

轮胎偏心率测量机测量数据处理

谭 宁

(桦林佳通轮胎有限公司,黑龙江 牡丹江 157032)

摘要:对轮胎偏心率测量机的检测数据进行处理,采用自相关算法,应用离散傅立叶变换得到信号周期和主要频谱分量,求得轮胎的一次谐波和二次谐波,克服了原测量机不能测量谐波的不足。使用仿真数据对软件检测的结果表明,计算结果基本准确,完全可以满足实际需要。

关键词:轮胎偏心率;测量机;一次谐波;二次谐波;离散傅立叶变换

中图分类号:TQ330.4+92;TN911.6 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-8171(2005)08-0493-03

我公司从意大利进口的轮胎偏心率测量机主要用于测量轮胎的偏心度和不圆度。随着公路交通的高速化,对轮胎的要求也更加严格,一些产品需要检测一次谐波或二次谐波,而该检测设备不具备此功能,因此,必须对其进行技术改造以满足实际需要。

我们对轮胎偏心率测量机的控制系统和数据采集处理系统进行了较全面的升级改造:拆除控制柜,将继电器控制改为 PLC 控制;采用上位计算机做数据处理和统计计算。

计算一次谐波需计算傅立叶级数,需要测量轮胎在测量机上的转动周期。但是现有测量机结构比较简单,没有轴端角度传感器,不具备测量转动周期的功能。因此,一种方法是加装轴端角度传感器;另一种方法是用软件计算出周期。软件方法技术难度较高,但比较经济,可不改动设备的机械结构,也可省去传感器的维护工作。最终我们选择了软件计算轮胎转动周期的方案。

1 数学模型和算法

检测时,轮胎被夹持在转轴上充气,达到标准气压后开始转动,转速达到设定值后保持匀速转动,支架上的探头滑块被推下,滑块紧贴轮胎表面测量转动中的瞬时半径,一般一个周期采集几百个数据,转动几个周期后测量结束,可采集几千个数据。滑块带动的位移传感器分辨率为 0.01

mm。但轮胎转动时滑块不可避免地会跳动,从而带来数据误差,给数据处理增加了难度。

若对周期为 T 的连续函数

$$f(t) = f(t + T)$$

做傅立叶变换

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) e^{-j\omega t} dt$$

象函数 $F(\omega)$ 在 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ 处将有一个峰值,在噪声较强的情况下,离散傅立叶变换结果不理想。采用自相关算法,自相关函数

$$R(\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) f(t + \tau) dt$$

和能量谱密度函数 $S(\omega)$ 构成一个傅立叶变换对

$$\begin{cases} R(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} S(\omega) e^{j\omega\tau} d\omega \\ S(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} R(\tau) e^{-j\omega\tau} d\tau \end{cases}$$

设有 n 个数据: $y_1, y_2, \dots, y_{n-1}, y_n$ (式中 n 为自然数)。选定一个能包括最大可能周期的数值积分区间,一般选 $m = n/2$,做离散自相关计算:

$$R(\tau) = \sum_{k=1}^m y_k y_{k+\tau} \quad (\tau = 1, 2, \dots, m)$$

由于噪声具有随机性,在自相关计算中将相互抵消,计算结果将具有明显的整体规律性,计算结果图像如图 1 所示,呈余弦函数状态,初始为最大值,第 2 个最大值的序号 τ 即为周期 T 。由于测量的偏心率只有相对意义,因此,对所有数据都加/减一个常数不影响计算结果。为避免自相关

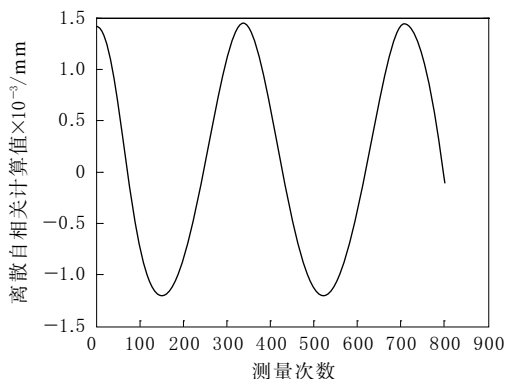


图1 自相关计算的结果(实际数据周期为370)

计算中“大数”吃“小数”的现象,提高计算精度,将原始数据先求平均值,再用各数减去平均值。得到准确的周期值 T 后,就可以做傅立叶级数计算,求得各次谐波因数,其中 a_0 项是平均值,无实际意义,不计算。仿照连续函数做离散傅立叶级数计算,可求得一次谐波因数:

$$\begin{cases} a_1 = \frac{2}{T} \sum_{t=1}^T y_t \cos \frac{2\pi t}{T} \\ b_1 = \frac{2}{T} \sum_{t=1}^T y_t \sin \frac{2\pi t}{T} \end{cases}$$

同理也可算出二次谐波因数:

$$\begin{cases} a_2 = \frac{2}{T} \sum_{t=1}^T y_t \cos \frac{4\pi t}{T} \\ b_2 = \frac{2}{T} \sum_{t=1}^T y_t \sin \frac{4\pi t}{T} \end{cases}$$

2 计算结果分析

假设由于制造偏差使轮胎的外轮廓略呈椭圆状,长轴半径为 a ,短轴半径为 b ,轮辋中心偏离椭圆的中心,偏差为 δ ,方向由 α 描述,如图2所示。轮胎椭圆度很小,一般为亚毫米级,且偏心度 δ 也为同数量级数值,而轮胎半径一般至少几百毫米,因此,忽略高阶无穷小后,对于任意位置,探头与椭圆中心的距离近似为:

$$r_1 \approx \sqrt{(a \sin \theta)^2 + (b \cos \theta)^2}$$

探头与转动中心的距离即实测的半径为:

$$r \approx r_1 + \delta \cos(\alpha + \theta) =$$

$$\sqrt{(a \sin \theta)^2 + (b \cos \theta)^2} + \delta \cos(\alpha + \theta)$$

当轮胎仅有偏心无椭圆度时,测试半径与转

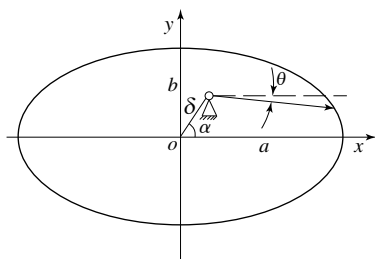


图2 轮胎的椭圆偏差和偏心误差示意

角的关系为:

$$r = R + \delta \cos(\alpha + \theta)$$

式中, R 为轮胎半径。该式是周期为 2π 的函数,偏心度 δ 就是傅立叶级数一次谐波的幅值,即

$$\delta = \sqrt{a_1^2 + b_1^2}$$

当轮胎无偏心仅有椭圆度时,测试半径与转角的关系应为:

$$r = \sqrt{(a \sin \theta)^2 + (b \cos \theta)^2}$$

函数周期为 π ,轮胎旋转1周,测量半径达到最大值 a 和最小值 b 各两次,就是傅立叶级数二次谐波。 a 或 b 与它们平均值的差就是二次谐波幅值:

$$a - \frac{a+b}{2} = \frac{a+b}{2} - b = \sqrt{a_2^2 + b_2^2}$$

偏心度测量机测得的偏心度值是最大半径和最小半径之差,是偏心度和椭圆度迭加的结果,值的大小取决于偏心度和椭圆度偏差大小及相对角度位置。使用傅立叶级数计算分析方法,更深刻地揭示出偏差的几何本质,有助于在生产过程中减小或消除偏差。

3 仿真计算

同一条轮胎在试验机上重复做两次试验,因两次装夹状态不可能完全相同,试验结果有不可忽略的差异,重复性不理想。若样胎检测后使用另一台试验机再测一次,并比较两次的测量结果以衡量偏心度试验机的检测精度也是不可取的。

因此,只有用仿真的方法来检验软件计算的结果。我们建立一条数字“样胎”,其参数为椭圆的长、短径,偏心度和偏心角,设每转1周采样 p 次,并用解析几何方法精确计算瞬时半径,生成一组数据,加上随机误差以模拟滑块的跳动,用编制的软件处理这些数据,将得到的参数与设定值比

较,以评价算法的有效性和精度,结果如下。

设定值: a, b, δ, θ 和 T 分别为 500 mm, 499 mm, 1.5 mm, 60° 和 470, 随机跳动最大值为 3 mm。

计算结果: T 为 470, 一次谐波因数 a_1 为 -1.546, b_1 为 0.343, 偏心率 δ 为 1.584 mm; 二次谐波因数 a_2 为 -0.375, b_2 为 -0.231, 可求得椭圆度 $(a-b)$ 为 0.88 mm, 根据谐波因数可计算出一次和二次谐波的相位差 θ 为 61.67° 。

偏心率计算的相对误差为 5.6%, 椭圆度计算的相对误差为 12%。

在随机跳动最大值比有效数据大 1 倍的情况下, 软件计算结果基本准确, 证明软件完全可以满足实际需要。

此外, 虽相位差在计算结果中不重要, 但它是检验数学模型完整性和正确性的重要参数。由于二次谐波项的角频率是一次谐波的 2 倍, 因此需将二次谐波的幅角除以 2 再与一次谐波的幅角相减, 才能得到正确的相位差。

4 结语

在处理具有周期性的数据方面, 傅立叶级数是强有力的数学工具。由于轮胎检测设备, 如静平衡、动平衡和均匀性试验机检测数据一般都具有周期性, 因此, 在处理此类数据的软件中, 基于傅立叶变换的计算方法可以得到广泛的应用。

收稿日期: 2005-02-23

“十一五”末我国客车需求量将接近 60 万辆

中图分类号: U469.1 文献标识码: D

在“十一五”期间, 市场对大型客车的需求将继续升温。其中一个重要因素就是城市公交市场将有突出表现。随着我国城市化进程的加快, 城市公交市场的发展潜力较大。另一个颇具潜力的细分市场就是适合于长途旅游的大型高档客车。在较长时期内, 我国旅游业用车总体上仍然倾向于国内生产的性价比优良的中高档及高档豪华客车。而交通部规划的“村村通、县乡通油路”工程也将为乡村客车提供广阔的市场空间。

预计“十一五”期间, 客车增长率将在 10% 左右。2006 年总需求量约为 44 万辆左右, 其中大客车需求 3 万辆, 中型客车 6.2 万辆(2005 年将达 5.5 万辆), 轻型客车约为 35 万辆(2005 年将达 31 万辆)。2010 年总需求量将为 55 万~60 万辆, 其中大客车需求 8 万~9 万辆, 中型客车达到 9 万~10 万辆, 轻型客车将达 40 万辆。

(摘自《中国汽车报》, 2005-06-20)

大陆推出无芳香烃轮胎

中图分类号: TQ336.1 文献标识码: D

英国《欧洲橡胶杂志》2005 年 187 卷 2 期 34 页报道:

大陆公司推出一种新的原配轿车轮胎 CPC2。大陆公司日前是欧洲轿车公司冬用轮胎的主要供应商, 在中、高性能轿车轮胎方面仅次于

米其林, 居欧洲第二。

大陆公司已销售了 3 000 多万条 CPC1 轮胎, 而 CPC2 将获得更好的业绩。CPC2 的整体性能获得改善, 其中包括湿抓着力、干抓着力、滚动阻力和使用寿命等。

CPC2 的胶料中不使用芳烃油, 采用了第 3 代白炭黑补强。大陆还改变了胎面花纹块设计, 优化了干、湿路面的制动性能。具有良好湿制动性能的胎面花纹块有一几乎垂直的导角, 它对路面产生高压, 从花纹块中挤出积水, 提高抓着力。具有良好干抓着力性能的胎面花纹块有一不太陡的导角, 在花纹块接地部位产生均匀的制动力。

CPC2 轮胎有以上两种花纹供选择, 以获得干、湿路面条件下的最佳制动性能。

(涂学忠摘译)

轮胎脱模剂

中图分类号: TQ330.38+7 文献标识码: D

美国《橡胶世界》2005 年 231 卷 3 期 64 页报道: Axel 塑料研究实验室开发了一种半永久性脱模剂 Xtend W-7283, 它涂敷一次可以保持长时间脱模性能。据说其水基配方特别适用于模压法加工氢化丁腈橡胶和其它 SR, 而且已证实可有效用于斜交轮胎和子午线轮胎生产。Xtend W-7283 是一种用专用交联剂和各种表面剂制成的水乳液。喷涂到热钢模具上以后, 脱模剂硫化形成一层持久的惰性薄膜。

(涂学忠摘译)