镶嵌式连接,拆装非常方便,无需维护保养,可用作轿车轮胎和两轮机动车轮胎^[6-7]。

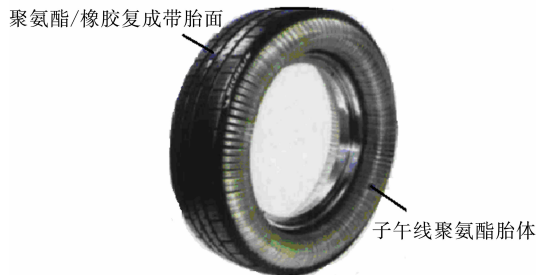


图5 Airless 轮胎结构示意图

1.4 日本普利司通轮胎公司

日本普利司通公司在2011年东京车展上推出了一款放射螺旋网状构造的非充气安全轮胎,如图6所示。该轮胎使用了特殊的树脂材料,采用网状编织来增强载重能力,每条轮胎可承受150 kg的质量。每根辐条的内外周侧均与车轮中心成约45°角,避免了因轮胎空气压力问题所造成的行车安全隐患。此外,辐条部分的材质采用了可循环的热塑性树脂,包括胎面胶在内均可100%循环利用,高度实现环保、安全和舒适性。该轮胎目前仅用于1人乘坐的小型电动车,普利司通公司正在进行结构优化与试验,以使这种轮胎在更广泛的领域里得到充分应用。

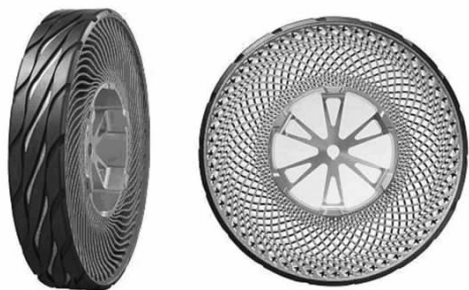


图6 普利司通非充气安全轮胎结构示意图

普利司通公司在2013年第43届日本东京国际车展上展出了第2代“非充气安全轮胎”,如图7所示。该轮胎通过侧面辐射开来的特殊形状辐条支持负荷,具有无需充气、节省维护的优越性,更无需担心爆胎。此外,轮胎侧面轮辐部分的材质为热塑性树脂。该款轮胎通过革命性的新型设

计使轮胎的承载能力、环保性能以及行驶性能得到进一步提升,实现了更为优异的低滚动阻力性能,可大幅减少二氧化碳排放,实现了更高水平的环保与安全性能。



图7 普利司通第2代非充气安全轮胎结构示意图

1.5 韩国韩泰轮胎公司

受米其林公司和普利司通公司概念轮胎的启发,韩泰公司在法兰克福的国际汽车大展上发布了i-Flex 非充气安全轮胎,如图8所示。这种新型轮胎由聚氨酯合成塑料制造而成,是一种轮圈与轮圈相结合的概念技术,侧面构造如蜘蛛网状,再加上一个五花瓣形的强化支撑,轮胎的质量小于平常的轮辋加轮胎的质量。i-Flex 轮胎的内部结构十分复杂,每个均匀分布的小凸起都是一个微型减震器,可有效改善非充气安全轮胎的震动、噪声与油耗问题。更值得一提的是,i-Flex 使用独特的环保设计,回收利用率可高达95%。



图8 韩泰非充气安全轮胎结构示意图

为满足电动、氢、混合动力等新能源绿色概念车的轮胎配套需求,韩国韩泰轮胎公司2012年开发出首款非充气概念轮胎(NPT,如图9所示),并在COEX举办的“2012 知识经济成果展示会”上将其推出。通过全面材料革新,NPT在安全和环保方面取得特别突破。车辆质量由空气压力承担,NPT不仅解除了车主需随时确认胎压的负担,还可避免行驶过程中因胎压不足而导致的交

通事故,安全性大幅提升。此外,NPT 的制造过程简化,有利于节约能源、减少有害物质排放,符合环保要求。空心加强材料的应用及轮胎质量的减小能有效降低滚动阻力,据实际测试,NPT 能使车辆滚动阻力降低 5% 以上。



图 9 韩泰非充气概念轮胎结构示意图

2 结语

人们对车辆行驶的安全性能和改善交通状况的要求越来越高,非充气安全轮胎有望替代橡胶轮胎成为未来轮胎发展的趋势,具有巨大的市场

潜力和发展前景,因此我国应当加快对非充气安全轮胎研发的步伐,尽早推出具有自主知识产权的新型高性能非充气安全轮胎。

参考文献:

- [1] 李汉堂. 环保型材料——热塑性聚氨酯[J]. 特种橡胶制品, 2006, 27(1): 45-49.
- [2] 孙酣经. 化工新材料[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [3] 李浩, 朱锡, 梅志远. 聚氨酯基水声吸声材料的合成工艺及改性[J]. 塑料, 2010, 39(1): 20-24.
- [4] 隆众网[EB/OL]. (2013-11-28) http://finance.oilchem.net/bulk/108_5867.html.
- [5] Kwangwon K, Doo M K. Contact Pressure of Non-pneumatic Tires with Hexagonal Lattice Spokes [A]. SAE. Technical Paper Series, 2011-01-0099.
- [6] 姜成, 赵又群, 阮米庆, 等. 非充气安全轮胎技术现状与发展[J]. 机械设计与制造, 2013(9): 266-272.
- [7] 苏博. 米其林非充气安全轮胎[J]. 橡胶科技市场, 2009, 7(12): 12-13.

收稿日期: 2014-05-16

一种连续化废弃橡胶低温微压无催化热解生产成套设备

中图分类号: X783.3; TQ330.4+93 文献标志码: D

由启东金匙环保科技有限公司申请的专利(公开号 CN 103160306A, 公开日期 2013-06-19)“一种连续化废弃橡胶低温微压无催化热解生产成套设备”, 其特征在于: 废橡胶破碎装置通过皮带输送机与斗提机相连; 斗提机通过计量喂料机与热解反应器相连; 热解反应器与三相出料机相连; 三相出料机除通过急冷输送机与皮带磁选装置相连外, 还与多级冷凝器相连; 皮带磁选装置与炭黑研磨机相连; 炭黑研磨机通过炭黑中间罐与旋风收集器相连; 旋风收集器通过改性机与打包机相连; 加热炉通过发生器与热解反应器相连; 瓦斯净化塔分别与加热炉和多级冷凝器相连; 烟气净化塔通过换热器与加热炉相连。该发明实现了生产过程的安全性、大型化、连续化, 满足了节能环保处理的要求。

(本刊编辑部 赵 敏)

一种液体橡胶及其制备方法

中图分类号: TQ333.99 文献标志码: D

由中国石油化工股份有限公司申请的专利(公开号 CN 103087364A, 公开日期 2013-05-08)“一种液体橡胶及其制备方法”, 提供了一种液体橡胶及其制备方法。其制备步骤为: (1) 将烯烃在阴离子聚合条件下、在有机锂化合物和非极性有机溶剂存在下聚合[有机锂化合物与烯烃的摩尔比为 1 : (70~1 850)]; (2) 将步骤(1)聚合得到的溶液同时或先后与水 and/or $C_1 \sim C_6$ 的醇以及含有二氧化碳的气体(二氧化碳体积占气体总量的 10%~100%)接触(相对于 1 mol 的有机锂化合物, 水和/or $C_1 \sim C_6$ 的醇用量为 0.5~1.5 mol, 二氧化碳的用量为 0.5~2 mol), 然后将接触后的产物在防老剂存在及搅拌条件下进行加热干燥和/或真空干燥制得产品。该液体橡胶外观呈无色透明状, 且在一定温度下老化后外观无明显改变。

(本刊编辑部 赵 敏)