

聚氨酯轮胎的发展前景

李汉堂

(曙光橡胶工业研究设计院, 广西 桂林 541004)

摘要: 介绍聚氨酯轮胎的研究和材料应用现状, 对目前聚氨酯轮胎研究开发中存在的问题和应着重研究的课题进行了探讨, 并对未来聚氨酯轮胎的发展趋势以及应用前景进行了分析。

关键词: 聚氨酯轮胎; 环保轮胎; 原材料; 工艺; 发展前景

轮胎在汽车各部件中占有十分重要的地位, 对汽车的各项行驶性能影响极大。橡胶轮胎在使用过程中暴露出使用寿命短、耐磨性和抗撕裂强度较差等缺点, 尤其是载重汽车轮胎, 因负重能力有限, 经常导致爆胎现象的发生。橡胶轮胎的生产设备投资费用很高, 而且某些工序需采用手工操作, 即使是很高级的成型设备, 制造质量和每批产品的质量都不可能完全均匀一致。此外, 橡胶轮胎在使用过程中会产生很多废料, 报废后回收再利用难度很大, 容易造成环境污染。与之相反, 浇注轮胎的设备投资少, 工艺过程简单, 生产过程中出现的问题相对较少, 由于采用低密度的弹性材料, 所以轮胎重量可以减轻 25%, 浇注轮胎的行驶温度也较低, 此外, 浇注材料还可重复利用。下面就聚氨酯轮胎的研制及其应用材料作一介绍。

1 聚氨酯轮胎的研究与发展现状

1.1 聚氨酯轮胎的研制

基于聚氨酯弹性体特殊的耐磨性能及其优良的力学性能, 从 20 世纪 60 年代开始就进行了聚氨酯弹性体在轮胎中的应用研究。特别是在 1974 ~ 1975 年, 美国空军飞行动力试验室曾与 Zedron 公司合作, 对浇注轮胎和活胎面浇注轮胎在美国空军飞机上使用的可行性进行研究。据透露, 该研究采用的材料是热塑性聚氨酯弹性体(杜邦公司制造, 商品名为 Hytrel), 胎体和胎圈均无补强层材料。动力试验表明: 在 6.00-6 浇注轮胎、低断面 15×6.00-6 浇注轮胎和 6.00-6 活胎面浇注轮胎等 3 种试验轮胎中, 后者获得较好的结果, 其中有一试验胎成功地通过了 89 次滑行驶

飞试验。试验条件是: 滑行 1 英里(负荷 1150 磅、速度每小时 30 英里)后, 速度再从每小时 0 英里提高到 90 英里起飞。该研究的结论认为: 开发浇注飞机轮胎或活胎面(用补强材料补强)浇注飞机轮胎是可行的。

1977 ~ 1979 年 Zedron 公司又承包了美国飞行动力试验室的一项研究开发合同, 研究 7.00×8/16 层级 A-37 飞机浇注轮胎的可行性。轮胎设计负荷为 6650 磅, 充气压力为 125 磅·英寸², 使用速度为每小时 150 英里。试验结论认为: 改性的热塑性聚氨酯弹性体(商品名为 Hytrel)具有最好的动态性能, 在额定负荷下成功地滑行了 3 英里, 最高的爆破压力 400 磅·英寸²; 该项研究所用的试验材料, 基本上能为特殊设计的浇注轮胎提供足够的静态尺寸稳定性、垂直和侧向刚性、滞后的摩擦性能。但是, 印痕面积、刹车力、回正转矩不足; 爆破试验、动态鉴定试验仍达不到要求。

聚氨酯弹性体就其杨氏模量而言是一种既具有塑料的高硬度, 又具有橡胶高弹性的高分子合成材料, 主要包括聚氨酯混炼胶、聚氨酯浇注胶、聚氨酯水乳胶和聚氨酯热塑胶。聚氨酯弹性体与橡胶相比具有更优异的耐磨性能、较高的抗撕裂强度和伸长率且硬度范围宽。此外它的吸振、减震效果好, 负重容量非常大以及极理想的耐油和耐其他化学药品性能。由于聚氨酯弹性体具有其他高聚物不具备的特殊物理力学性能, 所以其在国防、轻纺、交通、油田、矿山、机械、建筑、医疗等许多方面的应用都相当广泛, 也是制造高性能轮胎的理想材料。特别是浇注型聚氨酯弹性体是目前最耐磨的弹性体, 具有高耐磨、可着色、高耐切

割性、优良的耐油及耐化学品等优点,而且对人体无毒害作用,又能完全生物降解,还不必添加炭黑和芳烃油,是制造轮胎胎面的理想材料。

聚氨酯轮胎采用浇注工艺制造,其结构和目前生产的轮胎有很大区别。全聚氨酯充气轮胎是由胎体、带束层和胎面 3 部分构成。其中胎体由较高模量的聚氨酯弹性体浇注而成,比较硬(邵尔 A 型硬度约为 85~95 度),因而耐疲劳性能、尺寸稳定性和耐切割性能都比较好;胎体上部的带束层由沿周向缠绕的芳纶或钢丝帘线构成,胎面则由低模量聚氨酯弹性体(邵尔 A 型硬度约为 70~75 度)浇注而成,以保证轮胎的耐磨性和行驶性能。

在研究开发全聚氨酯充气轮胎的同时,也研究开发出了部分聚氨酯充气轮胎。部分聚氨酯充气轮胎有两种形式:一种是胎体为浇注的聚氨酯,而胎面则为制造普通轮胎用的橡胶;另一种是胎体为子午线胎体,而胎面则是聚氨酯。前一种主要是成本较低,而且其牵引性要好于聚氨酯作胎面的轮胎。后一种则在翻胎业中较受重视。

聚氨酯充气轮胎与普通钢丝子午线轮胎相比具有下列优点:(1)耗油量平均低 10%;(2)胎面磨损低 51%;(3)重量轻 30%;(4)滚动阻力低 35%以上。另外,聚氨酯轮胎操纵性能和路面性能与子午线轮胎近似,只是制动性能较子午线轮胎低 6%,侧偏比子午线轮胎低 7%。抗割口增长方面,按照德国 TUV 规定的试验方法,在胎侧切开 3cm 的割口,然后在 150%额定负荷和每小时 75km 的速度下进行行驶试验,行驶 3000km 以后没有发现割口增长,可见其具有优越的抗割口增长性。另外,聚氨酯轮胎比橡胶轮胎均匀性更好,且不会出现胎面剥离现象。

1.2 目前聚氨酯轮胎存在的主要问题

目前聚氨酯轮胎研究中仍然存在一些要解决的问题,即提高聚氨酯轮胎的牵引制动性能、提高耐水解性能、载重汽车轮胎的多次注射成型工艺等。在开发聚氨酯轮胎过程中,耐高温性能是影响聚氨酯轮胎实用化的主要因素。在紧急制动时,由于胎面热积累而导致升温快,致使轮胎在制动过程中性能迅速下降(100℃下的耐磨性和抗撕裂强度只有常温下的 20%左右)。

1.3 解决问题的措施

1.3.1 原材料的改进

在研究过程中发现,聚氨酯中氨基甲酸酯基含量高是导致高温性能较差的主要原因,而现在国外研制出由三聚异氰酸酯作原料制得的聚氨酯弹性体耐高温性能非常好,通常可耐 170℃的高温,最高可达 210℃,而且其他物理机械性能如撕裂强度、耐磨性能等都有所提高,因此聚氨酯的耐高温性能已经基本得到解决。

艾美莱泰公司是一家成立于 1995 年的技术开发公司,该公司在研制聚氨酯轮胎方面作了不少努力,并取得了可喜的成绩。最近,艾美莱公司已经研制出一种特殊的聚氨酯材料,这种材料由多元醇、二苯甲烷二异氰酸酯等成分组成。固特异公司利用这种材料试制的新一代聚氨酯轮胎。经试验证明,新产品安全性、均匀性和耐磨性均比橡胶轮胎好,而且不易产生胎面剥离和爆胎。据固特异公司称,真正实现聚氨酯轮胎的商业化生产可能还需要几年的努力,但通过持续的开发研究,聚氨酯轮胎的前景无疑是美好的。

1.3.2 制造工艺的改进

尤尼罗伊尔·固德里奇公司开发了一种新型轮胎生产工艺技术,即将设计原理和浇铸型聚氨酯材料特性相结合。用这一工艺技术生产的轮胎,所有性能参数均可达到使用要求,有很好的应用前景。这种轮胎有一弹性胎体,胎体上面有无胎面皆可,胎体在压力作用下安装在金属车轮或轮圈上,为非充气轮胎。非充气轮胎有许多优点,因为这种轮胎是实心的,没有密封或压缩空气,因而没有充气轮胎存在的跑气问题,也不会产生因大量生热而产生海绵问题,此外,非充气聚氨酯轮胎还是一个不会发生严重损坏的无需修理的体系。非充气轮胎还可以合理地使用材料,减少胶料部件和承载断面积,降低成本,同时因其仅为单一组合件,可免去各部件的组装工作。制造非充气轮胎胎体的材料必须是性能良好的弹性体,它与一定的设计相配合时,即使超过 500%的变形也能够回复弹性体原状。浇注型聚氨酯是唯一可以满足设计和材料所需刚性要求的现有材料。

橡胶轮胎的胎面必须添加炭黑和有致癌作用的芳烃油,它们随着胎面磨损而散发在空气中,严重污染环境。华南理工大学与广州华工百川自控科技有限公司共同研究掌握了聚氨酯翻新轮胎的关键技术,使聚氨酯胎面的商业化应用成为现实。

该关键技术采用纳米技术提高聚氨酯弹性体的热稳定性使其最高使用温度达到 120 °C; 研制出成本低廉、使用方便、效果好的橡胶表面处理剂和粘合剂, 使聚氨酯胎面与普通橡胶能牢固地粘合在一起。采用聚氨酯胎面实际行驶里程可比普通轮胎高 1~2 倍, 同时能消除大量的炭黑和芳烃油对环境的污染, 是提高翻新胎性能的新途径。聚氨酯翻新胎的优越性有: (1) 胎面材料不含有毒害作用的填充油; (2) 不含炭黑, 胎面磨损时能保持环境清洁; (3) 能够完全生物降解, 不会导致环境污染; (4) 滚动阻力低, 可节省汽车燃油消耗; (5) 与普通天然橡胶轮胎相比, 具有优良的耐溶剂油、耐燃油和耐化学品性能, 是油库、码头等特殊车辆轮胎的理想选择。

华南理工大学还研制成功了一种集子午线轮胎和浇注型聚氨酯轮胎优点于一身的新型“绿色轮胎”, 这是一种由子午线胎体与聚氨酯胎面组成的新型复合轮胎。它既具有子午线轮胎滚动阻力小、安全性好、舒适性高的优点, 又具有聚氨酯弹性体高耐磨性等优点, 并克服了聚氨酯弹性体内生热高的缺点。同时在制造过程中不添加炭黑和有致癌作用的芳烃油; 与传统轮胎相比, 凸现了新工艺、新材料、环保、节能等多方面优点。上海、浙江宁波等单位拟于 2007 年建成此种年产 300 万条轿车新型轮胎、100 万条载重新型轮胎生产线, 这将对国内外轮胎工业弹性体发展产生极为深远的影响。

2 未来发展趋势

汽车工业的高速发展成为轮胎结构改进的直

接推动力, 而汽车轮胎的发展, 也是汽车性能改进的必要条件之一。轮胎胎面的耐磨性直接影响着轮胎的使用寿命, 而耐磨性又直接关系到轮胎的经济性。显然, 耐磨性、滚动阻力和抗滑性(或抓着性)是目前汽车工业对轮胎制造者着重强调的性能。随着汽车性能的不断提高和轮胎日益苛刻的使用条件, 要求轮胎制造者能够不断选用新材料, 变更轮胎结构, 促使轮胎向长寿、安全和环保的方向发展。

目前使用的橡胶轮胎在生产和使用过程中会产生很多废料, 报废后的轮胎回收再利用难度很大, 容易造成环境污染。每年有数以百万计的报废轮胎等待处理, 而且处理这些轮胎还要花费大量的人力、物力和财力。由于聚氨酯轮胎在耐磨性、滚动阻力以及抗撕裂性等方面都明显优于子午线轮胎, 同样尺寸的聚氨酯轮胎负重容量是橡胶轮胎的 6~7 倍, 其生产过程可以实现连续化和自动化, 在生产和使用过程中产生很少废料, 而且更为重要的是废旧轮胎的部分胎体可以回收用于制造其他聚氨酯产品, 不会造成环境污染, 并且其制造工艺简单——液体浇注成型, 属于新型无帘线浇注轮胎, 因而被人们称为 21 世纪的绿色环保轮胎。

毫无疑问, 环保型轮胎将成为 21 世纪轮胎研究开发的热点, 将是未来汽车轮胎发展的主流, 在汽车行业拥有广阔的应用前景。业内人士认为, 随着聚氨酯材料性能以及聚氨酯轮胎生产工艺的改进, 大规模生产聚氨酯轮胎在不久的将来将成为现实。用聚氨酯轮胎代替橡胶轮胎是将来世界轮胎工业的发展方向。

RCD-II 型

橡 胶 炭 黑 分 散 度 测 定 仪

北京万汇一方科技发展有限公司 橡胶技术部

电话: 010-68049822 68040705

传真: 010-68016773

E-mail: info@rubberinfo.com.cn