

LAT100 磨耗试验机评价载重轮胎胎面耐磨性能条件的确定

赵 慧, 陈家辉, 戴仲娟, 章阿伟
(杭州朝阳橡胶有限公司, 浙江 杭州 310018)

摘要:建立使用 LAT100 实验室磨耗试验机评价载重轮胎胎面耐磨性能的方法。试验条件的选择需在摩擦力大于 60 N 的区域内, 确立测试条件如下: (A) 负荷 75 N, 速度 $10\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, 滑动角度 10° , 距离 3 km; (B) 负荷 50 N, 速度 $10\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, 滑动角度 5° , 距离 20 km。所测耐磨性能指数采用修正系数 1/2 修正后与路试耐磨性能指数基本一致。

关键词: LAT100 磨耗试验机; 载重轮胎; 胎面胶; 磨耗性能

中图分类号: U463.341⁺.3; TQ330.7 **文献标志码:** B **文章编号:** 1006-8171(2013)09-0567-05

磨耗性能测试可以反映胶料的耐磨性能。磨耗试验的关键是模拟产品实际使用时的磨耗方式, 试验方法包括阿克隆磨耗、DIN 磨耗、皮克磨耗和 LAT100 实验室磨耗等。磨耗试验方法的选择主要考虑试验的相关性和苛刻度。

使用 LAT100 磨耗试验机进行轮胎胎面胶耐磨性能研究, 将温度、负荷、路面条件和速度等因素迭加在一起模拟磨耗现象, 再对数据进行解析、分类并利用计算机作出综合判断, 试验的重复性和准确性均较高, 对轮胎耐磨性能研究具有很好的指导意义^[1-2], 但多数文献直接使用磨耗试验结果来评价胎面胶的耐磨性能^[3-4], 并未对其数据的可靠性以及与路试的相关性进行分析。

本工作研究负荷、速度和滑动角度与胎面胶磨耗量的相关性, 确立了实验室磨耗测试的试验条件, 并评价试验结果与路试磨耗数据的相关性。

1 实验

1.1 试验样品

选取 3 种具有不同耐磨性能的载重轮胎胎面胶。胎面胶 A 为天然橡胶/中超耐磨炭黑/二氧化硅配合, 胎面胶 B 为天然橡胶/超耐磨炭黑配合, 胎面胶 C 为天然橡胶/中超耐磨炭黑配合。

作者简介:赵慧(1982—), 女, 山西阳泉人, 杭州朝阳橡胶有限公司工程师, 硕士, 主要从事轮胎配方设计和工艺管理工作。

1.2 测试仪器及条件

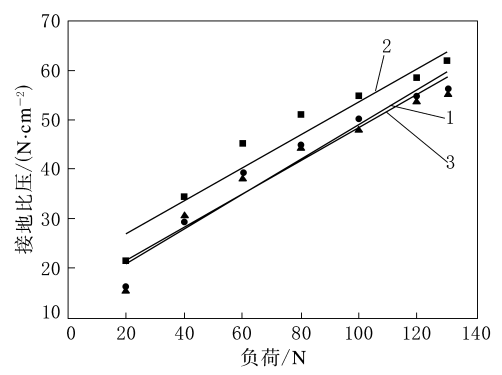
LAT100 实验室磨耗试验机, 荷兰 VMI 公司产品。参数范围: 橡胶磨轮试样直径 80 mm; 试验负荷 10~130 N; 速度 2~80 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$; 滑动角度(倾角) $\pm 45^\circ$; 行驶距离 0.001~20 km; 摩擦力 $\pm 100\text{ N}$; 测试均在室温下进行。

2 结果与讨论

2.1 实验室磨耗性能测试影响因素

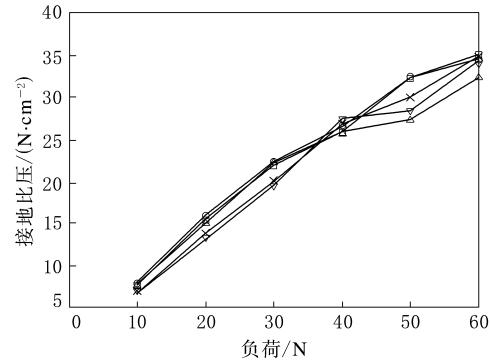
2.1.1 接地比压

轿车轮胎、轻型载重轮胎和载重轮胎的接地比压范围分别为 20~30, 40~50 和 80~120 $\text{N}\cdot\text{cm}^{-2}$ 。LAT100 磨耗试验机测试载重轮胎可达到的接地比压如图 1 和 2 所示。

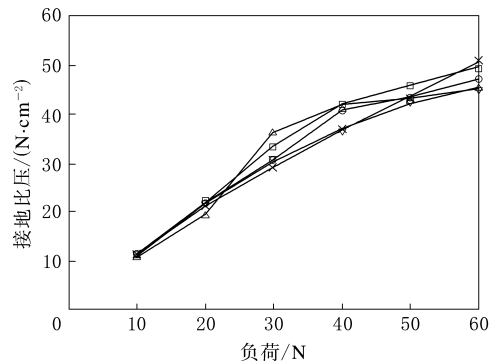


1. ●—胎面胶 A; 2. ■—胎面胶 B; 3. ▲—胎面胶 C。
滑动角度为 0° 。

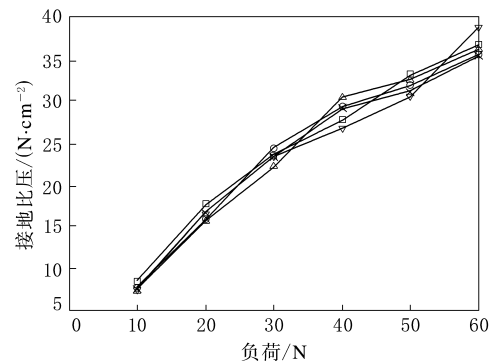
图 1 不同负荷下载重轮胎的接地比压



(a)胎面胶 A



(b)胎面胶 B



(c)胎面胶 C

滑动角度/(°):○—0;□—10;△—20;×—30;▽—45。

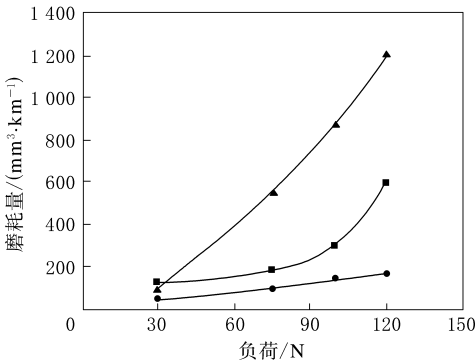
图2 不同负荷和滑动角度下载重轮胎的接地比压

由图1可见,随着负荷的增大,3种胎面胶的接地比压均增大,且趋近线性增加。由图2可见,同一负荷下滑动角度变化,接地比压变化很小,说明LAT100磨耗试验中接地比压主要与负荷有关。在LAT100磨耗试验机的最大负荷130 N下,3种胎面胶的接地比压仅有50~60 N·cm⁻²。因此单从接地比压方面而言,LAT100磨耗试验机更适合于评价轿车轮胎和轻型载重轮

胎面胶的磨耗性能。要进行载重轮胎磨耗性能评价,需从负荷、速度和滑动角度三方面进行试验条件调整,以接近载重轮胎实际磨耗状态。

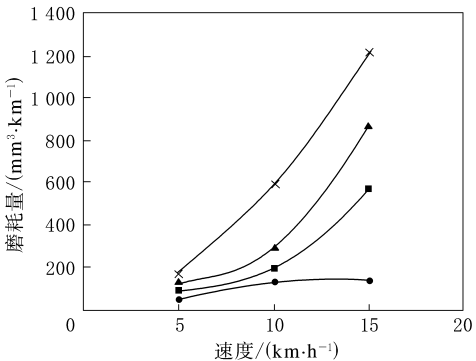
2.1.2 负荷、速度和滑动角度

LAT100磨耗试验机是通过调节负荷、速度和滑动角度3个变量来测试胎面胶的磨耗损失,3个变量对胎面胶磨耗量的影响如图3所示。



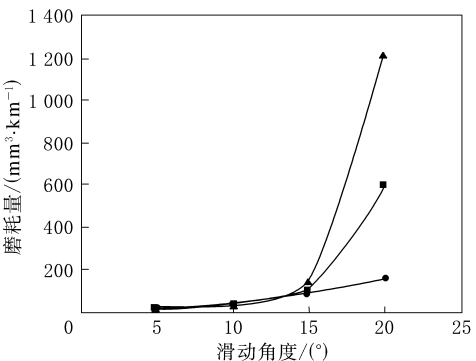
速度/(km·h⁻¹):●—5;■—10;▲—15。滑动角度为20°。

(a)不同负荷



负荷/N:●—30;■—75;▲—100;×—120。滑动角度为20°。

(b)不同速度



速度/(km·h⁻¹):●—5;■—10;▲—15。负荷为120 N。

(c)不同滑动角度

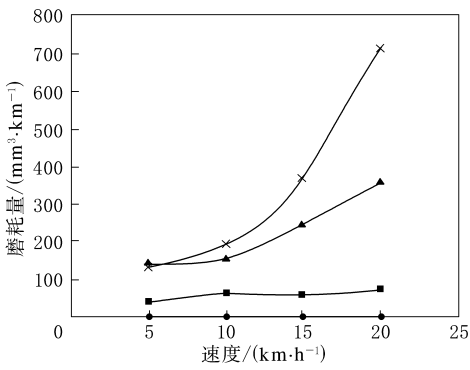
图3 负荷、速度和滑动角度对胎面胶磨耗量的影响

由图 3 可以看出:随着负荷的增大,磨耗量增大,负荷达到 75 N 以上时,磨耗量的增大幅度变大;随着速度的提高,磨耗量也增大;随着滑动角度的增大,磨耗量呈指数增大,在滑动角度为 15°左右有突变点,磨耗量急剧增大。然而在滑动角度为 0°时,无论负荷和速度如何变化,均未产生磨耗(如图 4 所示),这与 LAT100 磨耗试验机的工作原理有关^[1],即在旋转磨盘与试样间给予一定的角度,使试样滑移,因滑移而发生磨耗。

2.2 测试范围

在 LAT100 磨耗试验机允许的测试范围内,分别选取不同水平的负荷、滑动角度和速度,对胎面胶 B 进行多元配置测试,结果见表 1。

由表 1 可以看出,随着试验速度的提高以及滑动角度和负荷的增大,即使在 LAT100 磨耗试



滑动角度/(°): ●—0; ■—15; ▲—30; ×—40。负荷为 30 N。

图 4 胎面胶 B 不同速度和滑动角度下的磨耗量

验机可测试的试验条件范围内,仍会出现无法测试情况。分析发现这可能与摩擦力有关。不同试验条件下胎面胶 B 的摩擦力见表 2。由表 2 可以看出:摩擦力随着负荷和滑动角度的增大而增大;

表 1 不同试验条件下胎面胶 B 的磨耗测试运行情况

条 件	速度/(km·h ⁻¹)											
	5				10				15			
	30	75	100	120	30	75	100	120	30	75	100	120
负荷/N												
滑动角度/(°)												
5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
10	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	▲	▲
15	○	○	○	○	○	▲	○	○	○	○	○	○
30	○	▲	▲	▲	▲	■	■	■	▲	■	■	■
40	▲	■	■	■	▲	■	■	■	▲	■	■	■

注:○表示可稳定测试;▲表示测试时有跳动滑移产生;■表示试验机停止运行。

表 2 不同试验条件下胎面胶 B 的摩擦力

N

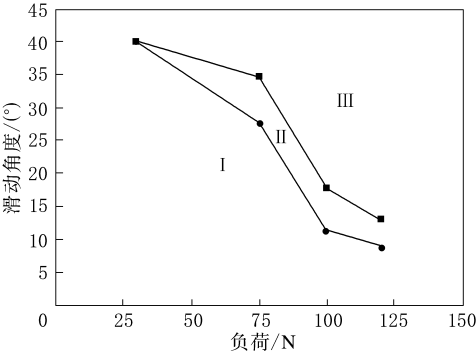
条 件	速度/(km·h ⁻¹)											
	5				10				15			
	30	75	100	120	30	75	100	120	30	75	100	120
负荷/N												
滑动角度/(°)												
5	19	35	39	43	17	32	38	40	20	33	40	42
10	21	45	60	67	23	49	59	63	25	50	60	65
15	26	55	67	80	27	54	67	76	27	55	69	76
30	31	59	74	90	32	■	■	■	34	■	■	■
40	37	■	■	■	37	■	■	■	40	■	■	■

注:■同表 1。

速度提高时,摩擦力也呈增加趋势,但不如负荷和滑动角度增加的明显。LAT100 磨耗试验机在各试验条件下测得的摩擦力并不是一个定值,而是变化的,其波动情况由标准差(σ)表示(试验机自带软件测定)。在一定的试验条件下,当 $\sigma \geq 1$ 时,试样与磨盘间发生跳动滑移,导致轮胎发生异常

磨耗而影响磨耗量的准确测试。

对以上结果进行综合判断,摩擦力不大于 60 N 是进行磨耗试验的稳定区域;摩擦力在 60~70 N 之间是发生波动的不稳定区域;摩擦力大于 70 N 是不能进行磨耗试验的区域,如图 5 所示。



摩擦力/N:●—60;■—70。I—稳定区域;
II—不稳定区域;III—不能进行测试区域。

图5 LAT100 磨耗试验机试验条件界限

若滑动角度增大,试样与磨盘间的摩擦力就会增大,容易发生跳动摩擦,甚至会超过测试能力而停止试验。为了既避开 LAT100 磨耗试验机停止运行的条件,又要能大幅度地调整滑移角度,只能在负荷30 N附近进行试验。然而在负荷为30 N时,接地比压仅为 $20\sim 30\text{ N}\cdot\text{cm}^{-2}$,只能满足轿车轮胎的测试要求。为评价载重轮胎磨耗性

能,需要在可以进行测试的条件中找出与路试磨耗相关的试验条件。

2.3 LAT100 磨耗试验结果与路试结果的相关性

2.3.1 载重轮胎的路试磨耗性能

选用 12R22.5 18PR CM985 轮胎进行路试磨耗性能评价,胎面采用三分割胎面配方(A,B和C),结果显示胎面胶 B 的耐磨性能最佳,其次为胎面胶 C 和胎面胶 A。若设胶面胶 A 的耐磨性能指数为 100,则胎面胶 B 和 C 的耐磨性能指数分别为 113 和 103。从配方角度考虑的耐磨性能与路试结果相吻合。

2.3.2 LAT100 磨耗试验机评价磨耗性能

不同试验条件下 LAT100 磨耗试验机对胶料耐磨性能评价结果见表 3。

2.3.3 实验室与路试磨耗测试结果的相关性及修正系数

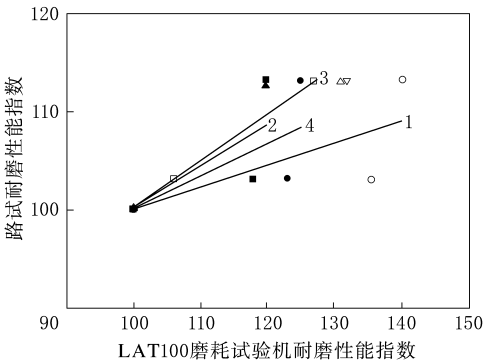
LAT100磨耗试验机测试的耐磨性能指数与路试结果的相关性如图 6 所示。试验 1 线性方程

表 3 LAT100 磨耗试验机测试不同条件下各胎面胶的耐磨性能

试验条件序号	试验条件				耐磨性能指数			跳动滑移
	负荷/N	速度/(km·h ⁻¹)	滑动角度/(°)	距离/km	胎面胶 A	胎面胶 B	胎面胶 C	
1	75	10	5	6	100	140	135	无
2	75	10	10	3	100	120	118	无
3	75	10	15	2	100	120	205	有
4	75	10	20	2	100	131	226	有
5	50	10	5	20	100	127	106	无
6	50	10	10	3	100	125	123	无
7	50	10	15	2	100	132	201	有

为: $y=2.428\ 1x-130.76$,相关因数(R^2)为 0.575 1;试验 2 线性方程为: $y=1.201\ 4x-13.885$, R^2 为 0.551 2;试验 5 线性方程为: $y=2.082\ 7x-108.38$, R^2 为 0.999 9;试验 6 线性方程为: $y=1.489\ 2x-40.863$, R^2 为 0.532 4。

由图 6 可以看出,与路试磨耗结果线性相关性最好的为试验条件 5,其次为试验条件 1,2 和 6,而试验条件 3,4 和 7 与路试磨耗结果并无线性相关性,这可能是由于试验过程中发生了跳动滑移而导致数据异常。虽然试验条件 5 下所测得磨耗与路试磨耗结果的线性相关性最好,但是该试验条件存在试验时间过长的问题,因此选取试验条件 2 为初始评价磨耗性能优劣的条件,试验条



○,1—试验 1;■,2—试验 2;▲—试验 3;△—试验 4;
□,3—试验 5;●,4—试验 6;▽—试验 7。

图 6 LAT100 磨耗试验机测试耐磨性能指数与路试结果的相关性

件 5 作为最终确认磨耗性能优劣的条件。同时为使各配方通过 LAT100 磨耗试验机测得的耐磨性能指数差的绝对值与路试磨耗结果相一致,需要利用修正系数进行修正,即修正后回归线的斜率接近 1 和截距接近 0 为最好。对试验条件 2 和 5 进行修正后的结果见表 4 和 5。由表 4 和 5 可以看出,经修正系数 1/2 修正后其结果与路试耐磨性能指数基本一致。

表 4 LAT100 磨耗试验机在试验条件 2 所测磨耗结果在不同修正系数下的耐磨性能指数及回归直线

项 目	修正系数			
	1/1	1/1.5	1/2	1/3
耐磨性能指数				
胎面胶 A(基准)	100	100	100	100
胎面胶 B	120	113	110	107
胎面胶 C	117	112	109	106
回归直线				
斜率	0.48	0.72	0.96	1.43
截距	52	28	4	-44
评价	不好	好	很好	不好

注:胎面胶 A、B 和 C 的路试耐磨性能指数分别为 100、113 和 103。

3 结论

(1)单从接地比压方面而言,LAT100 磨耗试验机更适合于评价轿车轮胎和轻型载重轮胎胎面胶的耐磨性能。LAT100 磨耗试验机测得的磨耗量与负荷、速度和滑动角度成正比,而在滑动角度为 0°时均不发生磨耗。

(2)就 LAT100 磨耗试验机设备条件而言,试验条件(负荷、滑动角度和速度)的选择需在摩

表 5 LAT100 磨耗试验机在试验条件 5 所测磨耗结果在不同修正系数下的耐磨性能指数及回归直线

项 目	修正系数			
	1/1	1/1.5	1/2	1/3
耐磨性能指数				
胎面胶 A(基准)	100	100	100	100
胎面胶 B	128	118	114	109
胎面胶 C	106	104	103	102
回归直线				
斜率	0.47	0.70	0.93	1.39
截距	54	31	7	-39
评价	不好	好	很好	不好

注:同表 4。

擦力不大于 60 N 的区域内。

(3)通过与路试磨耗结果相关性对比,确定 LAT100 磨耗试验机测试载重轮胎耐磨性能的试验条件如下:(A)负荷 75 N,速度 10 km·h⁻¹,滑动角度 10°,距离 3 km;(B)负荷 50 N,速度 10 km·h⁻¹,滑动角度 5°,距离 20 km。所得耐磨性能指数使用修正系数 1/2 修正后,与路试耐磨性能指数基本一致。

参考文献:

[1] Grosch K A. Rubber Abrasion and Tire Wear[J]. Rubber Chemistry and Technology,2008,81(3):470-506.
[2] 蒋志强,梅周蟒. LAT100 Dr. Grosch 系统磨耗和牵引力试验机[J]. 轮胎工业,2004,24(5):289-292.
[3] 何毫明,叶李青,张建军,等. 冬季轮胎的开发及性能测试[J]. 轮胎工业,2009,29(1):30-35.
[4] 韩慧,李炜东,李大为,等. 用室内磨耗试验机研究胎面胶的耐磨性和抗湿滑性[J]. 轮胎工业,2006,26(1):48-54.

收稿日期:2013-03-19

玲珑新品比肩国际名牌

中图分类号:F27;TQ336.1 文献标志码:D

2013 年 7 月 2 日,国内某知名汽车厂在英国莲花及 MIRA(米拉,前身为创于 1946 年的英国汽车工业研究协会)对入选配套新车型的新款玲珑轮胎进行了测评,主要测试轮胎的干湿地操控性能,包括转向、操控、制动、噪声、舒适性等项目,涉及 30 多个指标。

作为测试的对照产品,山东玲珑轮胎股份有限公司(以下简称玲珑公司)两年前主要针对国内市场耐磨性能需求开发的 L788 195/60 R15

(88H)花纹轮胎也有上佳表现,在抓着力或转向方面比此次测试的主品稍逊色,但整体表现已相当不错。很好的操控稳定性在湿地的表现非常好,使极限操控变得容易。

值得一提的是,两年前玲珑公司同类的欧销产品就已经在众多国际知名品牌中脱颖而出。在芬兰测试世界公司举办的“2011 年夏季轮胎测试”中,玲珑公司 GREEN-MAX 轮胎的综合得分与米其林和邓禄普并列第四。

近年来,玲珑公司积极应对国际技术壁垒,适应欧盟标签法和北美 SmartWay 认证的要求,致力