

轮胎动平衡试验的基本原理

史文辉¹,朱国军²

(1. 国家工程机械质量监督中心,北京 102100;2. 桦林轮胎股份有限公司,黑龙江 牡丹江 157032)

摘要:介绍了轮胎动平衡试验的基本原理及配重的算法。由于工艺和形状等因素的影响,很难在生产过程中控制轮胎的动平衡性能,实际应用中是将轮胎装配到轮辋上进行动平衡试验加以校正的,只能在圆周上不同的角度配以不同质量的重块。

关键词:轮胎;动平衡

中图分类号: TQ336.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-8171(2001)08-0494-03

轮胎基本上属于盘状体,轴向尺寸小于径向尺寸,一般情况下满足一定的静平衡条件即可。但随着汽车行驶速度的提高和对舒适性的追求,动平衡试验逐渐成为高档轿车轮胎的检验项目。本文对其基本原理做一简单介绍。

1 动平衡试验机

动平衡试验机的主要部件是2个同轴的半轴,其夹持待测物体做匀速旋转,通过力学传感器测量轴承座所承受的惯性离心力,并同时由光电编码盘测出旋转角位移,得到2个半轴上各自独立的力-角位移关系,一般是正弦曲线,分析其幅值和相位即可得到静不平衡度和动不平衡度。机械工业中动平衡试验机测量轴一般是水平的,轮胎动平衡试验机的测量轴则是垂直的,一般都有角度参考标记。在线测量的轮胎动平衡试验机还有自动装卸轮胎装置,由计算机控制,计算机还具有判级和统计功能。

2 静平衡和动平衡原理

以一个垂直于旋转轴的盘状物体为例,见图1。如果质心 C 不在轴 O 上,则匀速旋转时惯性离心力 F 为:

$$F = m \omega^2 r$$

式中 m ——物体的质量;

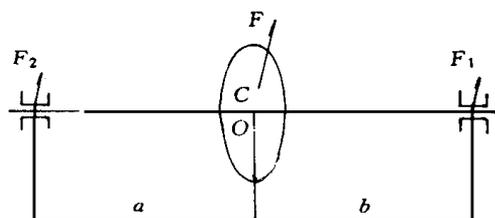


图1 静不平衡示意

——旋转角速度;

r ——质心 C 与轴的距离。

任意时刻力的方向由轴 O 指向质心 C ,此集中力通过轴作用到两端轴承上的力按到轴承的距离反比内分。两轴端受力分别为 F_1 和 F_2 ,距轴 O 的距离分别为 b 和 a 。

物体质心不在转轴上则称之为静不平衡,表征其大小的量称为静不平衡度。在动平衡检验机上,静不平衡体使传感器受到的力是惯性离心力在给定方向上的分力,是一个随转角呈正弦变化的力,且2个半轴受到的正弦力是同相的。

当一个均匀的圆柱体绕其轴线旋转时,不会产生惯性离心力,它是静平衡的,如果在柱体的两端的相对位置各附加上一个质量为 m 的小块时,由于其对称性,物体可在任意位置平衡,质心仍在轴上,静平衡条件满足,如图2所示。

当柱体旋转时,由于两个小块不在同一个垂直于轴的平面上,故惯性离心力大小相等,方向相反,但相距为 d 的二力构成了力偶矩 M

作者简介:史文辉(1964-),男,北京人,国家工程机械质量监督中心工程师,学士,从事工程机械检测工作。

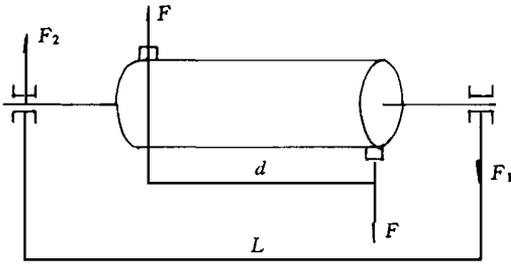


图 2 动不平衡示意

$$M = m^2 rd$$

此力偶矩作用到轴承上,支反力为:

$$F_1 = F_2 = M/L$$

轴上受到的是力偶矩而不是集中力,这是动不平衡与静不平衡本质上的区别。动不平衡用动不平衡度表征。在动平衡试验机上,动不平衡使两个轴承座上力传感器受到正弦力的作用,但相互反相。

3 轮胎动平衡试验数据的处理

轮胎被装上动平衡试验机后,试验机首先根据角度传感器确定一个初始参考角,以这个位置为 0°,加速旋转一小段时间后,进入匀速旋转状态,两个轴端传感器测量在一个方向上的力,并与该时刻的角度值一同送到计算机进行计算。计算机通过对 2 条正弦曲线的判读,可得到 2 个轴端处力的幅值和相位,如图 3 所示。

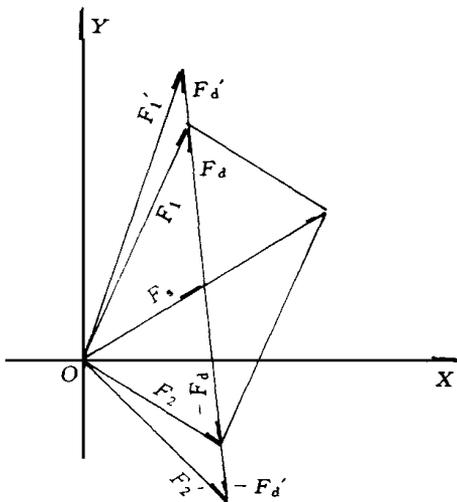


图 3 动平衡试验物体受力矢量

图 3 示出了某一瞬时物体所受力的矢量关系, F_1 为上半轴力的矢量, F_2 为下半轴力的矢量,二力的合力即为静不平衡产生的惯性离心力。由于试验机的轴系和轮胎均为上下对称的,故此力平均分配到上下两个轴承座,这是两个力传感器中正弦信号的同相部分所表示的对应物理量。

由于动不平衡在轴上产生一个力矩,在两端的传感器中产生相反信号,即反相信号,设该力矢量为 F_d ,上下两个轴承座受到的力都是静不平衡力 (F_s) 和动不平衡力 (F_d) 的合力,即

$$F_s + F_d = F_1$$

$$F_s - F_d = F_2$$

故解得

$$F_s = \frac{F_1 + F_2}{2}$$

$$F_d = \frac{F_1 - F_2}{2}$$

4 配重的计算

由于工艺和几何形状等因素的影响,很难在生产过程中做到控制轮胎的动平衡性能来达到要求,因此需在使用前进行平衡配重。轮胎配重的位置是受限定的,只能在指定的两个与轴垂直的平面内的指定半径处加配重块,即只能选择在圆周上不同的角度处配以不同质量的重块。

如图 2 所示,两配重块平面间距为 d ,配重半径为 R ,对于轮胎,需将测量结果折算到这两个垂面处。由于静不平衡的惯性力是恒定的,折算到配重面处与原来相同即可,但动不平衡效果是力矩,因此折算到配重面处的力 F_d 应为:

$$F_d = \frac{L}{d} F_d$$

折算后放大了 L/d 倍,将此等效动不平衡力与静不平衡力同时合成,得到的力矢量 F_1 和 F_2 为配重面处的不平衡力,按此力大小算出平衡块的质量,在反向 180° 处安装可以同时达到静平衡和动平衡。

在实际应用中,轮胎是装配到轮辋上进行

动平衡试验加以校正的。轮胎具有轴线中垂面对称性,而轮辋不具此对称性,力矢量关系如图4所示。因此,轮胎-轮辋组合体的质心不在轴的中间,但为已知值,属于图1所示的情况,总静不平衡力为两轴端受力的矢量和,即 $F = F_1$

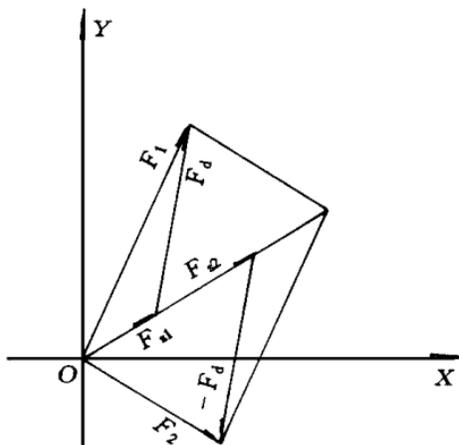


图4 轮胎-轮辋组合体动平衡力矢量

+ F_2 ,两端的静不平衡力分量为:

$$F_{s1} = \frac{a}{a+b}F$$

$$F_{s2} = \frac{b}{a+b}F$$

再由 $F_{s1} + F_d = F_1$ 或 $F_{s2} - F_d = F_2$ 解出动不平衡分力即可。

配重算法与无轮辋情况相同。该方法用于在线检测,可改善轮胎系统的平衡质量。

5 结语

随着汽车行驶速度和对舒适性要求的提高,动平衡试验已成为高档轿车轮胎的检验项目。深入了解和研究轮胎动平衡试验的基本原理,对采用动平衡试验机在线检测轮胎的动平衡性很有益处。