

# 轮胎动平衡测试方法及结果分析

杭柏林,袁仲雪,孟鹏,东野广俊

(青岛高校软控股份有限公司,山东青岛 266042)

**摘要:**介绍轮胎动平衡测试方法,并对国产和进口动平衡试验机的测试结果进行比较。静不平衡量和偶不平衡量是轮胎固有的,能够真实反映轮胎的动平衡性能,但不能直接测得,需通过测量上、下平面的不平衡量计算得出。国产QLP-1216轮胎动平衡试验机的静不平衡量和偶不平衡量测试结果与日本及美国同类产品测试结果基本相同,测试精度良好。

**关键词:**轮胎;动平衡试验机;静不平衡量;偶不平衡量;动不平衡量

**中图分类号:**TQ330.4<sup>+</sup>92;U463.341 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-8171(2005)12-0754-04

近年来,我国汽车工业和公路建设迅猛发展,轿车迅速普及,轿车子午线轮胎的需求量不断提高,同时对其质量要求也在不断提高。质量分布不均的轮胎在高速旋转时,不平衡的离心力作用会引起车体振动,影响汽车的操控性能、安全性能及乘坐舒适性,增大噪声。通常采用轮胎动平衡试验机检测轮胎的动不平衡量。

轮胎动平衡试验机分为在线式和实验室检测两种。发达国家进行轮胎动平衡研究开始于20世纪70年代,美国、德国、日本和意大利的轮胎动平衡试验机技术成熟、运行可靠。我国进行轮胎动平衡试验相对较晚,到目前为止,我国轮胎企业使用的在线式轮胎动平衡试验机几乎全部是进口产品。要提高我国子午线轮胎质量,必须对轮胎进行不平衡量的标定和修正,这一点已经得到各大轮胎企业的重视和认同。

2004年,我国子午线轮胎产量已达10400万条,若全部进行动平衡检测,则需要上百台检测设备,而目前国内仅有几十台。随着子午线轮胎产量和对其质量要求的不断提高、市场竞争的日益激烈和子午线轮胎产品新标准的颁布和实施,轮胎动平衡试验机的需求量也将不断提高,市场空间广阔。

本文介绍轮胎动平衡测试方法,并对国产和

进口动平衡试验机的测试结果进行比较。

## 1 轮胎动平衡测试方法

轮胎动平衡试验机是检测轮胎静/动不平衡量的专用设备。该设备能够检测出轮胎上下平面的不平衡量及相位、静不平衡量和偶不平衡量,不仅能够科学地标定轮胎的质量分布和平衡质量,而且能够指导对轮胎不平衡的校正,使轮胎的剩余不平衡量最小,从而达到提高轮胎内在质量的目的。

### 1.1 不平衡量

质量分布不均会使轮胎产生不平衡,导致车辆在行驶过程中振动。轮胎本身固有的是静不平衡和偶不平衡,静不平衡与偶不平衡的组合就是通常所说的动不平衡。质量分布不均匀的轮胎在转动过程中出现的振动归结为两种失衡现象,即轮胎上下跳动和左右摆动(如图1所示),这分别是由静不平衡和偶不平衡引起。

#### (1) 静不平衡

根据GB/T 18505-2001的定义,静不平衡量就是轮胎质量乘以重心偏心距。

汽车子午线轮胎是一筒状断面的圆环状旋转体,由多层带有钢丝帘线的橡胶预制材料和复合橡胶预制材料经贴合、成型、硫化定型而成,这就可能产生材料不均或质量偏心,即静不平衡。根据力学原理,存在静不平衡量的轮胎在高速旋转情况下必然会产生交变的径向力,从而引起汽车

作者简介:杭柏林(1959-),男,内蒙古通辽人,青岛高校软控股份有限公司研究员,硕士,主要从事机电一体化设备和智能、网络控制系统的开发工作。

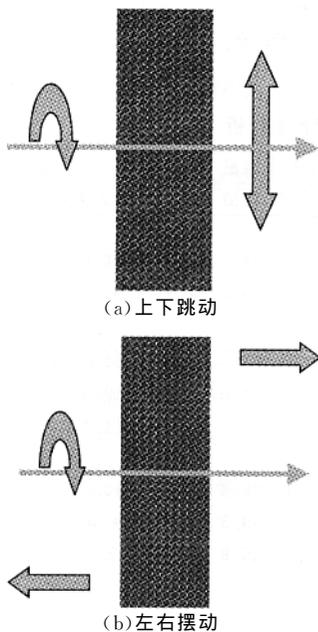


图 1 轮胎旋转时两种失衡现象

的振动、噪声,影响汽车行驶的速度、舒适性和平稳性,严重的会损坏汽车零部件,甚至引发交通事故。在高速行驶过程中,轮胎的静不平衡会导致乘客感觉到车辆在跳跃。

(2) 偶不平衡

相对于轮胎中心线的离心力大小相等、方向相反,但不在同一个平面上,这就形成力偶,即偶不平衡。在高速行驶过程中,轮胎的偶不平衡会导致乘客感觉到车辆在摆动。

(3) 动不平衡

动不平衡就是静不平衡与偶不平衡的组合。在高速行驶过程中,轮胎的动不平衡会导致乘客感觉到车辆既在跳动又在摆动。

1.2 不平衡量测量方法

根据定义,静不平衡量和偶不平衡量是轮胎本身固有的。把静不平衡量和偶不平衡量人为地分解到上下两个校正平面上,用一个合成的力来替代,即为上、下不平衡量。上、下、静、偶不平衡量关系如图 2 所示。

由图 2 可以得出:

$$\begin{cases} \frac{F_s}{2} + F_c = F_u \\ \frac{F_s}{2} + F_c = F_d \end{cases} \quad (1)$$

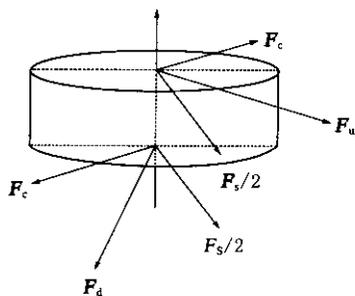


图 2 上、下、静、偶不平衡量关系示意

- 式中  $F_u$ ——上不平衡量;
- $F_d$ ——下不平衡量;
- $F_s$ ——静不平衡量;
- $F_c$ ——偶不平衡量。

从式(1)可以看出,只要得到上、下不平衡量,则可以求出静不平衡量和偶不平衡量。

2 轮胎动平衡试验机的标定和稳定性检测

采用量标定、零模式校正、M×N 测试等方法来保证和检验轮胎动平衡试验机的可靠性、稳定性和数据准确性。

2.1 量标定

量标定用于确定轮胎动平衡数学模型参数,在对轮胎进行动平衡测试前进行。由于不同规格的轮胎有不同的物理参数,因此要求对不同规格的轮胎单独进行量标定。

2.2 零模式校正

零模式校正主要用于验证线性度,它是一种回归性检验方法,用来检验量标定与偏心补偿计算结果的准确度。根据已标定的动平衡测试参数和系统自身不平衡量,用一个预先已知质量的试重砝码加载于轮辋上,测试结果应当为加载的试重砝码的质量,允许误差为±2%。

2.3 M×N 测试

M×N 测试用于检测设备的重复稳定性,本工作对 5 条同规格轮胎按顺序重复测量 5 次,即 5×5 测试,测试结果若满足最大值与最小值的差值不大于 5 g,则认为该设备具有良好的准确性和重复性。

3 轮胎动平衡测试结果分析

本工作采用青岛高校软控股份有限公司(以

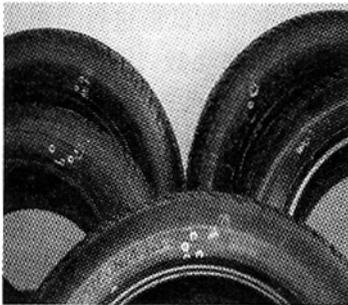
下简称青岛软控)QLP-1216型动平衡试验机对185/60R14轮胎进行5×5测试,并与日本和美国

同类设备测试结果进行比较,结果如表1所示,测试标识如图3所示。

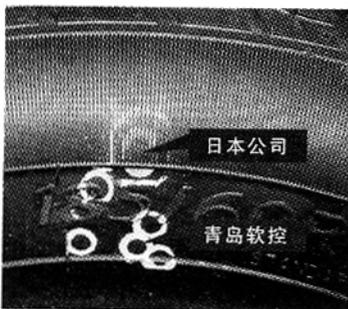
表1 不同厂家动平衡试验机测试结果及精度分析

g

项 目	上不平衡量				下不平衡量				静不平衡量				偶不平衡量			
	最大值	最小值	均值	差值	最大值	最小值	均值	差值	最大值	最小值	均值	差值	最大值	最小值	均值	差值
1# 轮胎																
青岛软控	15.3	13.7	14.5	1.6	24.3	21.3	22.7	2.9	33.5	31.0	32.5	2.5	15.6	12.7	13.8	2.9
日本	10.9	8.5	9.5	2.4	27.4	24.9	26.2	2.5	33.6	33.0	33.4	0.6	9.0	7.0	8.2	2.0
美国	20.9	15.6	18.5	5.3	18.1	15.3	16.7	2.8	35.4	25.3	32.5	10.1	4.6	3.2	3.7	1.4
2# 轮胎																
青岛软控	19.5	17.7	18.7	1.7	6.7	3.6	5.3	3.1	23.1	20.6	21.8	2.4	14.8	11.6	13.4	3.2
日本	30.2	29.0	29.4	1.2	9.0	6.8	7.9	2.2	21.8	21.4	21.6	0.5	19.0	18.0	18.2	1.0
美国	28.4	21.2	25.3	7.2	3.2	1.0	1.8	2.2	27.9	24.3	26.3	3.6	14.4	9.1	12.2	5.3
3# 轮胎																
青岛软控	15.3	14.7	14.9	0.6	18.4	15.4	17.0	3.0	30.3	27.1	28.6	3.2	10.5	6.9	8.1	3.6
日本	13.2	11.1	12.1	2.1	25.8	22.4	24.4	3.4	33.8	32.4	33.3	1.4	8.0	6.0	7.4	2.0
美国	20.1	17.6	18.6	2.5	21.7	20.1	21.0	1.6	36.5	35.0	35.9	1.5	9.3	7.4	8.6	1.9
4# 轮胎																
青岛软控	15.5	13.4	14.5	2.1	7.1	2.4	5.2	4.7	19.4	15.9	18.0	3.5	12.0	6.7	9.2	5.3
日本	15.7	14.9	15.3	0.8	10.6	9.1	10.1	1.5	20.8	19.8	20.3	0.9	8.0	6.0	7.0	2.0
美国	20.1	17.8	18.9	2.3	10.1	7.1	8.5	3.0	24.7	22.6	23.9	2.1	9.0	8.2	8.5	0.8
5# 轮胎																
青岛软控	21.2	20.1	20.6	1.1	32.5	30.2	30.8	2.4	47.9	45.6	46.6	2.3	16.3	11.9	13.9	4.4
日本	19.5	16.2	17.9	3.3	43.8	42.1	43.2	1.7	56.6	55.6	56.0	1.0	15.0	13.0	14.0	2.0
美国	29.3	25.7	27.4	3.6	35.3	33.1	34.3	2.2	59.3	57.5	58.3	1.8	12.0	9.0	10.7	3.0



(a)



(b)

图3 不同厂家动平衡试验机测试标识

从表1可以看出,各厂家轮胎动平衡试验机测得的上、下不平衡量的数值差异很大,不具可比性,但静不平衡量和偶不平衡量的测试结果基本一致。这是由于上、下不平衡量是静不平衡量和偶不平衡量等效分解到上、下校正平面上的合成量,根据力可以进行任意分解的原理,分解得到的上、下不平衡量可以是不同的,各厂家设备的结构、分解算法、数学建模等方面有所不同,导致上、下不平衡量不同。但是,静不平衡量和偶不平衡量是轮胎本身所固有的,是质量分布不均匀的结果,这两个量无论用哪个厂家的设备测量都应该是一致的。

从表1还可以看出,青岛软控和日本设备的精度符合要求,而美国设备由于使用时间较长,精度稍差。

从图3可以看出,各厂家动平衡试验机打标位置基本相同。

#### 4 结语

上、下不平衡量本身不能直接体现轮胎的不

平衡性,测量其值是为求得静不平衡量和偶不平衡量,静不平衡量和偶不平衡量是轮胎所固有的,能够真实反映轮胎的动平衡性能。

青岛软控 QLP-1216 轮胎动平衡试验机测试结果与日本和美国同类产品测试结果基本相同,且测试精度良好。

收稿日期:2005-07-19

## 压路机轮胎肩泡原因分析和解决措施

中图分类号:U463.341+.59 文献标识码:B

一段时期我公司生产的 11.00—20 压路机轮胎出现批量性肩泡问题。这类肩泡主要产生于外胎肩部靠下胎侧位置,在胎冠与肩部之间局部有轻微凸起,而胎里对应位置无明显凸起,气泡直径仅为 3~4 mm(局部存在),外观不很明显,但轮胎在使用过程中易产生早期肩空和脱层问题。对这类肩泡的产生原因进行分析,并采取解决措施后,取得了良好效果。

### 1 原因分析

#### (1)胎面上层胶料塑性值偏小

胎面上层胶料塑性值偏小,虽经过补充加工,但再加工后胶料收缩率偏大。为保证胎面达到设计尺寸,生产操作中有意识地将胎面长度放大,这样易造成胎面上层过长,导致成型时胎面上下层间脱层。

#### (2)胎面下层肩部曲线过陡

压路机轮胎胎面胶厚度较大,设计时胎面下层肩部曲线过陡,即肩部与冠部之间的过渡不够平滑,成型过程中上胎面上层时肩部位置不易压实,易产生气泡。

#### (3)烘胎时间较短和温度较低

根据规定,烘胎房温度在 30℃以上,烘胎时间为 2~96 h。烘胎房温度较低和烘胎时间较短,胎坯中水分等不能充分挥发,硫化时易产生气泡。

#### (4)胎坯刺孔严格按照工艺标准进行

胎坯是由多块胎面层贴而成,加工过程中层间易残留空气,必须对其进行刺孔,特别是胎肩部位。若生产中操作工违反规定,胎坯未严格按照工艺标准刺孔就进入下道工序进行硫化,则胎坯中残留的空气不能及时排出,导致气泡产生。

#### (5)硫化时间缩短和硫化内压低

检查硫化记录发现,生产中有的操作工为了完成生产计划而提前结束硫化,使硫化总时间比标准时间缩短 5~20 min;另外,由于动力或硫

化罐泄漏等影响,外胎硫化过程中内压低于工艺要求,均会造成外胎脱层和气泡产生。

### 2 解决措施

#### (1)严格控制胶料塑性

严格控制胶料塑性值,严禁胶料塑性值波动。一旦出现胶料塑性值偏小的情况,须查明原因并采取类似措施严防类似问题再发生;同时对已挤出的胶料进行再加工时严格控制胶料塑性值,避免因胶料的塑性值差异而造成胎面收缩率不均一。

#### (2)调整胎面下层肩部曲线

为避免成型时胎面上下层间不易压实,调整胎面下层肩部位置的曲线(见图 1),即肩部采用平滑的圆弧过渡。



图 1 调整前后胎面下层肩部曲线示意

#### (3)保证胎坯停放条件

为使胎坯内水分、汽油等充分挥发,并保证胎坯的表面温度,加强对胎坯的停放管理,使停放时间和温度达到规定,并由专人定期进行检查。

#### (4)确保胎坯刺孔达到工艺标准要求

调整刺孔机的针头数量和长度,加强对胎坯刺孔的检查,并要求操作人员对机器无法完成的部位进行手工补刺。

#### (5)保证硫化时间和压力

保证正常的动力供压,严格硫化操作,杜绝硫化时间缩短和硫化罐泄漏现象的发生。

### 3 结语

采取上述措施后,有效解决了 11.00—20 压路机轮胎的肩泡问题,从而消除了轮胎肩空和脱层的隐患;同时大大降低了废次品率,社会效益和经济效益良好。

(贵州轮胎股份有限公司 郑义雄  
宋卫 供稿)