

轮胎胶料力学性质的实验研究

刘 勇, 杨卫民
(北京化工大学 机电工程学院, 北京 100029)

摘要: 测定了子午线轮胎胶料(胎冠胶、胎圈护胶、三角胶、内衬层胶、胎侧胶和钢丝覆胶)力学性质中的杨氏模量、泊松比和密度 3 个重要力学参数的实验数据, 并对其进行了理论分析。结果发现, 轮胎各部件胶料主要表现出橡胶的高弹性质, 其各自的泊松比和密度相差很小, 杨氏模量相差较大。

关键词: 子午线轮胎; 力学性质; 胶料

中图分类号: TQ336. 1⁺1; U463. 341⁺. 6 文献标识码: A 文章编号: 1000-890X(2002)06-0325-04

轮胎是由多种材料组成的, 基本材料可分为三类: 橡胶、纤维和钢丝^[1]。在进行轮胎力学分析和性能仿真时, 轮胎各部件材料的力学参数非常重要。

本研究以北京轮胎厂生产的 205/60R15 轿车子午线轮胎为对象, 通过实验测量了其胶料的杨氏模量、泊松比(或剪切模量)和密度 3 个重要参数, 并进行理论分析, 为轮胎力学分析和性能仿真提供重要参考数据。主要测试对象为胎冠胶、胎圈护胶、三角胶、内衬层胶、气密层胶、胎侧胶和钢丝覆胶。

1 试验测量和分析

1.1 杨氏模量

杨氏模量能充分体现材料的强度性质, 是在橡胶材料力学性质研究和轮胎性能仿真中经常用到的重要力学参数。

杨氏模量测试采用美国 Instron 公司生产的

IX 型自动材料测试仪。环境条件: 湿度 50%; 温度 23 ℃。试样尺寸见表 1。

试验所测得的胶料应力和杨氏模量分别见表 2 和 3, 所测得的轮胎胎冠胶、胎圈护胶、三角胶、内衬层胶、气密层胶、胎侧胶和钢丝覆胶的应力-应变曲线分别见图 1~7。

分析图 1~7 发现, 图 1 与 4 相似, 都是经过很小的普弹形变后进入较大的高弹形变区, 曲线稍微成锯齿型, 但胎冠胶(图 1)的杨氏模量随应变增大的变化幅度比内衬层胶(图 4)的大。图 2 和 3 共同的特点是有回缩曲线^[2], 即应变达 100%时撤去外力, 橡胶有自动恢复的趋势, 但由于分子链段之间有内摩擦, 应力-应变曲线沿另一条路径变化, 这是典型的高聚物力学现象。图 3 曲线较光滑, 这是由于三角胶的分子链较短, 在应力下取向趋势较弱, 因此杨氏模量也较大。图 5 与 6 的曲线较相似, 锯齿型较明显, 这是由于气密层胶和胎侧胶的交联密度较小, 分子链段较长, 在

表 1 试样尺寸 mm

项 目	材料名称						
	胎冠胶	胎圈护胶	三角胶	内衬层胶	气密层胶	胎侧胶	钢丝覆胶
宽度	6.4	6.0	6.1	6.0	6.0	6.0	6.0
厚度	2.20	2.18	2.20	2.30	2.04	2.10	2.20
测量长度	33	33	33	33	33	33	33

应力下取向较明显的缘故。从图7可以看出, 钢丝覆胶在应变从 5%到 110%时呈现出良好的线弹性。

从图1~7也可以看出, 轮胎各部件胶料的应

基金项目: 北京市科技新星计划资助项目(954811600)
作者简介: 刘勇(1973-), 男, 山东阳谷人, 北京化工大学在读硕士研究生, 主要从事轮胎材料、结构和性能仿真等方面的研究。

表 2 单一橡胶材料应力测量结果 MPa

材料名称	应变/%								
	5	10	20	30	40	50	60	70	80
胎冠胶	0.480	0.631	0.750	0.908	0.915	1.021	1.120	1.186	1.316
胎圈护胶	0.392	0.655	0.923	1.248	1.541	1.718	2.020	2.326	2.592
三角胶	3.745	4.764	5.898	6.720	7.456	8.073	8.687	9.158	9.556
内衬层胶	0.242	0.413	0.723	1.038	1.247	1.447	1.627	1.777	1.956
气密层胶	0.081	0.200	0.253	0.397	0.529	0.626	0.907	1.053	1.216
胎侧胶	0.045	0.188	0.382	0.595	0.662	0.773	0.842	0.916	0.928
钢丝覆胶	0.669	1.238	2.035	2.821	3.729	4.586	5.516	6.544	7.518

表 3 单一橡胶材料杨氏模量测量结果 MPa

材料名称	应变/%								
	5	10	20	30	40	50	60	70	80
胎冠胶	9.600	6.310	3.750	3.027	2.288	2.042	1.867	1.694	1.645
胎圈护胶	7.840	6.550	4.615	4.160	3.853	3.436	3.367	3.194	3.240
三角胶	74.90	47.64	29.49	22.40	18.87	16.15	14.48	13.08	11.95
内衬层胶	4.840	4.130	3.615	3.460	3.118	2.894	2.712	2.539	2.445
气密层胶	1.620	2.000	1.265	1.323	1.323	1.252	1.512	1.504	1.520
胎侧胶	0.900	1.880	1.910	1.983	1.655	1.546	1.403	1.309	1.160
钢丝覆胶	13.38	12.38	10.15	9.403	9.323	9.172	9.193	9.349	9.398

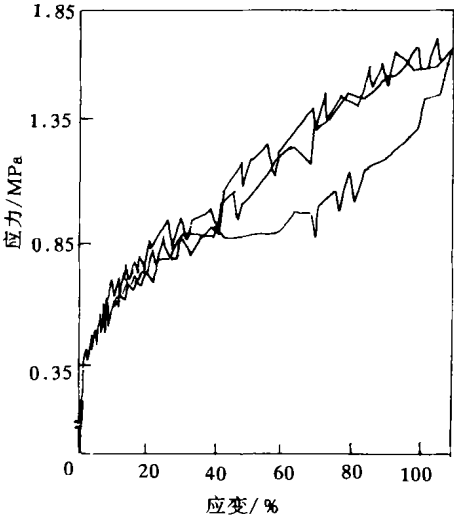


图 1 胎冠胶应力-应变曲线

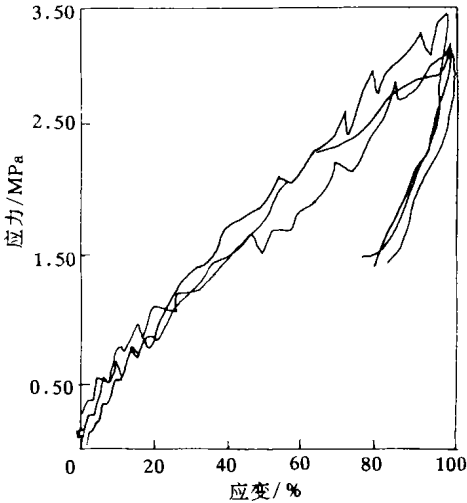


图 2 胎圈护胶应力-应变曲线

力-应变曲线各不相同,但都是经过很小的普弹形变后进入较大的高弹形变区,杨氏模量都不是很大,表现出典型的高聚物力学性质。这主要是由于各部件胶料主要由各种橡胶组成,没有帘线和钢丝等高模量材料,故表现出橡胶的力学性质。

1.2 泊松比和密度

采用前述测试仪器测得的轮胎各部位胶料的泊松比及采用法国 MTS 公司生产的 BD 型密度仪测得的密度见表 4。

从表 4 可以看出,轮胎各部件胶料的泊松比

相同,密度也很接近,这主要是由于各部件胶料组成相差不大的缘故。各部件胶料的泊松比数值较大,表现出橡胶材料良好的抗剪切能力。

2 结论

通过对子午线轮胎胶料(胎冠胶、胎圈护胶、三角胶、内衬层胶、胎侧胶和钢丝覆胶)力学性质中的杨氏模量、泊松比和密度 3 个重要力学参数进行的测试和分析得出,轮胎各部件胶料的泊松比和密度都相差很小,而杨氏模量却有较大区别

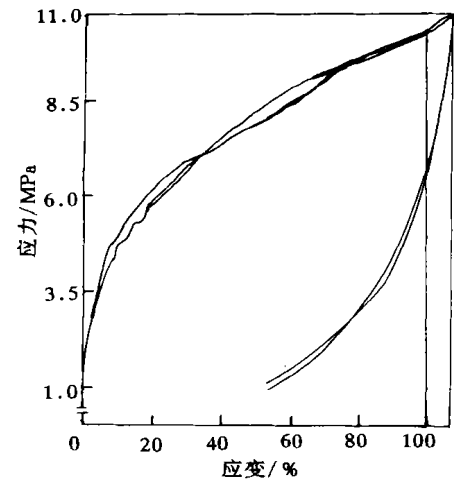


图 3 三角胶应力-应变曲线

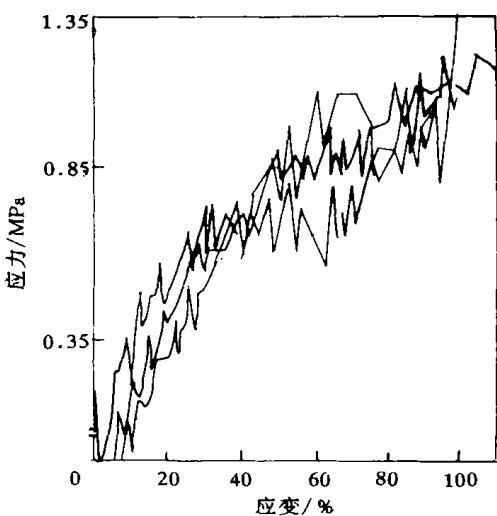


图 6 胎侧胶应力-应变曲线

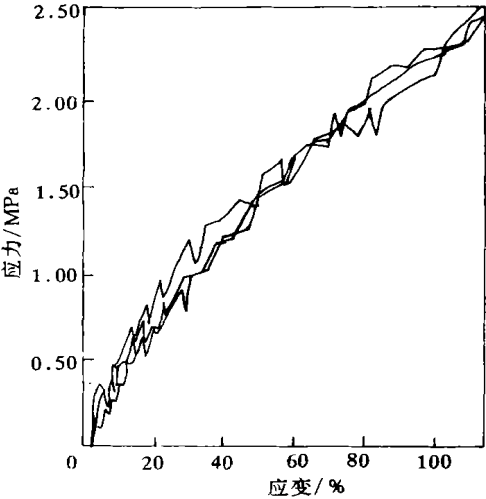


图 4 内衬层胶应力-应变曲线

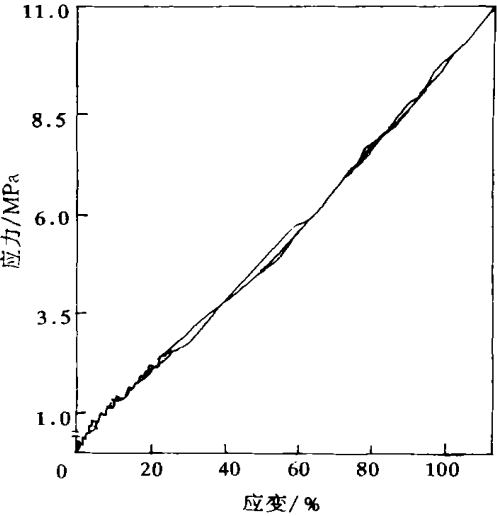


图 7 钢丝覆胶应力-应变曲线

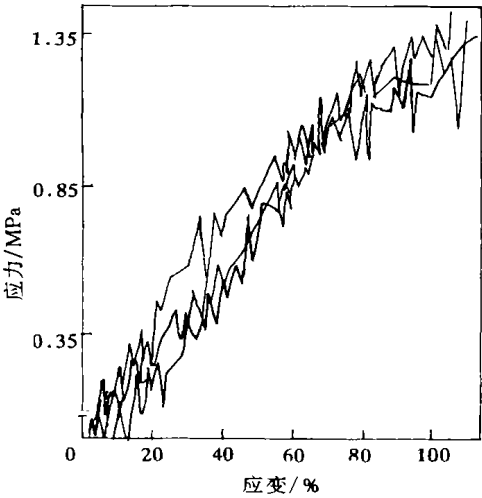


图 5 气密层胶应力-应变曲线

表 4 单一橡胶材料的泊松比和密度

胶料名称	泊松比	密度/($\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$)
胎冠胶	0.49	1.181
胎圈护胶	0.49	1.170
三角胶	0.49	1.195
内衬层胶	0.49	1.141
气密层胶	0.49	1.141
胎侧胶	0.49	1.109

(应变为 5% 时最大相差 74.00 MPa), 随着应变增大, 杨氏模量相差减小(应变为 80% 时最大只相差 10.79 MPa); 轮胎各部件胶料主要表现橡胶的高弹性质, 普弹应变区小于 5% (应变), 高弹应变区为 5% ~ 110% (应变)。这些实验结果对轮

胎力学分析和性能仿真具有重要意义。

参考文献:

[1] 杨卫民. 子午线轮胎的三维非线性有限元分析和性能仿真

的研究[D]. 北京: 北京化工大学机电工程学院. 1998.

[2] 何曼君, 陈维孝, 董西侠. 高分子物理[M]. 上海: 复旦大学出版社. 1990. 306.

收稿日期: 2001-12-09

Experimental study on mechanical characteristics of tire compounds

LIU Yong, YANG Wei-min

(Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

Abstract: The Young's modulus, Poisson's ratio and density of rubber compounds in radial tire, such as crown, bead chafer, bead filler, inner liner, sidewall and extruded steel coating compounds were measured and analyzed. It was found that the compounds in various tire components showed predominantly the high elasticity of rubber, their Poisson's ratio and densities were close to each other, but their Young's moduli were quite different.

Keywords: radial tire; mechanical characteristics; compound

双星连续 9 年夺得全国同行业 市场销量第一

中图分类号: F270 文献标识码: D

日前, 经中国商业联合会、中华全国商业信息中心评比, 双星在 2001 年度全国同行业中市场销量排序第一, 这已经是双星连续 9 年夺得第一。

面对国内外市场竞争激烈的局面, 一个纯国有微利制鞋企业缘何能够保持市场销售“九连冠”?

(1) 服务宗旨

新时期的竞争不再是打价格战, 而是打信誉战、服务战。据统计, 2001 年双星的顾客抱怨率仅为 0.05% (包括顾客来信、来电投诉, 质量鞋的调换等)。这在我国制鞋业来说似乎是“办不到”和“不可能的”, 但双星却办到了。

(2) 质量理论

经过十多年的实践, 公司总结出“产量是钱, 质量是命, 双星人要钱更要命”和“质量管理要走制度化、法制化、规范化的管理轨道”等一套质量管理理论。

(3) 管理模式

“严格制度、严格法规, 用法规制度进行管理”

使双星质量管理走上了“制度化、法制化、规范化”的管理轨道。

“执法必严, 违法必究”, 用经济手段管质量是双星质量管理的一大特色。他们始终坚持“以质量为中心不能变, 以资金为重点不能忘, 以降低六大费用为尺子不能丢, 以提高效益为目的不能放”, 向质量要效益, 以创新求发展。

为加快与国际标准接轨, 按照 ISO 9001—2000 版新标准要求, 建立了符合新标准要求的质量管理体系, 并顺利通过了山东省评审中心的换版、换证审核, 2001 年 3 月又顺利通过了中国进出口商品质量认证中心的年度监督审核。

凭借过硬的产品质量和双星人特有的 200% 亲情化服务, 双星产品连续 8 年被山东省质量技术监督局评为“免检产品”; 连续 5 年获得中国质量监督检验检疫总局的出口产品免检资格。

面对国内外激烈的市场竞争, 公司认为企业要生存、发展壮大只有一条路, 就是面对市场, 把质量作为企业的生命线, 把产品质量、工作质量、服务质量做好, 才能立于不败之地。

(双星集团宣传处 张艾丽
招商周刊杂志社 李天旭供稿)