

影响轿车子午线轮胎静态径向刚度的因素

贺海留, 刘欣然

(北京橡胶工业研究设计院, 北京 100039)

摘要:在振动试验机上测试轿车子午线轮胎的静态径向刚度。研究气压和结构参数(带束层宽度、0°冠带层层数和胎面胶厚度)对轿车子午线轮胎静态径向刚度的影响。结果表明, 轮胎的径向刚度随气压的升高而增大, 轮胎结构的变化对径向刚度影响不大。

关键词:轿车子午线轮胎; 径向刚度; 气压; 结构参数

中图分类号:U463.341⁺.6; TQ330.7 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-8171(2004)06-0359-04

轮胎的径向刚度是轮胎基本力学参数之一, 在研究轮胎垂直振动及车辆行驶的舒适性时具有重要意义。本工作研究了影响轿车子午线轮胎静态径向刚度的因素。轮胎静态径向刚度通常指单位下沉量所需的径向力, 本研究中指单位下沉量所需的单位印痕长度上的径向力。

1 实验

1.1 试验轮胎

(1)原结构参数轮胎

本试验选用 205/70R14 轮胎为研究对象。其主要结构参数如下:胎体为 2 层人造丝帘布;带束层为 2 层钢丝帘布,带束层帘线与胎面中心线的夹角为 18°;带束层与胎面胶之间有一层 0°锦纶冠带层。胎面宽度为 145 mm,0°冠带层宽度为 140 mm,带束层的第 1 层宽度为 135 mm,第 2 层宽度为 120 mm。胎面胶厚度为 8.7 mm。

(2)结构参数正交设计的轮胎

以带束层宽度、0°冠带层层数和胎面胶厚度 3 个因素进行正交设计和单因素变化设计,得到如表 1 所示的 13 个方案共 25 条试验轮胎。

1.2 试验仪器

本试验所用仪器为日本鹭宫制造所的 EVH-20-100-10 型振动试验机。

1.3 试验方法

振动试验机的工作原理如图1所示。测试轮胎

表 1 试验轮胎结构参数

轮胎编号 (方案号)	变化因素		
	带束层宽度/mm	0°冠带层层数	胎面胶厚度/mm
1,2(1)	115/100	0	8.0
3,4(2)	115/100	1	8.7
5,6(3)	115/100	2	9.9
7,8(4)	145/130	0	8.7
9,10(5)	145/130	1	9.9
11,12(6)	145/130	2	8.0
13,14(7)	135/120	0	9.9
15,16(8)	135/120	1	8.0
17,18(9)	135/120	2	8.7
19,20(10)	145/130	1	8.7
21,22(11)	135/120	0	8.7
23,24(12)	135/120	1	9.9
25(13)	135/120	1	8.7

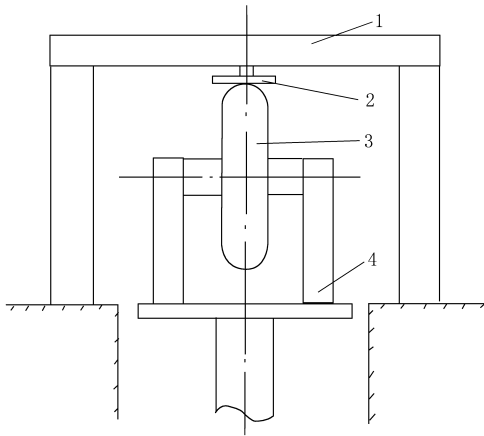


图 1 振动试验机工作原理示意

1—框架;2—传感器;3—轮胎;4—振动台。

径向刚度时,由振动台向轮胎施加频率为 0.05 Hz 的三角波振动,瞬时径向位移(下沉量)和径向

作者简介:贺海留(1964-),男,河南武陟县人,北京橡胶工业研究设计院高级工程师,工学硕士,主要从事技术研究与管理工

力通过传感器收集并由计算机采集。由于施加振动的频率很小,因此整个过程中轮胎的径向载荷可以近似为静载荷。同时,超低频振动加载比手动加载均匀,提高了测试精度。

2 结果与讨论

2.1 不同气压时轮胎的单位长径向刚度变化

气压分别为 100,200,240,310,340 和 370 kPa 时 25 号轮胎径向力、单位长径向力与下沉量的对应值如表 2 所示。25 号轮胎下沉量-径向力关系曲线如图 2 所示。气压为 240 kPa 时 25 号

轮胎单位长径向力-下沉量关系曲线如图 3 所示。

由图 2 可知,不同气压时,轮胎的下沉量-径向力均呈现较好的线性关系,且随着气压的升高,轮胎径向刚度增大。由图 3 可以看出,轮胎单位长径向力-下沉量的关系为一条曲线,但为方便计算,近似为一条直线进行最小二乘法一次曲线拟合,得到 240 kPa 气压下的单位长径向力对下沉量的回归方程。用相同方法可得到 25 号轮胎不同气压下单位长径向力-下沉量的回归方程如下:

气压/kPa	回归方程
100	$F=323\ 072.3z+8\ 899.6$

表 2 不同气压下 25 号轮胎径向力、单位长径向力与下沉量的关系

项 目	径向力/N					
	1 000	2 000	3 000	4 000	5 000	6 000
100 kPa 气压下						
单位长径向力/(N·m ⁻¹)	11 111	15 500	18 181	20 408	22 026	23 346
下沉量/mm	10.51	18.77	25.98	33.53	40.70	47.49
200 kPa 气压下						
单位长径向力/(N·m ⁻¹)	15 625	22 222	25 641	29 411	32 258	34 682
下沉量/mm	6.59	11.72	16.72	21.07	25.73	30.11
240 kPa 气压下						
单位长径向力/(N·m ⁻¹)	16 129	23 669	28 571	32 787	35 714	38 217
下沉量/mm	5.84	10.23	14.40	18.38	22.34	26.32
310 kPa 气压下						
单位长径向力/(N·m ⁻¹)	17 544	26 316	32 609	36 364	40 650	43 478
下沉量/mm	4.69	8.42	11.78	15.11	18.47	21.63
340 kPa 气压下						
单位长径向力/(N·m ⁻¹)	18 519	27 027	32 967	37 383	41 667	45 977
下沉量/mm	4.35	7.76	11.06	14.33	17.29	20.37
370 kPa 气压下						
单位长径向力/(N·m ⁻¹)	18 868	27 397	33 333	37 736	42 735	46 154
下沉量/mm	4.64	7.95	10.94	14.14	17.02	20.00

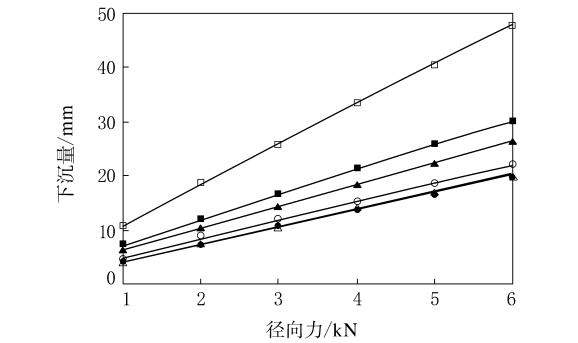


图 2 不同气压下 25 号轮胎的下沉量-径向力关系曲线
气压(kPa): □—100; ■—200; ▲—240;
○—310; △—340; ●—370。

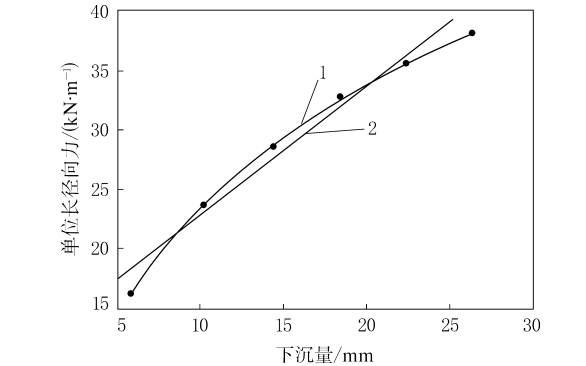


图 3 气压为 240 kPa 时 25 号轮胎单位长
径向力-下沉量的关系曲线
1—实际曲线; 2—拟合直线。

200

$F=788\,712.5z+11\,965.6$

240

$F=1\,060\,356z+11\,948.6$

310

$F=1\,498\,975z+12\,815.0$

340

$F=1\,662\,288z+13\,100.0$

370

$F=1\,746\,801z+12\,631.0$

其中, F 为单位长径向力,是径向力与印痕长度的比,单位为 $\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$; z 为下沉量,单位为 m , z 的系数即为该气压下轮胎的单位长径向刚度。

单位长径向刚度-气压的关系如图 4 所示。由图 4 可知,单位长径向刚度与气压有近似线性的关系。通过最小二乘法进行一次曲线拟合,得到 25 号轮胎单位长径向刚度对气压的回归方程。

2.2 轮胎结构参数对单位长径向刚度的影响

采用与 25 号轮胎相同的处理方法对其它轮胎的试验数据进行处理,得到各轮胎的单位长径

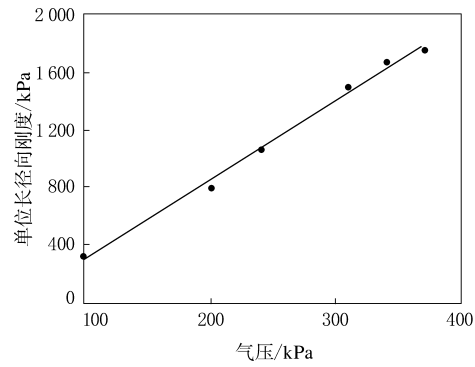


图 4 25 号轮胎的单位长径向刚度-气压关系曲线

向刚度(C_r)对气压(p)的回归方程如下:

轮胎编号	单位长径向刚度回归方程
1,2	$C_r=5.243\,137p-246\,613.1$
3,4	$C_r=5.361\,549p-234\,512.5$
5	$C_r=5.518\,137p-255\,682.4$
6	$C_r=5.401\,654p-236\,331.5$
7,8	$C_r=5.329\,632p-249\,517.6$
9,10	$C_r=5.762\,033p-312\,299.7$
11,12	$C_r=5.206\,957p-235\,378.1$
13,14	$C_r=5.348\,987p-245\,448.8$
15,16	$C_r=5.177\,361p-237\,928.6$
17	$C_r=5.279\,138p-232\,613.9$
18	$C_r=5.217\,270p-234\,119.6$
19,20	$C_r=5.248\,167p-234\,795.9$
21,22	$C_r=5.348\,652p-268\,564.4$
23,24	$C_r=5.451\,935p-232\,039.0$
25	$C_r=5.530\,796p-257\,972.2$

由以上回归方程可知,当气压为零时,轮胎的单位长径向刚度为负值,这与事实不符。因为胎体本身具有一定的承载能力,气压为零时,刚度应为正值。其产生的原因是单位长径向力与下沉量的关系为曲线,将其拟合为直线时产生了误差。说明拟合等式适宜于内压较高且精度要求不高的情况。

各方案轮胎的单位长径向刚度如表3所示。

表 3 各轮胎不同气压下的单位长径向刚度

kPa

轮胎编号	气压/kPa					
	100	200	240	310	340	370
1,2	300.379 9	754.906 9	1 009.845	1 399.310	1 566.139	1 669.095
3,4	328.942 8	787.739 1	1 040.595	1 462.764	1 606.505	1 730.391
5	322.136 8	782.770 2	1 056.854	1 537.301	1 642.231	1 732.906
6	332.794 4	789.104 5	1 047.541	1 469.750	1 641.800	1 727.606
7,8	324.031 6	765.548	1 018.553	1 373.518	1 591.515	1 743.894
9,10	337.177 2	726.795	1 042.452	1 510.335	1 678.562	1 693.749
11,12	305.237 3	750.352 7	1 015.983	1 417.776	1 585.804	1 635.436
13,14	322.304 9	773.800 6	1 012.806	1 437.918	1 624.093	1 700.803
15,16	311.256 8	733.365 2	999.069 1	1 391.406	1 578.454	1 635.567
17	319.124 5	760.292 5	1 047.263	1 445.563	1 565.295	1 702.232
18	315.239 2	755.249 1	1 003.392	1 423.892	1 579.645	1 656.808
19,20	318.610 5	767.750 7	1 011.502	1 409.755	1 581.348	1 689.405
21,22	299.790 3	747.097 6	1 000.008	1 411.459	1 576.541	1 697.620
23,24	340.774 3	794.906 6	1 072.745	1 499.815	1 664.995	1 739.555
25	323.072 3	788.712 5	1 060.356	1 498.956	1 662.288	1 746.801

由表3可以看出,不同结构轮胎的单位长径向刚度相差较小。这一结果与酒井秀男^[1]的结论一致,即轮胎的径向刚度主要由气压决定,胎冠处的结构起较小作用。

为了检验试验的再现性,对两条同一结构参数轮胎分别试验。由表3可以看出,3号方案同一结构参数的5和6号轮胎及9号方案的17和18号轮胎的试验结果相近,说明试验的再现性良好。

有研究^[2]表明,9号方案的17和18号轮胎在均匀性及带束层偏歪上相差较大,说明轮胎的制造工艺精度对轮胎的静力学性能影响不大。

3 结语

在振动试验机上测试了轿车子午线轮胎的静态径向刚度,通过最小二乘法直线拟合得到径向刚度与气压的关系式。结果表明,径向刚度随气压的升高而增大,轮胎结构参数对径向刚度影响不大。

参考文献:

- [1] 酒井秀男. クィヤ工学[M]. 东京:株式会社グラソプリ, 1987. 100-101.
- [2] 贺海留. 结构参数对轿车子午线轮胎高速性能的影响[J]. 橡胶工业, 1993, 40(8): 468-472.

收稿日期: 2003-12-23

Effective factors on static radial stiffness of PCR tire

HE Hai-liu, LIU Xin-ran

(Beijing Research and Design Institute of Rubber Industry, Beijing 100039, China)

Abstract: The static radial stiffness of PCR tire was measured with a vibration tester. The effect of the inflation pressure and the construction parameters (belt width, crown ply number and tread gauge) on the static radial stiffness was investigated. The results showed that the static radial stiffness increased with the inflation pressure, and the changes of the studied tire construction parameters had little effect on the static radial stiffness.

Keywords: PCR tire; radial stiffness; inflation pressure; construction parameter

大陆推出新型收割机轮胎

中图分类号: TQ336.1 文献标识码: D

英国《轮胎与配件》2004年3期78页报道:

大陆公司推出了其新型SVT(超大体积轮胎)系列轮胎,其中包括大陆迄今制造的最大的900/60R32农业轮胎。

超大体积轮胎是体积比标准轮胎大的轮胎。在SVT系列中,900/60R32是专为在犁沟里行驶的收割机和拖拉机设计的。与标准轮胎相比,SVT接地压力较小,可以使土壤保持更多孔隙,从而能吸收更多水分,更有利于作物生长。

这种新型轮胎加大了轮胎宽度,减小了轮辋直径,同时保持轮胎外直径不变,从而增大了轮胎体积,因此这种轮胎可以在比较低的充气压力下承受较高的负荷。

900/60R32的质量为325 kg,在0.24 MPa气压和40 km时速下的承荷能力为7 100 kg。在田间作业时单胎载荷能力可达12 600 kg,但此时气压应调至0.31 MPa。

轮胎胎面胶是直接挤出到胎坯上的,而且使用的是最耐磨的胶料。轮胎胎面花纹块间的优化设计可防止玉米秆之类异物粘到轮胎上给轮胎造成损伤。胎圈使用六角形钢丝圈解决了一方面容易装配、另一方面在周向力矩作用下容易从轮辋上滑脱的矛盾。

目前超大体积轮胎的规格有900/60R32(驱动轴)和500/85R24(转向轴),不久还将生产其它规格。

(涂学忠摘译)