

石生仿生轮胎的技术特性以及对车辆性能的影响

李石生

(北京格瑞机电技术公司 100081)

人类发明和使用车轮已有数千年历史,但其基本原理却始终没有改变。本人经长期工业仿生研究,认为经亿万年进化而来的动物的脚具有不可缺少的重要作用,车轮如果像动物一样长出“脚”来,其功能还可以增加,效率还可以提高,由此提出一种新的仿生车轮理论——车轮“长脚”新概念,并发明了“石生仿生轮胎”即“后掠弹性支撑体轮胎”。该成果已申请12个国家的专利,并获得8个国家批准。现在仿生轮胎产品可投入生产和应用,并已显示出独特的优势。

1 仿生轮胎的原理

根据各种车辆的不同特点,仿生轮胎在轮胎外缘部分沿周边设计许多具有复杂变化的特殊“小脚”(见图1)。通过对这些小脚的仿生设计,使车轮向前转动时,转动中心落在重心前面,因此产生一个力偶,并与车轮的应力在切向产生耦合效应,这种新增加的可用

切向力及力偶偏移效应,不仅改变了传统车轮接地点及地面作用于车轮上的应力分布,还完全改变了车轮的传统转动机理(见图2),从而不仅增加了车轮的功能,还提高了车轮的工作效率。

2 仿生轮胎的主要特点

现有的分析及试验结果表明,仿生轮胎在许多方面比现有轮胎有明显优势,它具有以下技术特点。

(1) 新的制动机理及“主动破坏水膜”新

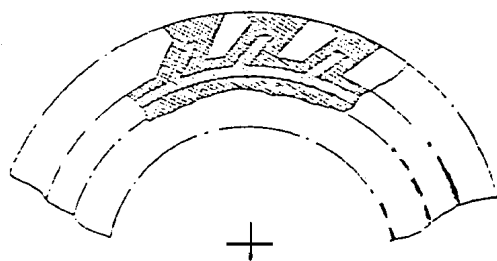


图1 仿生轮胎的结构

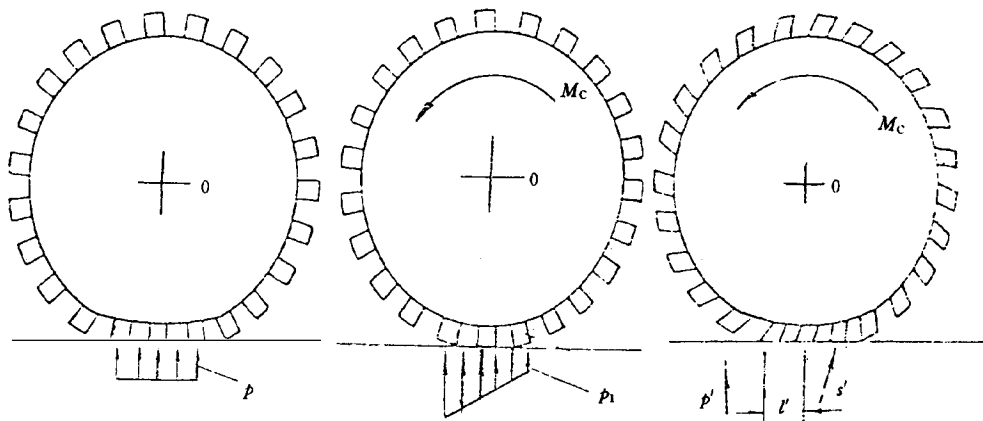


图2 仿生轮胎的转动机理

功能

由于仿生轮胎独有的附加力偶结构,使其产生了比现有轮胎更加合理的制动应力,其“动力平衡效应”不仅使车辆制动时的惯性前冲力明显减小,还缩短了车辆制动距离。

现有轮胎花纹千变万化,它们的基本功能之一是排水,以保证车辆在湿滑路面上的安全性,仿生轮胎却变现有花纹的“被动排水”为其在制动时的“主动破坏水膜”,从而明显提高了车辆在湿滑路面上的安全性。

在一项对比试验中,比较对象是美国固特异公司生产的凯利(Kelly)牌轮胎。凯利牌轮胎不仅在材料、工艺、质量、档次上比国产的仿生轮胎有明显优势,而且等压下的净印痕面积比仿生轮胎大15%,但对比结果表明,国产的仿生轮胎在湿路面上的制动距离比凯利牌轮胎短5%,湿路面上的抓着性能提高11%。如果用固特异公司生产工艺和标准生产仿生轮胎,上述差距将明显加大。

(2)“自转减振”新功能

现有轮胎依靠自身的弹性变形起缓冲作用,而仿生轮胎的“脚”状附加力偶结构却可将来自垂直方向的有害振动“偏斜”,从而增加了利用切向耦合力使车轮转动、有效化解垂直冲击力的新功能,明显提高轮胎减振性能及通过能力。在清华大学的一次对比试验中,将仿生轮胎装在垂直振动冲击试验装置中,轮胎会在振动中产生自转,而普通轮胎却不能转动。上述新的减振动功能显然可提高轮胎的工作气压,从而对提高车辆性能又带来多方面的好处。

由于存在多方面的差距,低档次的国产轮胎在性能上是无法与较高档次的世界名牌轮胎相比的,但在仿生轮胎(40美元/条,轮胎均匀度较差,胎侧较厚、硬)与凯利牌轮胎(95美元/条,轮胎均匀度好,胎侧软、薄)的减振对比试验中,仿生轮胎以9.5的整体优势优于凯利牌轮胎,如用凯利牌轮胎的工艺标准生产,仿生轮胎的性能优势将会更大。

3 在相同充气压力下的典型试验结果

仿生轮胎自概念产生、试制、专利申请到批量样胎生产过程中进行了大量的机理性台架试验及装车对比试验,并在局部范围内装在交通车上进行了实用性检验,从而积累了大量试验数据,其中包括一些与世界名牌轮胎的对比结果。为了给出较为准确的数据,北京轮胎厂用同样的生产工艺和轮胎毛坯制做了常规轮胎和仿生轮胎,并由中国汽车质量北方监督检验所进行了两种轮胎装车后的对比试验,主要结果如下:

与常规轮胎相比,仿生轮胎在滑行性能中滚动阻力系数下降23%,滑行距离增加14%;在加速性能中,加速时间缩短3.7%,加速距离缩短了3%;在燃油经济性能中,在车速80km/h下的节油率可达7%;在制动性能中,制动距离缩短了17%,制动时间缩短了8%。因而试验报告的结论是:“仿生轮胎不但具有节能和改善车辆行驶性能的功效,也提高了行驶的安全性。”

需要说明的是,以上试验结果与清华大学的试验结果是一致的。

为进一步确定仿生轮胎与常规轮胎在工作机理及性能上的差异,又在清华大学对上述两种轮胎进行了动刚度、阻尼测定。试验数据及曲线对比显示,在相同气压下,仿生轮胎的动刚度和阻尼均明显小于常规轮胎。从而从理论上说明了轮胎“长脚”对提高车轮工作效率的重要作用。

由于仿生轮胎在现有复杂的轮胎弹性力学中又增加了新的应力,涉及的弹性力学和动态力学范围更广,内涵也更加丰富,因此发展的潜力很大。

仿生轮胎不用改变现有轮胎生产工艺,只需做有限的设备技术改造,便可用较低水平的工艺和设备生产出具有较高技术水平和使用效果的轮胎。其发展前景十分广阔。

第九届全国轮胎技术研讨会论文