

结构参数对载重轮胎力学性能影响的研究

L őrzi ÓS árközi 等著 夏松茂编译 涂学忠校

相当复杂的轮胎性能使优化设计成为一项非常困难的任务。现代数值计算方法的快速发展为分析提供了一个极好的新工具,而且正如在大量科技文献(如文献 1~3)中可以见到的,目前实验和数值计算方法的结合和平行使用确实是一项非常令人振奋的活动。匈牙利陶鲁斯橡胶公司编制了一个内部有限元程序包,供在充气、离心力和与道路接触情况下的轮胎强度分析用。为改进指定的 TOP 型产品轮廓几何形状、带束层结构和胎冠与胎面基部胶料定伸应力进行了一系列计算。在对大多数特征数值结果比较之后,看来所谓三层带束结构是有希望的。本方案以后得到成立并据此制造了轮胎,当然也做了试验研究。

1 有限元程序包

在连续体力学上,该有限元程序设计系统以所谓全拉氏函数表述为基础。橡胶表述为一个两参数门尼-里夫林型粘弹性材料,钢丝被认为仅吸收拉伸能。如图 1 所示,有限元网络由位于 24 个所示平面轮廓之间的 6720 个八节等参数元组成。胎体帘布层和带束层用符合体积等参数元适当边界的各向异性模拟。节点数目为 8352 个,总自由度为 25056。迭代算法保证道路与轮胎之间按如下方式的非摩擦单向接触,即在某些节距只检验出接触节的力是否有正负号(除去负值反应力),而在其它节距,原先已进入平面的节点按运动学惯例被返回。

由程序设计系统可以计算出的某些典型结果如图 2~5 所示。所有图像都与 12R20

TOP420 型基本结构有关。图 2 表明沿接地边界附近轮廓的帘线力分布。观察到的重要结果是带束层第一层受压缩。图 3(略)是关于沿 YZ 平面轮廓的应变能密度分布,而从图 4 可以看到用矢量形式表示的道路平面位移。接地压力分布如图 5 所示。通过求胎圈、胎侧、胎肩和胎面区域旋转一圈的特征应

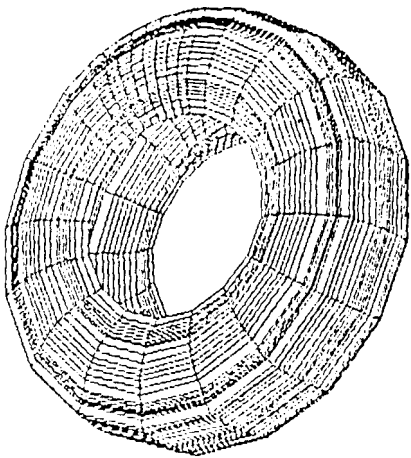


图 1 轮胎的三维有限元网络

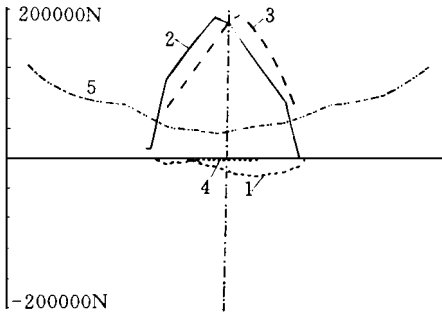


图 2 接地印痕附近轮廓上的帘线力

1—第 1 层带束;2—第 2 层带束;3—第 3 层带束;
4—第 4 层带束;5—胎体层

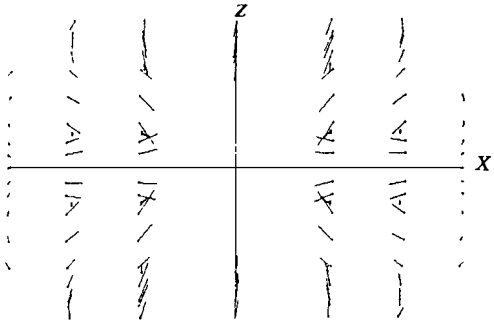


图 4 胎面接地面平面位移

12. 00R 20 TOP420 4 层带束基本方案
平均绝对位移值 :2. 00mm

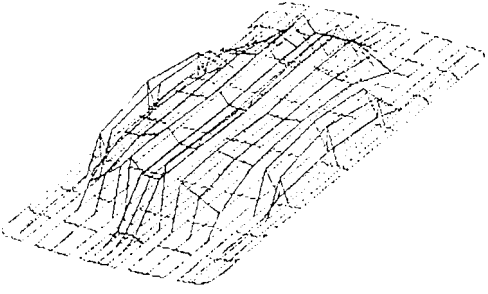


图 5 接地压力分布

最大压力 :1. 422MPa ;平均压力 :0. 8694MPa ;
合力 (等于轴负荷) :45. 44kN

变能密度的积分,当然也就求得了整条轮胎的特征能。

2 数值计算和结果

在保持轴负荷不变时研究以下 5 个方案:

- (1) 基本方案;
- (2) 三层带束方案 (加大第 1 层带束中的帘线密度并省去原第 3 层带束);
- (3) 轻量化方案 (特点在于不同的帘线角度和减小第 3 层带束中的帘线密度);
- (4) 不分胎冠胶与胎面基部胶方案 (特点在于减小第 2 和 3 层带束中的帘线密度并增加胎冠胶定伸应力);
- (5) 高定伸胎面方案 (特点在于减小第 2

和 3 层带束中的帘线密度,增加胎面基部胶定伸应力和减小胎冠胶定伸应力)。

根据有关变形的计算结果可以断定,弹簧特性对带束层结构的依赖性要比对胎面胶定伸应力大得多。考虑到附表并假设滞后作用不变,胎面胶定伸应力愈高,其生热估算值也愈高,它不可能由改进胎圈和胎侧区域的性能得到补偿。

附表 计算能值

变化	胎圈	胎侧	胎肩	胎面	整胎
基本	17989	12795	16901	135279	230649
三层带束	14773	11639	18111	134912	223959
轻量	15362	11003	18677	148147	228230
不分胎冠胶和					
基部胶	19844	14212	17492	136222	239319
高定伸胎面	30022	13078	17839	137633	259510

3 试验

根据有限元分析结果,制造并试验研究了三层带束方案样胎。颇感意外的是,依照轴负荷对垂直位移曲线 (见图 6) 的推定,三层带束方案轮胎似乎较硬。这个趋势也为最新的数值计算结果所证实。此外,还进行了通常的压穿和耐久性试验。由于测得的三层带束结构表面和内部温度一般要低 2~3 ,而两种轮胎锥体压穿功实际上相等,故这些结果颇令人鼓舞。

4 结语

三层带束的,还有四层带束的 TOP 载重轮胎,比原先已充分检验过的基本方案明显地硬。这就是在相等轴负荷下造成胎圈区域能幅较低的原因。胎肩区域的能值似乎在当时不很好,但这种现象用减少该区域的位移,如加宽带束层,有可能得到改进。这一稍加修改的方案在投入连续生产前应该通过道路试验进行研究。

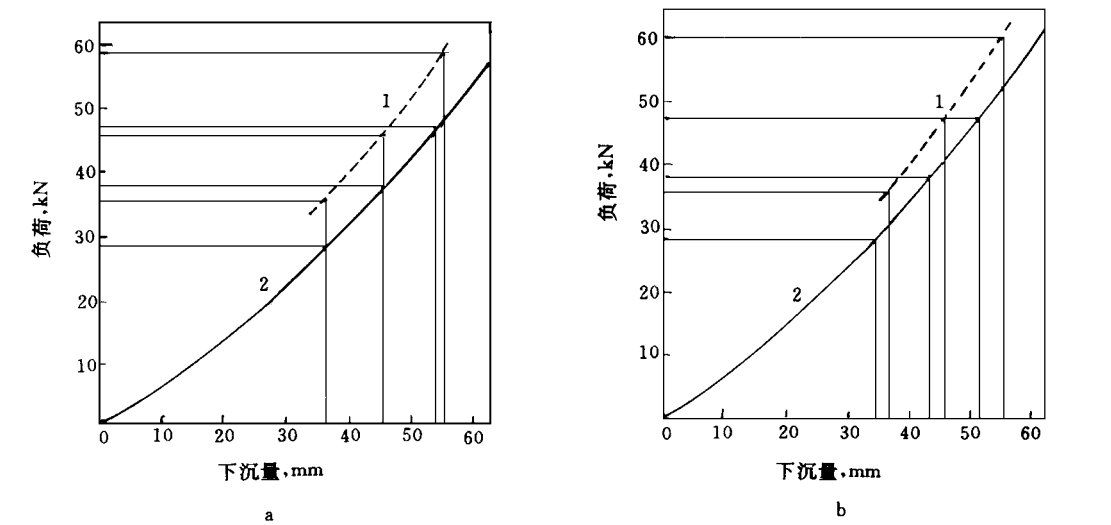


图 6 测量和计算的轮胎弹簧特性

a—基本方案 ,b—三层带束方案;
1—测量值 ,2—有限元值

译自“ 95 神户国际橡胶会议论文集 ”,
P695 ~ 698

参考文献 (略)

国外动态

库珀公司的非镶钉雪地轮胎

英国《轮胎与配件》1996 年 7 期 108 页报道：

库珀公司推出的非镶钉型 Weather-Master XGR 子午线轮胎使司机获得了更好的雪上和冰上抓着性能。尽管镶钉雪地轮胎具有最好的牵引性能,但是一些国家政府禁止使用或严格限制使用镶钉轮胎。库珀公司的新型非镶钉轮胎的牵引性能超过了传统的雪地轮胎。

库珀公司的非镶钉雪地轮胎技术是在美国开发的,并在美国和日本的试验场进行了大量的试验。库珀的工程师们为 Weather-

Master XGR 子午线轮胎具有优异的牵引性能而欢欣鼓舞。这种轮胎的胎面胶中含有特殊的颗粒添加剂,它形成了附加的抓地边缘,从而有助于提高牵引性能,这种添加剂对于提高冰路上的牵引性能尤为有效。Weather-Master XGR 在整个使用寿命期内都具有这种优异的牵引性能。

高密度的刀槽花纹提高了胎面花纹的柔韧性,有利于在冰、雪和湿路上的牵引性。此外,曲折的刀槽花纹形状也提高了抓地边缘的效率。无向胎面花纹可使轮胎在使用期内进行交叉换位,通过减小胎面磨损量的差别延长了轮胎的使用寿命。

这种轮胎为 Q 速度级子午线轮胎,目前出售的有 60,65 和 70 系列产品。

(萧 仪摘译)