

# 轮胎的承载能力分析

俞 淇<sup>1</sup>, 丁剑平<sup>1</sup>, 姚钟尧<sup>1</sup>, 傅建华<sup>2</sup>, 赵婉媚<sup>2</sup>

(1. 华南理工大学 高分子系, 广东 广州 510640; 2. 广州珠江轮胎有限公司, 广东 花都 510828)

**摘要:** 讨论了轮胎的静负荷性能, 用试验数据分析了轮胎的气压与负荷对其下沉率、接地面积、硬度因数、接地因数以及接地压力分布的影响, 采用回归方程分析了轮胎的气压-负荷-下沉率三者之间的关系。试验结果表明, 轮胎承载能力主要受下沉率的制约, 同时也受硬度因数、接地因数等性能的影响, 只有做到气压-负荷-下沉率之间的合理匹配, 才能保证轮胎的使用性能和寿命。

**关键词:** 轮胎; 下沉率; 硬度因数; 接地因数; 接地压力

**中图分类号:** TQ330.1+2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-8171(2000)11-0653-08

充气轮胎的承载性能是车辆对轮胎要求的基本功能之一, 对轮胎承受负荷的要求也是很苛刻的。例如, 9.00-20 14PR 在标准气压下单胎的负荷为 2 575 kg, 而一条 9.00-20 轮胎本身的质量只有 38 kg 左右, 轮胎的承载要超过自身质量的 67.7 倍, 由此可见, 轮胎要承担多么沉重的载荷。

在目前市场激烈竞争的形势下, 车辆的超载已成为运输部门提高效益的得力措施, 特别是个体运输户为了多赚钱, 使车辆处于严重超载状态。据调查, 一般载质量为 5 t 的车经加固改装后装载货物达 10~12 t, 实际总载质量为 18 t(包括加固物 1 t); 载质量为 8 t 的车经加固改装后装载货物达 20 t, 实际总载质量为 30 t(包括加固物 2 t)<sup>[1]</sup>, 这样严重的超载必然引起轮胎的提前损坏, 常见的问题有肩空、肩裂甚至爆破等, 不但降低了轮胎的行驶里程, 缩短了公路的使用寿命, 还会酿成交通事故。

众所周知, 轮胎分不同规格, 同一规格中又分若干层级, 以便满足车辆对负荷的需要, 故车辆必须按额定负荷来选择轮胎。据资料报道, 当轮胎负荷超过 20% 时, 其行驶里程降低 35% 以上; 负荷超过 50% 时, 其行驶里程降低

60% 以上; 负荷超过 100% 时, 其行驶里程降低 80% 以上<sup>[2]</sup>。当前难以控制的车辆超载局面使轮胎厂的退赔率猛增, 严重损害了企业的经济效益, 对全国轮胎工业发展也极为不利。为此, 华南理工大学与广州珠江轮胎有限公司一起研究了载重轮胎的承载性能, 从中可以了解到如何合理地发挥轮胎的承载能力。

## 1 轮胎的静负荷性能

轮胎的静负荷性能是指在规定的轮辋和充气压力条件下, 静止轮胎在垂直负荷作用下, 负荷与轮胎变形的关系, 它反映轮胎承受负荷的能力。一般认为轮胎的负荷由两部分承担, 一部分由气压承担, 另一部分由轮胎本身承受<sup>[3]</sup>。

轮胎在承受负荷时不仅发生法向(径向)变形, 同时还产生横向和周向变形。轮胎的静负荷性能包括轮胎的法向变形(下沉量或下沉率)、负荷下的断面宽、接地面积、接地长轴和接地短轴以及由此确定的硬度因数和接地因数等。为了了解充气轮胎的承载能力, 必须研究气压与负荷对它们的影响。

### 1.1 下沉量与下沉率

轮胎的下沉量体现轮胎的径向弹性特征, 是轮胎使用性能中的重要参数之一。为了使不同的充气轮胎外缘尺寸有可比性, 常采用下沉率来对比。若下沉率过小, 表示轮胎的弹性作

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(59573003)

作者简介: 俞淇(1934-), 女, 江苏苏州人, 华南理工大学教授, 主要从事轮胎结构与力学性能的教学与研究工作。

用发挥不好,影响乘坐舒适性;若下沉率过大,则说明轮胎在大变形下工作,会缩短轮胎的使用寿命,因此,对各种类型的轮胎均要选择最佳的下沉率。

下面列举 12.00 - 20 18PR 轮胎(A 方案)在标准气压下不同负荷对下沉率的影响。试验负荷共分 4 档,即 1.0,1.5,2.0 和 2.5 倍负荷(将标准负荷 36.55 kN 称为 1 倍负荷),则对应的下沉率分别为 11.29%,15.21%,19.70%和 24.20%。可以看出,当超载到 2.5 倍时,下沉率增大到 24.20%,超出标准负荷的 1 倍多,如果轮胎在这样的状态下行驶,确实无法保证质量和寿命。

为了提高轮胎的承载能力,常采用增强胎体帘布层、改进关键部位的材料性能和结构设计等措施,以达到在同气压、同负荷下减小下沉率的目的。表 1 为 3 个方案样胎在标准气压下不同负荷对下沉率的影响。

表 1 3 个方案样胎在标准气压下不同负荷对应的下沉率 %

轮胎方案	负荷倍数			
	1.0	1.5	2.0	2.5
A	11.29	15.21	19.70	24.20
B	11.19	15.40*	18.70	22.58
C	10.50	14.40	18.40	22.30

注:A、B 和 C 方案指同一规格轮胎在材料性能、胎体帘布层数及结构设计等方面不同;\* 试验误差所致。

从表 1 可以看出,B 和 C 方案在各档负荷下的下沉率均比 A 方案小,C 方案尤为明显,减小下沉率 1~2 个百分点,在高负荷区更为显著。

### 1.2 接地面积

当轮胎荷载增加时,另一个比较敏感且易发生变化的性能是接地面积。它随负荷的增加而迅速增大,随气压的增加而逐渐减小。表 2 所示为 12.00 - 20 18PR C 方案样胎在两种负荷下气压与接地面积的变化关系。

从表 2 可以看出,当气压由 810 kPa(标准气压)增至 1 160 kPa 时,接地面积减小率在 1 倍负荷下为 16.5%;2 倍负荷下为 12.1%,但当负荷从 1 倍增至 2 倍时,无论哪档气压接地

表 2 12.00 - 20 18PR C 方案样胎在两种负荷下不同气压对应的接地面积  $\text{cm}^2$

负荷	气压/kPa						
	810	860	910	960	1 010	1 060	1 160
1 倍	598.2	586.2	591.9	544.2	535.5	516.5	499.2
2 倍	875.2	866.7	837.7	820.0	799.0	788.9	769.4

面积都增大很多,增长率范围为 46%~52%,看来采用增大气压的手段来对付那种成倍超载行为也是无能为力的。

不同方案样胎在 2 倍负荷下气压与接地面积的变化关系见表 3。

从表 3 可以看出,B 和 C 方案样胎在 2 倍负荷下不同气压对应的接地面积均小于 A 方案。

表 3 3 个方案样胎在 2 倍负荷下不同气压对应的接地面积  $\text{cm}^2$

轮胎方案	气压/kPa			
	810	960	1 060	1 160
A	912.3	856.3	825.0	794.5
B	861.2	818.9	760.0	730.7
C	875.2	832.7	788.9	769.9

### 1.3 硬度因数

由于轮胎结构参数和材料的不同(如行驶面宽度、弧度以及骨架材料等)往往会引起接地面积的差异。为了更确切地表达轮胎的承载性能,应建立接地面积、气压与负荷之间的关系。硬度因数定义为负荷/(接地面积  $\times$  气压)。在规定的轮辋条件下,硬度因数可用来评价轮胎的承载能力,并可分以下 3 种情况来讨论。

(1) 当硬度因数等于 1 时,说明轮胎的气压刚好承担了全部负荷;

(2) 当硬度因数小于 1 时,表明轮胎的气压用来承担全部负荷还有剩余;

(3) 当硬度因数大于 1 时,表明轮胎的气压不能承担全部负荷,部分负荷要由轮胎本身的材料来承担。

12.00 - 20 18PR C 方案样胎在两种负荷(1 和 2 倍)下气压对硬度因数的影响如表 4 所示。从表 4 可以看出,随气压的增大,硬度因数逐步减小。另外,在 1 倍负荷(标准负荷)下各档气压的硬度因数均小于 1,当负荷增大到 2 倍时,标准气压的硬度因数大于 1。说明该气

压已不能承担全部的负荷,继续增大气压,硬度因数降至小于 1,这表明轮胎的负荷可以主要靠气压来承担了。

两个方案样胎在 2 倍负荷下不同气压对应的硬度因数如表 5 所示。从表 5 可见,在标准气压下两样胎都不能靠气压承担全部负荷,数据表明,C 方案样胎各档气压下的硬度因数均小于 B 方案样胎,说明 C 方案样胎在承受负荷时比 B 方案样胎更多地发挥气压的作用。

表 4 12.00 - 20 18PR C 方案样胎在两种负荷和不同气压下的硬度因数

负 荷	气压/ kPa						
	810	860	910	960	1 010	1 060	1 160
1 倍	0.770	0.725	0.702	0.700	0.676	0.668	0.631
2 倍	1.031	0.981	0.959	0.915	0.906	0.906	0.819

表 5 两个方案样胎在 2 倍负荷和不同气压下的硬度因数

轮胎方案	气压/ kPa			
	810	960	1 060	1 160
B	1.07	0.95	0.93	0.88
C	1.03	0.92	0.87	0.82

1.4 接地因数

接地因数是轮胎接地面积中长轴与短轴之比,表示轮胎承担负荷时所发生的周向和横向变形的情况。当轮胎承受高载荷时往往长轴的变化很大,而短轴的变化不大,这样会使长、短轴之比——接地因数产生明显的变化。因此,接地因数也可作为分析轮胎承载能力的参数。表 6 所示为 12.00 - 20 18PR C 方案样胎在两种负荷和不同气压下的接地因数。

从表 6 可以看出,在两种负荷下接地因数均随气压增大而减小。当负荷增大到 2 倍时,各档气压的接地因数均比 1 倍标准负荷增大 26% ~ 30%。

表 6 12.00 - 20 18PR C 方案样胎在两种负荷和不同气压下的接地因数

负 荷	气压/ kPa						
	810	860	910	960	1 010	1 060	1 160
1 倍	1.241	1.224	1.220	1.159	1.155	1.138	1.112
2 倍	1.585	1.567	1.539	1.508	1.485	1.469	1.448

12.00 - 20 18PR 三个方案样胎在两种负荷和不同气压下的接地因数对比数据如表 7 所示。从表 7 可以看出,C 方案样胎在各种负荷和气压下的接地因数均小于 A 和 B 方案样胎,这说明 C 方案提高了轮胎的承载性能,随着气压的增大接地因数逐渐减小,但当成倍地增加负荷时,接地因数便会迅速增大,远远超过气压和轮胎结构、材料对它的影响。

表 7 3 个方案样胎在两种负荷和不同气压下的接地因数

项 目	气压/ kPa			
	810	960	1 060	1 160
1 倍负荷				
A	—	—	—	—
B	1.317	1.242	1.200	1.191
C	1.241	1.159	1.138	1.112
2 倍负荷				
A	1.712	1.659	1.620	1.560
B	1.678	1.635	1.561	1.526
C	1.585	1.508	1.469	1.448

2 轮胎的负荷特性

分析轮胎的负荷特性就是分析轮胎的气压、负荷与下沉率(下沉量)之间的关系,这三者是影响轮胎使用寿命的直接因素。为了在车辆超载时尽可能合理使用轮胎,必须了解和处理好这三者之间的关系。先分别观察轮胎气压-负荷、轮胎负荷-下沉率的关系,然后分析气压、负荷和下沉率三者之间的影响关系。

2.1 相同下沉率下的气压-负荷关系

通过试验测得在不同下沉率下气压-负荷关系的若干组数据,根据试验数据采用一元线性回归分析法拟合相同下沉率下气压-负荷的线性方程以及其它有关的数理统计结果。表 8 示出了 12.00 - 20 18PR 三个方案样胎在相同下沉率下气压-负荷关系的一元线性回归方程。

一元线性数学模型公式为:

$$Y = b_0 + b_1 X$$

式中 Y —— 负荷, kN;

X —— 气压, kPa。

表8 三个方案样胎在同一下沉率下气压-  
负荷关系的一元线性回归方程

下沉率/ %	轮胎 方案	$b_0$	$b_1$	剩余标准 离差	相关因数 $R(N-2)$
11	A	12.681	0.027	0.770	0.985 4
	B	15.147	0.028	0.582	0.992 5
	C	12.535	0.032	1.390	0.971 2
12	A	13.514	0.031	0.934	0.983 6
	B	16.744	0.032	0.550	0.994 6
	C	15.773	0.034	1.130	0.980 3
13	A	14.310	0.035	0.888	0.988 2
	B	22.123	0.032	1.090	0.979 7
	C	16.215	0.039	1.220	0.982 3
14	A	15.925	0.040	0.930	0.990 0
	B	23.857	0.036	1.045	0.984 7
	C	17.497	0.043	1.240	0.984 9
15	A	16.000	0.044	1.050	0.989 8
	B	25.405	0.039	0.991	0.988 5
	C	18.850	0.047	1.320	0.985 8
16	A	17.298	0.048	1.080	0.990 7
	B	26.683	0.043	0.890	0.992 2
	C	20.120	0.051	1.400	0.986 4
17	A	17.736	0.052	1.214	0.990 2
	B	27.178	0.048	0.819	0.994 6
	C	21.122	0.055	1.370	0.988 8
18	A	29.137	0.046	1.790	0.973 6
	B	26.867	0.053	0.826	0.993 0
	C	22.136	0.059	1.420	0.989 5

注:  $N$  为试验样本数, 可作为衡量预报精度的标志。

$b_0$  ——常数项, 反映了所设定的自变量  
之外的其它不确定因素的影响;

$b_1$  ——回归因数, 表示  $X$  对  $Y$  的影响。

拟合试验数据得到回归方程的目的是为了  
能定量地说明变量之间的关系, 并可对其进行  
预测和控制。在下沉率为 14% 和 16% 时各气  
压下的负荷预测值如表 9 所示。

从表 9 中的负荷预测值可知, 3 个方案样  
胎维持 14% 下沉率, 即使气压高达 1 160 kPa  
也不能承担 2 倍负荷 (73.1 kN); 下沉率为  
16%、气压为 1 060 kPa 时, 只有 C 方案能承担  
2 倍负荷, B 方案可勉强承担, 而 A 方案仍然不  
能承担 2 倍负荷。由此可见, 单纯依靠提高气  
压来成倍超载使用轮胎是不合理的。

## 2.2 等气压下的负荷-下沉率关系

试验测得等气压下负荷-下沉率关系的若  
干组数据, 同样采用一元线性回归分析拟合建  
立等气压下负荷-下沉率的线性方程以及其它

表9 在两种下沉率和典型气压  
下的负荷预测值

下沉率/ %	$X$ / kPa	轮胎 方案	$F$ / kN	$F$ 的范 围/ kN
14	810	A	48.33	46.47 ~ 50.19
		B	52.93	50.84 ~ 55.02
		C	52.25	49.77 ~ 54.73
14	1 110	A	60.33	58.47 ~ 62.19
		B	63.70	61.60 ~ 65.79
		C	65.12	62.64 ~ 67.60
14	1 160	A	62.33	60.47 ~ 64.19
		B	65.48	63.40 ~ 67.58
		C	67.26	64.78 ~ 69.74
16	810	A	56.10	53.94 ~ 58.26
		B	61.68	59.90 ~ 63.45
		C	61.43	58.63 ~ 64.23
16	960	A	63.28	61.12 ~ 65.44
		B	68.16	66.38 ~ 69.93
		C	69.08	66.28 ~ 71.88
16	1 060	A	68.07	65.91 ~ 70.23
		B	72.48	70.70 ~ 74.25
		C	74.18	71.38 ~ 76.98
16	1 160	A	72.70	70.70 ~ 75.02
		B	76.80	75.02 ~ 78.57
		C	79.28	76.48 ~ 82.08

注:  $F$  为负荷预测值。

有关的数理统计结果。12.00 - 20 18PR 三个  
方案样胎的 8 组等气压下负荷-下沉率关系  
的一元线性回归方程如表 10 所示。

一元线性数学模型为:

$$Y_0 = b_0 + b_1 X_0$$

式中  $Y_0$  ——下沉率, %;

$X_0$  ——负荷, kN。

应用表 10 的回归方程预测等气压下一些  
典型负荷对应的下沉率, 结果见表 11。从表 11  
可知, 下沉率预测值在标准气压和负荷下, A 方  
案样胎最大, 为 11.40%, C 方案样胎最小, 为  
10.29%。而在标准气压和 2 倍或 2.5 倍负荷  
下, B 方案样胎的下沉率最小, 分别为 18.25%  
和 19.37%。当气压增大到 960 和 1 060 kPa  
时, 无论在 2 倍还是 2.5 倍负荷下 C 方案样胎  
的下沉率为最小。这正好说明 C 方案样胎的  
承载能力是发挥了气压的作用。

## 2.3 气压-负荷-下沉率三者的相关性

试验数据可反映出各方案样胎的气压-负  
荷-下沉率三者间有相关性。设气压和负荷为

表 10 3 个方案样胎在等气压下负荷-下沉率关系的一元线性回归方程

气压/ kPa	轮胎方案	$b_0$	$b_1$	剩余标准 离差	相关因数 $R(N-2)$
710	A	3.653	0.239	0.259	0.995 2
	B	2.105	0.248	0.046	0.999 9
	C	2.428	0.249	0.010	1.000 0
810	A	3.582	0.214	0.252	0.995 4
	B	2.748	0.212	0.329	0.993 7
	C	2.376	0.218	0.070	0.999 7
910	A	3.260	0.209	0.086	0.999 5
	B	2.308	0.209	0.072	0.999 7
	C	2.472	0.205	0.080	0.999 5
960	A	3.148	0.205	0.117	0.999 0
	B	2.158	0.203	0.057	0.999 8
	C	2.164	0.195	0.030	0.999 9
1 010	A	3.181	0.194	0.098	0.999 3
	B	2.448	0.193	0.016	1.000 0
	C	2.469	0.187	0.020	1.000 0
1 060	A	2.264	0.189	0.098	0.999 3
	B	2.264	0.191	0.031	0.999 9
	C	2.914	0.177	0.010	1.000 0
1 110	A	3.321	0.183	0.071	0.999 6
	B	2.448	0.180	0.024	1.000 0
	C	2.938	0.171	0.010	1.000 0
1 160	A	3.290	0.171	0.079	0.999 6
	B	2.597	0.176	0.019	1.000 0
	C	2.557	0.172	0.050	0.999 8

注:同表 8。

自变量  $X_1$  和  $X_2$ , 下沉率为因变量  $Y_2$ , 用二元线性回归分析法拟合气压-负荷-下沉率三者的试验数据, 用数理统计方法确证气压-负荷-下沉率三者的相互关系<sup>[3]</sup>, 回归分析的结果见表 12。

二元线性数学模型为:

$$Y_2 = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2$$

式中  $Y_2$  ——下沉率, %;

$X_1$  ——气压, kPa;

$X_2$  ——负荷, kN。

应用表 12 的回归方程预测一些典型气压和负荷下的下沉率见表 13。

从表 13 可以看出, 在标准气压和负荷下 A 方案样胎下沉率最大, 为 11.84%, 而 B 和 C 方案样胎下沉率约 11%。在气压为 1 060~1 160 kPa 和 2 倍负荷下, C 方案样胎的下沉率最小, 分别为 15.88% 和 14.97%。这说明 C 方

表 11 在 3 档气压和一些典型负荷下的下沉率预测值

气压/ kPa	$X_0$ /kN	轮胎 方案	$Y_0$ /%	$Y_0$ 的范 围/ %
810	36.55	A	11.40	10.90 $Y_0$ 11.91
		B	10.50	9.84 $Y_0$ 11.15
		C	10.29	10.20 $Y_0$ 10.48
810	73.11	A	19.23	18.72 $Y_0$ 19.73
		B	18.25	17.59 $Y_0$ 18.91
		C	18.31	18.17 $Y_0$ 18.45
810	91.38	A	23.14	21.15 $Y_0$ 25.13
		B	19.37	18.71 $Y_0$ 20.03
		C	22.29	22.15 $Y_0$ 22.43
960	36.55	A	10.64	10.41 $Y_0$ 10.87
		B	9.58	9.46 $Y_0$ 9.69
		C	9.29	9.23 $Y_0$ 9.35
960	73.11	A	18.14	17.90 $Y_0$ 18.37
		B	17.00	16.89 $Y_0$ 17.11
		C	16.41	16.35 $Y_0$ 16.47
960	91.38	A	21.88	21.65 $Y_0$ 22.11
		B	20.71	20.59 $Y_0$ 20.82
		C	19.97	19.91 $Y_0$ 20.03
1 060	36.55	A	10.29	10.10 $Y_0$ 10.49
		B	9.25	9.18 $Y_0$ 9.31
		C	9.41	9.37 $Y_0$ 9.45
1 060	73.11	A	17.19	17.00 $Y_0$ 17.39
		B	16.22	16.17 $Y_0$ 16.29
		C	15.91	15.87 $Y_0$ 15.95
1 060	91.38	A	20.64	20.44 $Y_0$ 20.84
		B	19.72	19.66 $Y_0$ 19.78
		C	19.15	19.11 $Y_0$ 19.19

注:  $Y_0$  为下沉率预测值。

表 12 3 个方案样胎下沉率与气压、负荷关系的二元线性回归方程及显著性检验

轮胎 方案	$b_0$	$b_1$	$b_2$	$f_1, f_2$
A	11.61	-0.008	0.196 0	0.32 2,61
B	10.121	-0.008	0.199 5	0.30 2,66
C	11.449	-0.009	0.192 6	0.37 2,67

轮胎 方案	$F(f_1, f_2)$	$t_1$	$t_2$	方程显著性	因数显著性
A	1 634.9	25.417	57.182	显著	两因数显著
B	2 441.466	29.407	69.636	显著	两因数显著
C	1 567.327	25.714	55.960	显著	两因数显著

轮胎 方案	临界值 = 0.01
A	$F(2,61) = 4.98, t(61) = 2.660$
B	$F(2,66) = 4.95, t(66) = 2.660$
C	$F(2,67) = 4.95, t(67) = 2.660$

注:  $f_1$  和  $f_2$  分别是回归和剩余自由度;  $F(f_1, f_2)$  是一个与自由度有关的数理统计值, 作用像相关因数  $R$ , 在回归分析中用于检验回归方程的显著性;  $t_1$  和  $t_2$  是检验回归因数是否显著的数理统计值, 与自由度有关。

表 13 一些典型气压和负荷下的下沉率预测值

$X_1$ /kPa	$X_2$ /kN	轮胎方案	$Y_2$ /%	$Y_2$ 的范围/%
810	36.55	A	11.84	11.12 $Y_2$ 12.48
		B	10.91	10.32 $Y_2$ 11.51
		C	11.12	10.38 $Y_2$ 11.86
810	73.11	A	19.01	18.37 $Y_2$ 19.65
		B	18.19	17.60 $Y_2$ 18.70
		C	18.16	17.42 $Y_2$ 18.90
960	73.11	A	17.81	17.17 $Y_2$ 18.45
		B	16.99	16.40 $Y_2$ 17.58
		C	16.79	16.05 $Y_2$ 17.53
1 060	73.11	A	17.01	16.37 $Y_2$ 17.65
		B	16.19	15.60 $Y_2$ 16.78
		C	15.88	15.14 $Y_2$ 16.62
1 160	73.11	A	16.21	15.57 $Y_2$ 16.85
		B	15.39	14.80 $Y_2$ 15.98
		C	14.97	14.23 $Y_2$ 15.71

注： $Y_2$  为下沉率的预测值。

案样胎的气压对降低下沉率的影响较大。

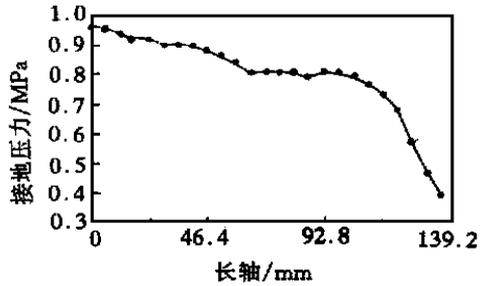
### 3 轮胎的接地压力

当轮胎负荷增大时,不仅接地面积会发生变化,而且在接地面中的压力分布也会发生变化。

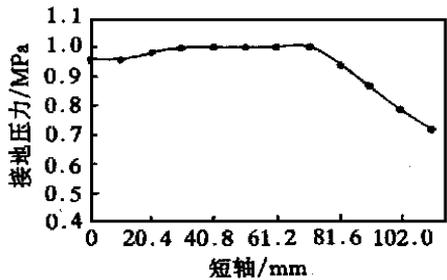
#### 3.1 标准气压下负荷对接地压力分布的影响

12.00 - 20 18PR C 方案样胎在标准气压和负荷下的压力分布情况如图 1 所示。由图 1 (a) 可见,沿长轴方向压力分布在接地中心处压力最大,约 0.96 MPa,逐渐向接地边沿下降至 0.4 MPa;由图 1 (b) 可见,沿短轴方向的压力分布从接地中心到胎肩变化不大,约 0.9 ~ 1.0 MPa 之间,只有到胎肩边缘处压力有所下降,约为 0.7 MPa。

当负荷增大到 2 倍(73.10 kN)时,接地面中的压力分布状况发生变化,见图 2。沿长轴方向的压力分布趋势与标准负荷时接近,仍是从接地中心向边缘减小,但各部位的接地压力值增大,中心压力值增至 1.02 MPa,同时长轴的长度也增加,见图 2 (a);沿短轴方向的压力分布变化较大,特别在接地边缘处,接地压力明显增大(1.4 MPa),大大超过接地中心处压力,如图 2 (b) 所示。这说明轮胎超载时肩部受力明显增大,这也是导致行驶过程中肩空、肩裂甚至爆破的主要原因。

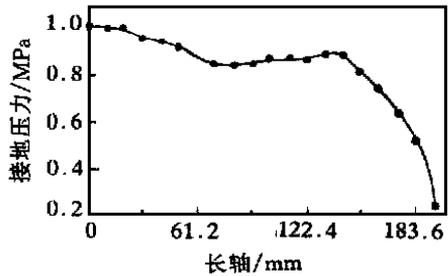


(a)

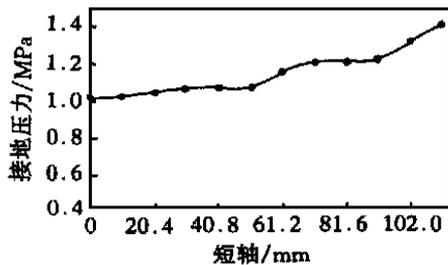


(b)

图 1 标准气压和负荷下的接地压力分布



(a)



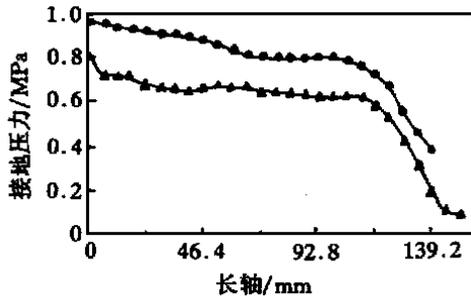
(b)

图 2 标准气压和 2 倍负荷下的接地压力分布

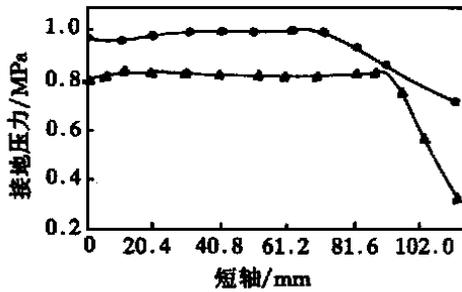
#### 3.2 2 个方案样胎的接地压力对比

选用 B 和 C 方案样胎在标准气压下对比

标准负荷和 2 倍负荷时的接地压力分布。图 3 所示为在标准负荷下两方案样胎沿长轴和短轴方向的接地压力分布。从图 3 可以看出,C 方案样胎的压力分布比 B 方案更均匀,但长轴和短轴方向的接地压力值比 B 方案样胎要大一些。在相同负荷作用下,接地压力值大反映了轮胎刚性大,通过气压承受负荷的力直接传递到地面上,而本身胎体承受负荷的部分小些,故接地压力值会大些。



(a)



(b)

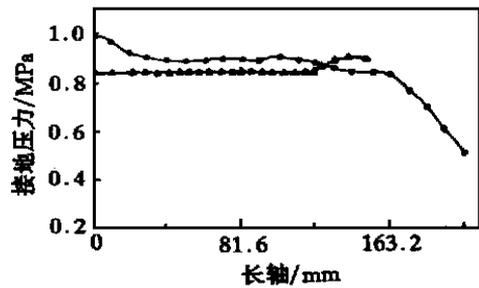
图 3 在标准负荷下两方案样胎沿长轴和短轴的压力分布对比

——B 方案样胎; ——C 方案样胎

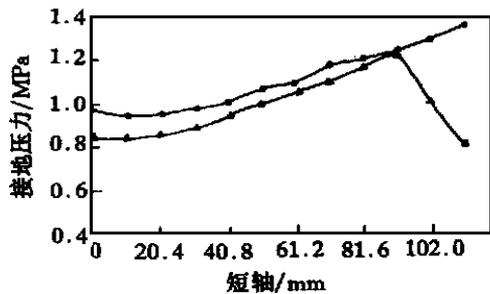
图 4 对比了两方案样胎在 2.5 倍负荷下沿长轴和短轴方向的接地压力分布情况。从图 4 可以看出,C 方案样胎的压力值仍稍高于 B 方案样胎,特别沿短轴方向在胎肩处边缘的压力值差异较大,见图 4(b)。这与标准负荷下的接地压力分布状况相比有所不同。

4 结语

轮胎的承载能力主要受下沉率制约,同时



(a)



(b)

图 4 在 2.5 倍负荷下两方案样胎沿长、短轴的压力分布对比

注同图 3

也反映在硬度因数、接地因数和接地压力分布等性能上。合理选择气压-负荷-下沉率三者之间的关系,才能正常地发挥轮胎的承载能力和保证轮胎的使用性能与寿命。

采用增加气压和改进轮胎材料与结构等措施来提高轮胎的承载能力是有限的。目前运输部门的严重超载违背了轮胎承载性能的客观规律,呼吁有关部门应依法制止。

参考文献:

[1] 高东平,李承民. 气压是轮胎的生命[J]. 轮胎工业,1999, 19(1):37-39.  
 [2] 乔 俊. 高速公路上轮胎爆破的原因和防范措施[J]. 轮胎工业,1999,19(9):552-555.  
 [3] 俞 淇,周 锋,丁剑平. 充气轮胎性能与结构[M]. 广州:华南理工大学出版社,1998. 45-67.  
 [4] 姚钟尧,丁剑平,林惠音. 轮胎气压-负荷-下沉量之间的关系[J]. 特种橡胶制品,1999,20(5):52-55.

第十一届全国轮胎技术研讨会论文(二等奖)

## Analysis of tire loading capacity

YU Qi<sup>1</sup>, DING Jian-ping<sup>1</sup>, YAO Zhong-yao<sup>1</sup>, FU Jian-hua<sup>2</sup>, ZHAO Wan-mei<sup>2</sup>

(1. South China University of Technology, Guangzhou 510640, China; 2. Guangzhou Pearl River Tire Co., Ltd., Huadu 510828, China)

**Abstract:** The static load capacity of tire was discussed, the influence of tire inflation pressure and load on its deflection, ground-contact area, ground-contact factor and ground pressure distribution was analysed from the test data, and the relationship among tire inflation pressure, load and deflection was analysed by using the regression equation. The results showed that the load capacity of tire was mainly restrained by the deflection, and also affected by the hardness factor and ground-contact factor; and the optimum performance and tread life could be obtained only when the inflation pressure, load and deflection were reasonably matched.

**Key words:** tire; deflection; hardness factor; ground-contact factor; ground pressure

### 《中国橡胶》2001年征订启事

《中国橡胶》由中国橡胶工业协会主办,是中国橡胶行业具有权威性、指导性的综合类国内外正式发行期刊。主要报道行业发展方向、政策法规、专题述评、先进适用技术和管理经验、市场行情、统计信息、科技动态、行业动态、相关行业、海外消息等。

本刊为半月刊。逢5日、20日出版。2001年全面改版为大16开,国内外公开发行。国际标准刊号:ISSN 1009-5640;国内统一刊号:CN11-3674/TQ;国外发行代号:1455SM;国内邮发代号:82-184;广告经营许可证:京西工商广字第0276号;国内定价:6元/期,144元/年(不破订)。全国各地邮局均可订阅,也可直接向编辑部订阅。本刊地址:北京六铺炕街1号,邮编100011;电话兼传真:(010)62063232

欢迎订阅,欢迎刊登广告。

### 2001年《弹性体》征订启事

《弹性体》是国内外公开发行的中央级弹性体行业技术性期刊,中国期刊网全文收录期刊,已被CA, EI, SCI等国际学术界公认的权威检索期刊刊载。由中国石油天然气总公司主管,全国合成橡胶信息总站主办,中油吉林石化公司研究院出版,国内外公开发行。本刊以理论性、实用性及信息性为特色,主要报导合成橡胶

(通用胶和特种胶)、胶乳、天然橡胶及其改性、塑料橡胶共混改性及高分子合金材料的科研、生产和加工应用技术。刊登有关弹性体工业的技术开发、技术改造、技术进展、技术经济评价等方面的专论、综述、预测,以及讲座、外商技术座谈和出国考察报告等。

本刊技术含量高、信息量大、适用性强,发行覆盖面广,遍及全国30个省、市、自治区。

本刊常年开展广告业务,进行厂家介绍和产品宣传,欢迎广为利用。凡2001年订购本刊10份以上者,当年享受本刊刊登1/2版文字广告的優惠待遇。

本刊为双月刊,国际标准刊号ISSN 1005-3174,国内统一刊号CN 22-1229/TQ,邮发代号为12-110,全国各地邮局均可订阅。每期定价10元,全年60元,本刊邮发与自办发行相结合,需订阅者可到邮局订阅或直接与编辑部联系,汇款由银行、邮局汇来均可。本编辑部尚有1991~1999年各年度《弹性体》合订本,50元/年,欢迎订阅。

编辑部地址:吉林省吉林市遵义东路27号  
邮政编码:132021

电话:(0432)3973377 3977797

通过银行汇款:中国工商银行吉林市分行  
吉化办事处

帐号:11802490350857