

聚氨酯微孔弹性体实心轮胎的制造方法

刘锦春 郝立新 刘保成

(青岛化工学院 266042)

摘要 介绍了聚氨酯微孔弹性体实心轮胎材料的合成原理、轮胎结构及成型方法,并对其发展前景做了预测。

关键词 聚氨酯微孔弹性体,实心轮胎,离心浇注

随着工业车辆和其它各种特殊用途车辆对轮胎性能要求的不断提高,传统的充气轮胎在某些场合已不能满足使用要求。橡胶实心轮胎的出现,在某些方面可以满足特殊条件对轮胎的特殊要求,但是,由于其结构和成型工艺复杂,原材料消耗大,质量大,能耗多,在一定程度上制约了它的发展。聚氨酯微孔弹性体在轮胎方面的应用,早期主要是作为传统充气轮胎的填充物,防止刺穿、泄气^[1],而真正的全浇注聚氨酯微孔弹性体实心轮胎是于本世纪80年代由奥地利的LIM公司开发成功的,并已生产出叉车轮胎和农业轮胎等^[2]。这种轮胎承载能力比同规格的NR实心轮胎高数倍,耐磨性好,撕裂强度高^[3]。除奥地利之外,美国、德国和英国等国家也相继开展了聚氨酯微孔弹性体实心轮胎的研究开发。据报道,90年代美国的UTI公司和固特异公司联合开发出一种非充气聚氨酯微孔弹性体轿车备用轮胎。这种轮胎的质量为8.2kg,行驶平稳^[4]。我国在这方面的起步较晚,80年代开始通过引进技术和设备陆续在北京、烟台和威海等地开发出了微孔聚氨酯自行车轮胎和童车轮胎,而用于工业车辆和特种车辆的聚氨酯微孔弹性体实心轮

胎的研究开发,目前还处于起步阶段。

1 聚氨酯微孔弹性体的原材料及合成原理

1.1 原材料

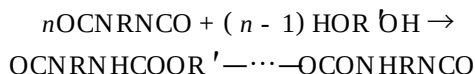
合成微孔弹性体的原材料包括多元醇、二异氰酸酯、扩链剂、催化剂、发泡剂、匀泡剂及其它添加剂。多元醇有聚酯多元醇(如聚己二酸乙二醇丙二醇酯、聚己二酸-缩二乙二醇酯等)和聚醚多元醇(如聚四氢呋喃醚二醇等)等;二异氰酸酯常用的有甲苯二异氰酸酯(TDI)、4,4'-二苯基甲烷二异氰酸酯(MDI)、多苯基甲烷多异氰酸酯(PAPI)及液化MDI等;扩链剂常用的有1,4-丁二醇、乙二醇、丙三醇、三乙醇胺及2,4-二氨基-3,5-二甲硫基甲苯(DADMT)等;发泡剂有水和卤代烷(如二氯甲烷)等;催化剂有三亚乙基二胺和二二月桂酸二丁基锡;匀泡剂采用有机硅烷系列的非离子型表面活性剂,常用的有L-520, L-540, L-5303等;其它助剂包括阻燃剂、抗氧化剂和着色剂等。

1.2 合成原理

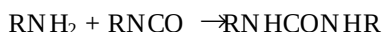
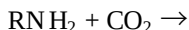
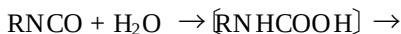
聚氨酯微孔弹性体的合成要历经下列3个重要反应:

(1) 聚氨酯大分子的生成(链增长)。多官能度(尤以二官能度为主)的异氰酸酯和聚酯或聚醚醇发生聚加成反应生成聚氨酯大分子,通过控制NCO/OH摩尔比,使生成的聚氨酯大分子两个末端均为异氰酸酯基团,即

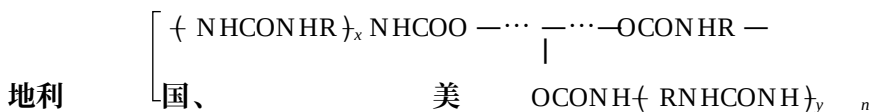
作者简介 刘锦春,男,29岁。助教。毕业于青岛化工学院橡胶工程学院。主要从事聚氨酯弹性体的合成、加工、应用研究及聚氨酯浇注轮胎的结构设计和施工设计工作。已发表论文5篇。



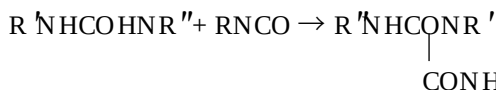
(2) 起泡。通过向反应体系中添加水,借助水与聚氨酯大分子的异氰酸酯基反应,产生大量的二氧化碳气体,达到起泡的目的。



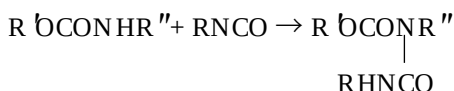
此外,也可以通过添加低沸点卤代烃,使



②形成缩二脲键的胶凝。以水为发泡剂生成的脲类化合物,在高温下进一步和过剩的异氰酸酯反应生成三维结构的缩二脲键化合物,即



③脲基甲酸酯胶凝。聚氨酯主链上的氢和过量的异氰酸酯反应,生成三维结构的脲基甲酸酯,即



为了保证聚氨酯大分子的生成、起泡和胶凝 3 个阶段的速度相适应,避免副反应的发生,必须选择适当的催化体系。通常采用胺类和有机金属化合物催化剂并用。

2 聚氨酯微孔弹性体实心轮胎的结构

聚氨酯微孔弹性体实心轮胎有非增强型和增强型两种,前者为轻载型(如自行车轮胎、轮椅轮胎等),后者为重载型(如叉车轮胎、电动车轮胎和拖拉机轮胎等)。非增强型仅由微孔弹性体构成,增强型由弹性体、增强材料和钢丝圈构成,其断面示意图 1。

2.1 弹性体部分

聚氨酯微孔弹性体实心轮胎的弹性体部分,根据各部位的作用及结构不同可分为胎

之受热气化,达到起泡的目的。

(3) 胶凝。胶凝又称交联固化,它在制备发泡制品中是非常重要的反应,胶凝过早或过晚都将导致微孔制品质量下降,甚至造成废品。常用的胶凝方法有 3 种^[5]:

①多官能度化合物胶凝。三官能度以上的化合物间的反应会生成体型结构聚合物,即

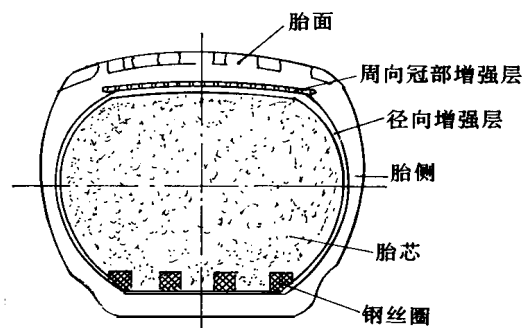


图 1 增强型微孔聚氨酯弹性体实心轮胎结构面、胎侧和胎芯几部分。

(1) 胎面。聚氨酯微孔弹性体实心轮胎的胎面,是一层密度与无孔聚氨酯弹性体十分接近的微孔弹性体层,其作用和传统轮胎胎面完全相同,只是它的耐磨性、耐切割性、抗撕裂性更佳,其厚度由轮胎规格、胶料配方、轮胎模具及离心机的旋转速度等多方面因素决定。

(2) 胎侧。聚氨酯微孔弹性体实心轮胎的侧面类似于传统轮胎的胎侧,是密度和无孔聚氨酯弹性体相近的微孔弹性体结皮层,这一层具有良好的抗形变能力和耐屈挠性,其厚度由轮胎加工工艺、胶料配方决定。

(3) 胎芯。聚氨酯微孔弹性体实心轮胎的胎芯是由自外向内密度逐渐减小的微孔聚氨酯材料组成的,其内部剖面如图 2 所示,密度变化曲线如图 3 所示,密度变化范围为

$0.5\sim 1.2\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$,这种密度均匀变化的芯部结构,一方面可以保证轮胎具有足够的负荷能力,另一方面可以保证轮胎具有良好的动态性能。

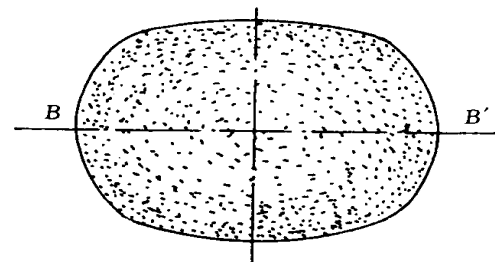


图 2 胎芯剖面示意图

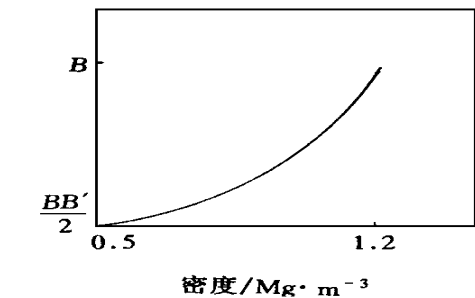


图 3 胎芯密度变化曲线

2.2 增强材料

聚氨酯微孔弹性体实心轮胎,虽然无需充气,但是仅靠弹性体本身的性能是不能满足高负荷轮胎使用要求的,必须进行必要的增强。通过增强,一方面可以保证轮胎长期使用后外形尺寸不发生很大变化,另一方面可以使轮胎的强度和承载能力大大提高。增强层分为径向增强层和周向冠部增强层。径向增强层可以采用高强度钢丝,利用一定设备,绕制成图 4 所示的螺旋状;周向冠部增强层可以采用尼龙帘线、芳纶帘线、聚酯帘线或钢丝帘线,编织成图 5 所示的环带结构。

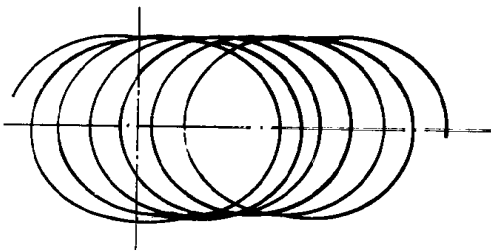
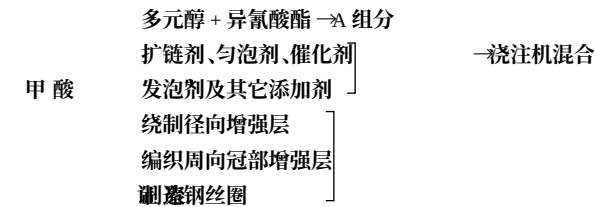


图 4 径向增强层结构示意图

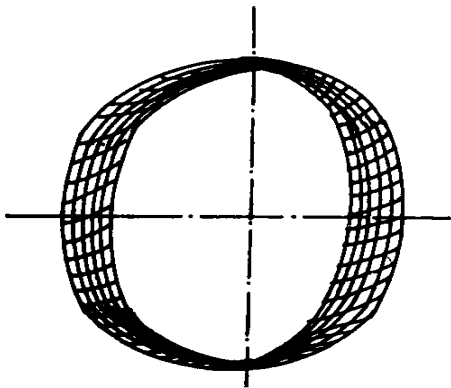


图 5 冠部增强带示意图

2.3 钢丝圈

为了保证微孔弹性体实心轮胎和轮辋紧密合,必须将钢丝圈埋入轮胎内部靠近轮辋的部位,钢丝圈穿过并固定于径向增强层上(见图 6)。钢丝圈的数量视轮胎规格而定,但是,为了防止使用过程中车厢侧壁瞬时过载时轮胎发生侧滑,钢丝圈数量应适当增加,其断面形状可以为方形、圆形或其它形状。

3 制造工艺

3.1 工艺流程

工艺流程如下:

R
—浇注成型—后熟化

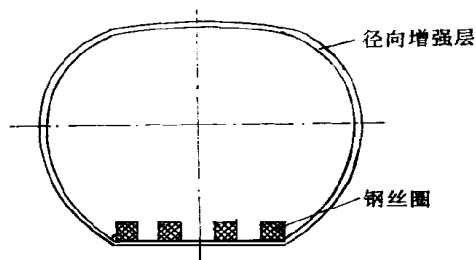


图6 径向增强层和钢丝圈复合体

3.2 离心浇注设备

聚氨酯微孔弹性体实心轮胎的制造采用水平方向离心浇注^[6],其加工设备由浇注机、轮胎模具、离心机和速度调节器组成,如图7所示。轮胎模具呈水平状态固定于离心机的水平托板上方,离心电机位于水平托板下方,由速度调节器调整转速。

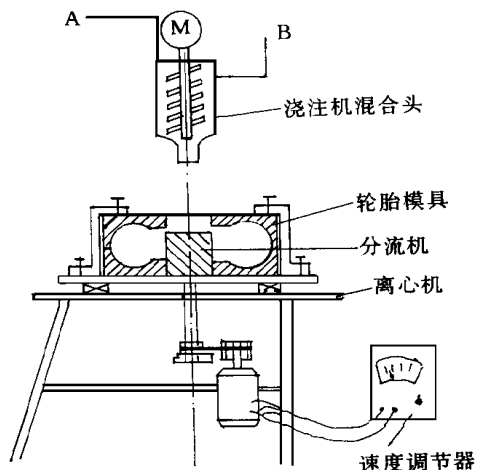


图7 离心浇注设备示意图

3.3 浇注成型工艺

将预先制造好的钢丝圈和增强材料复合体放入模具中,启动离心机,通过浇注机将A和B组分均匀混合,浇注到模具中心的分流板上,在离心力的作用下,混合物料通过流道被甩入模腔中,部分物料迅速和温度较低的模具内壁发生碰撞,形成坚实、几乎无孔的结皮层,而内部则由于物料温度较高,产生大量的微小气泡,均匀分布在物料之中,通过速度调节器调节离心机的转速,可以形成密度均

匀变化而又无明显分层的微孔弹性体层,并把骨架材料及钢丝圈紧紧地包围在物料之中。

通过研究实践,认为在聚氨酯微孔弹性体实心轮胎的成型工艺中采用离心浇注与其它加工方法相比有以下优点:

(1) 聚氨酯微孔弹性体制造实心轮胎,以往都是采用静态的方法,即将物料直接注入模具,这样一方面容易造成轮胎断面上密度分布无规律,另一方面也容易造成在轮胎圆周方向密度分布不均匀,从而使轮胎出现动平衡、静平衡性能差,乘坐舒适性差并容易磨偏等问题,而采用水平方向离心浇注,就可以保证材料准确分配,均匀分布。

(2) 采用水平方向离心浇注,由于离心机的转速可以在短时间内调节,从而可以得到密度均匀变化,各层之间无明显的分层现象,彼此之间互成一体的同质层。同时,随着模具转速的提高,离心力增大,可以使轮胎形成坚实,几乎无孔的外层结皮,这不仅可以保证轮胎具有足够的刚性和强度,而且可以保证具有优异的耐磨性和动态性能。

(3) 采用水平方向离心浇注的方法制造实心轮胎,充分体现了聚氨酯材料本身及其加工便利的优点,克服了传统实心轮胎只有长时间硫化才能保证胎面和轮胎内部硫化程度相匹配,但又往往容易造成胎面过硫、胎芯欠硫等弊端,大大提高了生产效率。

4 发展前景

聚氨酯材料在轮胎方面的应用,80年代以前,国外一些公司将主要精力集中在充气聚氨酯浇注轮胎的研究上,但是,由于充气浇注轮胎在材料和成型工艺方面有难以逾越的障碍,近年来这些公司审时度势地把研究对象转移到了聚氨酯微孔弹性体实心轮胎上。由于这种轮胎制造工艺比较简单,生产效率高,且轮胎承载能力高,耐油性好,应用前景看好,迄今国外已成功开发出了这种叉车轮

胎和农业轮胎等多种轮胎。我国于 80 年代后期,通过引进技术和设备开发出聚氨酯微孔弹性体自行车轮胎和力车轮胎等,并已走向市场,而聚氨酯微孔弹性体叉车轮胎和其它特种轮胎目前在我国还是空白。据了解,国内已有厂家正在从事这项研究开发工作,预料用不了几年,就会有产品问世。我国地域广阔,轮胎需求量也大,一旦这类轮胎上市,其销售前景看好。

参考文献

1 Кривенцов Е В,唐绍禹译. 轿车轮胎结构设计的主要

方向. 橡胶译丛,1989;(1):23
2 Pick J S. How technological innovations have affected the tire industry's structure. *Elastomerics*,1980;112(1):47~52
3 海普本 C,阎家宾译. 聚氨酯弹性体,第 1 版,沈阳:辽宁科学技术出版社,1985:427
4 David Ride, PUS attract rubber,tyres Markets, *European Journal*,1991;173(5):8
5 方禹声,朱吕民等. 聚氨酯泡沫塑料,第 2 版,北京:化学工业出版社,1994:30~36
6 Panaroni Vincent F. Improved method and apparatus for making tires and the like, Int. cl⁵ B60C7/00. B29C39/08, WO91/13773,1991:1~4

收稿日期 1997-03-10

Manufacturing Method for Solid Tire of Cellular PU Elastomer

Liu Jinchun, Hao Lixin and Liu Baocheng
(Qingdao Institute of Chemical Technology 266042)

Abstract The synthetic mechanism of cellular PU elastomer for solid tire and the structure design and building method of said tire are introduced. The prospect of cellular PU solid tire is predicted.

Keywords cellular PU elastomer, solid tire, centrifugal casting

第 11 届国际塑料橡胶工业展览会
将在上海举行

由欧洲塑料和橡胶工业机械制造商协会、务强企业有限公司和雅式展览服务有限公司联合主办的“第 11 届国际塑料橡胶工业展览会”将于 1997 年 10 月 14~18 日在上海举行。

自 1983 年开始,橡塑展已成为中国最为重要的塑料及橡胶工业展览会。而从 1987 年起,已连续 8 届获得欧洲塑料和橡胶工业机械制造商协会的大力支持。

继 1996 年在北京成功举行后,今年的展览会反应更加热烈,上海国际展览中心场馆已经供不应求。面对海外厂商对展台的不断需求,主办单位决定在展馆旁边的新展馆——上海世贸商城展览厅预留地方作为

1997 年橡塑展之用。德国、意大利、奥地利、英国和美国再一次组织展团参展,另外还有来自澳大利亚、比利时、加拿大、丹麦、芬兰、法国、香港地区、日本、韩国、马来西亚、中国、新加坡、西班牙、瑞典、荷兰和台湾省等国家或地区的 300 多家参展商参与。1997 年上海橡塑展将成为今年中国最具规模的塑料及橡胶工业展览会。

在展品方面,有各类型塑料及橡胶加工机械、塑料包装及印刷设备、测试及控制器以及各类型辅助设备。今年展会更特设有“化工及原料专区”,超过 30 家国际知名的化工及原料供应商将为 1997 年上海橡塑展带来各式各样的化工及原料产品。

(本刊讯)