

轮胎外形轮廓检测系统的研制

王国林, 李军强, 周树仁

(江苏大学 汽车与交通工程学院, 江苏 镇江 212013)

摘要: 基于激光三角测距原理研制轮胎外形轮廓检测系统, 以实现轮胎断面轮廓和跳动的检测。该检测系统由运动控制系统、数据采集系统和数据处理系统 3 个部分组成。运动控制系统控制激光传感器的定位和轨迹; 数据采集系统采集轮胎外形轮廓各点的坐标值; 数据处理系统对采集到的数据进行滤波和平滑, 得到轮胎断面轮廓图和跳动曲线。试验结果表明, 该检测系统的重复性好, 精度满足工程要求。

关键词: 轮胎; 断面轮廓; 跳动; 激光三角测距; 检测系统

中图分类号: TQ336.1; TQ330.4⁺92 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-890X(2014)03-0179-05

汽车工业的发展极大地促进了轮胎工业的发展, 相应地对轮胎质量和性能提出了更高的要求。轮胎断面轮廓作为轮胎外缘尺寸的重要内容, 不仅关系到轮胎与车辆间的匹配, 也影响到轮胎之间的互换。轮胎跳动作为轮胎均匀性指标之一直接影响车辆的操纵稳定性和行驶安全性。现代道路交通和汽车工业对轮胎跳动的要求越来越高, 特别是对高速使用的轮胎^[1]。提高轮胎质量和性能, 不但要从设计和制造工艺上进行研究和改进, 还要加强成品轮胎的质量控制和检测。

传统的轮胎外形轮廓检测是用游标卡尺和卷尺等来进行测量, 这种人工测量方法误差大, 重复性差, 不能精确有效地得到检测结果。轮胎外形轮廓非接触式测量方法自动化程度高, 精度可靠, 稳定性好^[2], 但检测设备的关键技术主要掌握在发达国家的设备生产商手中, 设备价格昂贵。由于我国轮胎检测设备研发起步晚, 与发达国家有较大差距^[3], 因此研发具有自主知识产权的轮胎断面轮廓检测设备成为重要课题。

本工作基于激光三角测距原理研制一种轮胎外形轮廓检测系统, 以期完成轮胎断面轮廓和跳动的自动化检测。

1 检测系统工作原理

本工作研制的轮胎外形轮廓检测系统由运动

控制系统、数据采集系统和数据处理系统组成, 其工作原理如图 1 所示。激光测距传感器用来测量轮胎跳动和断面轮廓, 测量跳动时, 运动控制系统将激光传感器停放在胎侧或胎面对应的检测点, 直流电动机驱动轮胎转动, 采集激光测距传感器和角度编码器的信号可以得到胎侧或胎面上对应检测点的圆周轮廓, 从而计算出轮胎的侧向和径向跳动; 测量轮胎断面轮廓时, 轮胎停止转动, 运动控制系统控制激光传感器以图 2 所示的轨迹进行测量。

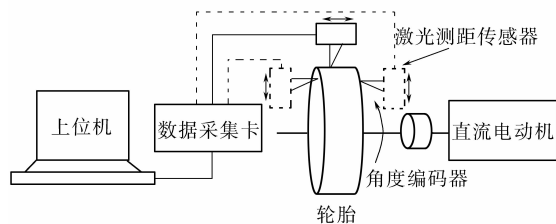


图1 轮胎外形轮廓检测原理

2 检测系统的组成

检测系统由激光传感器、激光传感器运动控制系统、轮胎运动控制系统和数据采集系统组成。检测系统的工作流程如图 3 所示。

2.1 激光传感器

由于轮胎表面复杂的花纹和沟槽以及橡胶的黑色属性, 要求所选用的激光传感器具有高灵敏度和高响应频率^[4], 以便获取精确的轮胎外形轮廓数据。本设备选用基恩士(中国)有限公司生

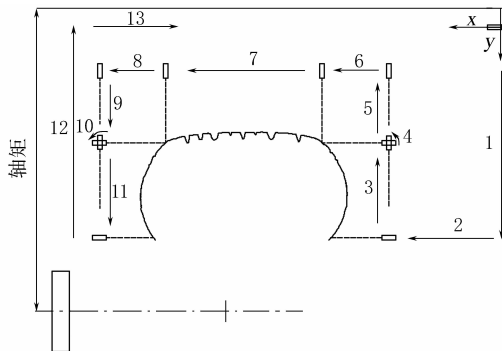


图2 激光传感器的运动轨迹

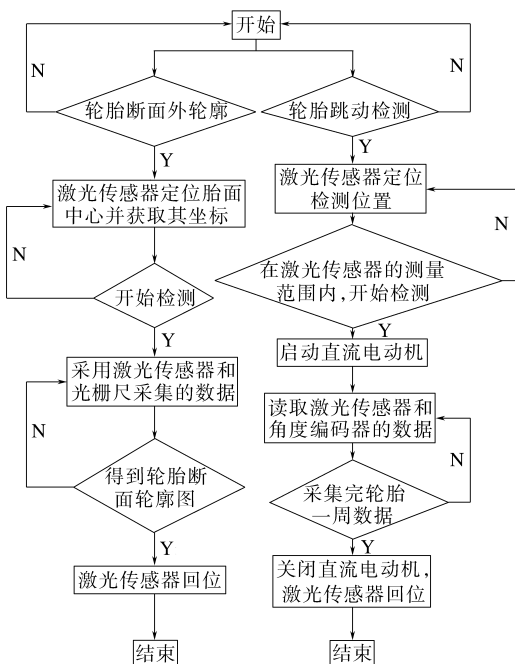


图3 检测系统工作流程

产的 KEYENCE LK-G150 型激光传感器, 该设备测量范围为 (150 ± 40) mm, 分辨率为 0.01 mm, 采样频率为 50 Hz, 能够满足测量要求。

2.2 激光传感器运动控制系统

激光传感器运动控制系统由上位机、步进电动机控制器和步进电动机组成。上位机通过 RS232 接口向步进电动机控制器发送命令, 步进电动机驱动激光传感器按设定路径进行扫描测量(见图4), 运动控制系统控制激光传感器沿 x 和 y 方向做直线运动和绕垂直于 xy 平面的轴做旋转运动, 激光传感器直线运动位置由 GS1300 型光栅传感器(苏州怡信光电科技有限公司生产)

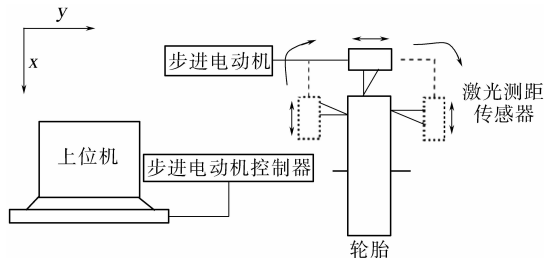


图4 激光传感器运动控制系统

确定, 转动位置由 MRSA01 型精密电控旋转台确定。

2.3 轮胎运动控制系统

轮胎运动控制系统由下位机(PLC)和直流电动机组成。轮胎跳动检测时, 下位机控制直流电动机带动轮胎旋转, 激光传感器在设定位置进行扫描测量, 轮胎旋转角度由 BV58N-10L02R6A-3600 型旋转编码器(英国邦森公司生产)进行控制。

2.4 数据采集系统

激光传感器测量时具有高实时性, 且采集的数据量大, 本系统采用 PCI-1741U 数据采集卡[研华科技(中国)有限公司生产], 用来采集激光传感器、光栅尺和旋转编码器的数据信号。

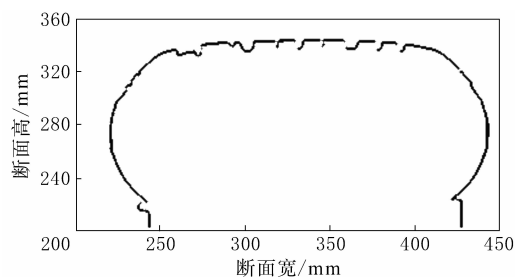
3 数据处理与分析

3.1 滤波

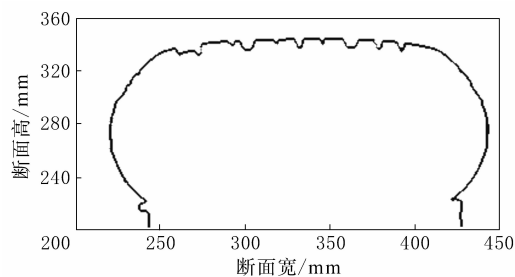
由于轮胎表面复杂的花纹以及运动装置的振动均会对采集到的信号产生干扰, 因此必须对原始信号进行处理。对于信号中的杂点, 本工作采用限幅滤波进行处理^[5]。图5示出了采集到的断面轮廓和跳动的原始波形以及经过滤波后的波形。从图5可以看出, 限幅滤波可以满足要求。

3.2 平滑处理

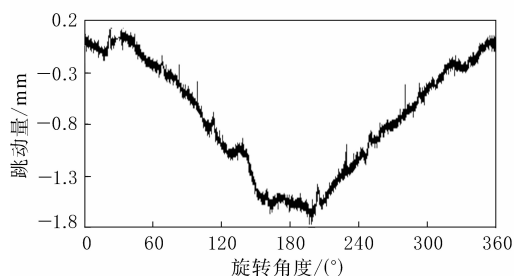
轮胎断面轮廓检测中, 由滤波后的点数据直接生成的轮胎断面轮廓曲线包含许多锯齿状的折线, 需要进行进一步平滑处理。本研究利用 Bezier 曲线拟合方法对滤波后的数据进行平滑处理^[6]。平滑前后轮胎胎侧和胎面花纹沟对比如图6所示。从图6可知, 平滑处理不会产生额外的误差。



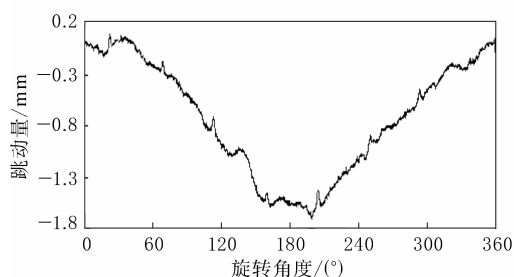
(a)原始断面



(b)滤波后断面



(c)原始跳动波形

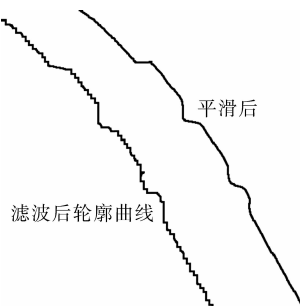


(d)滤波后跳动波形

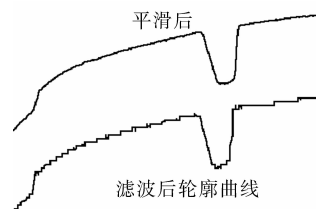
图5 滤波前后轮胎断面轮廓和波形对比

3.3 去除趋势项

轮胎跳动检测中,由于机械系统制造误差,造成数据信号中存在趋势项,如图7所示。根据趋势项的特点,本工作利用最小二乘法去除该趋势项^[7],去除趋势项后的结果如图8所示。从图8可以看出,利用最小二乘法可以有效去除信号中的趋势项。



(a)胎侧花纹沟



(b)胎面花纹沟

图6 平滑前后胎侧和胎面花纹沟对比

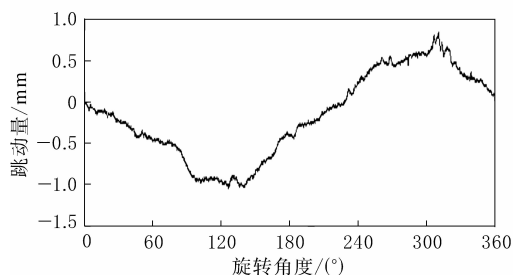


图7 含有趋势项的波形

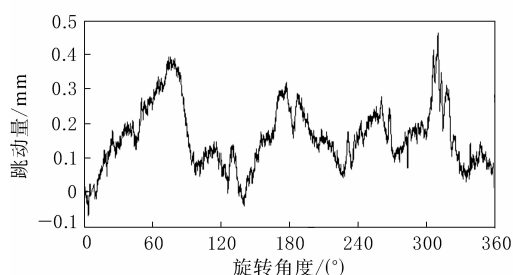


图8 去除趋势项后的波形

3.4 重复性分析

对某品牌 215/65R16 轮胎进行了断面轮廓检测和跳动检测。检测时,轮胎充气压力为 300 kPa。为检验系统的重复性,对某一断面进行重复测量(见图9),并对轮胎断面宽和胎面弧高最大值以及5条纵沟花纹深度进行重复性分析。轮胎胎侧和胎面跳动检测位置如图10所示。

轮胎断面轮廓和跳动重复性检测结果如表1

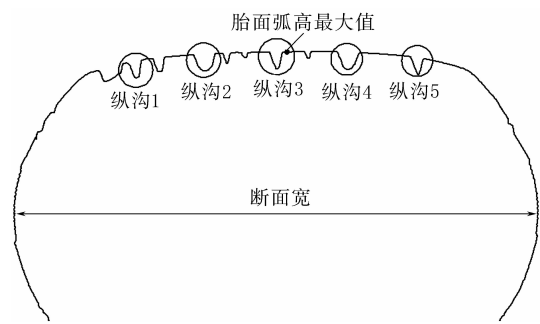


图 9 轮胎断面轮廓检测位置

所示。从表 1 可知,检测数据的最大方差为 0.001,检测结果重复性好,说明该检测系统精度满足工程要求。

4 结论

本工作研制的轮胎外形轮廓检测系统可以用来检测轮胎断面轮廓和跳动量,实现了自动化检测,精度高,运行稳定,满足轮胎检测的要求,投入使用后将会对轮胎的设计和生产起到重要作用。

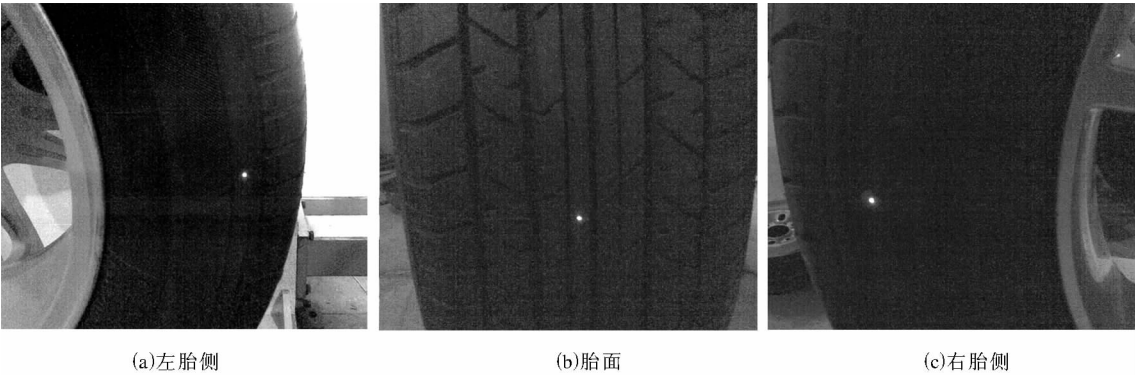


图 10 胎面和胎侧跳动检测位置

表 1 轮胎断面轮廓和跳动重复性检测结果

项 目	测试序次					波动幅值	均值	方差×10 ⁵	标准差
	1	2	3	4	5				
断面宽	223.982	223.984	223.997	224.003	224.007	0.025	223.994	12	0.011
胎面弧高最大值	342.686	342.682	342.684	342.687	342.678	0.009	342.683	1	0.003
花纹沟深度									
纵沟 1	7.125	7.106	7.049	7.069	7.110	0.076	7.092	99	0.031
纵沟 2	7.104	7.075	7.110	7.104	7.104	0.034	7.104	30	0.018
纵沟 3	7.139	7.126	7.109	7.142	7.112	0.033	7.126	20	0.015
纵沟 4	7.263	7.254	7.251	7.322	7.293	0.071	7.277	90	0.030
纵沟 5	7.257	7.182	7.221	7.247	7.266	0.084	7.235	100	0.033
胎面跳动量	0.440	0.442	0.426	0.423	0.444	0.020	0.435	9	0.009
左胎侧跳动量	0.559	0.572	0.570	0.561	0.566	0.013	0.566	3	0.005
右胎侧跳动量	0.438	0.441	0.451	0.451	0.449	0.013	0.446	4	0.005

参考文献:

[1] 余双玉. 轮胎均匀性及其影响因素[J]. 轮胎工业, 2008, 28 (8): 463-469.

[2] Pastoriu, Walt. Laser Sensors in the Tire Industry[J]. Rubber World, 2004, 230(1): 294-303.

[3] 张彦君, 陈振喜. 基于测距原理的轮胎外形轮廓检测系统[J]. 青岛科技大学学报(自然科学版), 2009, 30(6): 545-549.

[4] Snow, Michael. The Role of Triangulation Sensors in Providing Non-contact Measuring Solutions to Tire Makers[J]. Rubber World, 2001, 223(1): 284-299.

[5] 丁玉美, 高西全. 数字信号处理[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2001: 101-106.

[6] 谷正气. 轿车车身[M]. 北京: 人民交通出版社, 2002: 143-159.

[7] 王广斌, 刘义伦, 金晓宏, 等. 基于最小二乘原理的趋势项处理及其 MATLAB 的实现[J]. 有色金属, 2005(5): 4-8.

Development of Inspection System for Tire Section Profile

WANG Guo-lin, LI Jun-qiang, ZHOU Shu-ren

(Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

Abstract: The tire section profile and run-out inspection system was developed based on the principle of distance measurement with laser triangulation method. This inspection system was composed of motion control system, data acquisition system and data processing system. The motion control system controlled the position and trajectory of the laser sensor. The data acquisition system acquired the coordinates of the selected points on the tire surface. The data processing system filtered and smoothed the collected data, and gave tire section profile and run-out curve. The experimental results showed that, the repeatability of the system was good, and the precision met the engineering requirements.

Key words: tire; section profile; run-out; laser triangulation method; inspection system

一种具有伸缩芯棒的橡胶挤出机机头

中图分类号: TQ330.4⁺4 文献标志码: D

由浙江百纳橡塑设备有限公司申请的专利(公开号 CN 102806649A, 公开日期 2012-12-05)“一种具有伸缩芯棒的橡胶挤出机机头”, 涉及的具有伸缩芯棒的橡胶挤出机机头包括内设橡胶流道的机体, 机体一侧设有进胶口, 机体前端设有口模, 口模上设有出胶口, 流道内设有芯棒, 芯棒前端从出胶口伸出, 芯棒与出胶口共同构成挤出口型, 芯棒前端沿轴向具有若干不同的截面, 芯棒可沿出胶方向伸缩, 芯棒中部外壁紧密配合套设有向后延展的护套, 护套后端密封固定在机体上, 护套为中空结构, 护套和机体共同构成了减少芯棒前后伸缩阻力的空腔。该发明利用可伸缩的变截面芯棒连续生产变截面的胶管。

(本刊编辑部 赵敏)

一种用于食品输送带的氯化

聚乙烯橡胶复合材料

中图分类号: TQ333.92; TQ336.2 文献标志码: D

由潍坊亚星集团有限公司申请的专利(公开号 CN 102850676A, 公开日期 2013-01-02)“一种用于食品输送带的氯化聚乙烯橡胶复合材料”, 涉及的用于食品输送带的氯化聚乙烯橡胶复合材料配方为: 氯化聚乙烯橡胶 80~120, 氧化镁 5~15, 超细碳酸钙 10~50, 钛白粉 1~5,

白炭黑 15~30, 硅烷偶联剂 0.5~3, 增塑剂 10~20, 白油 5~15, 有机过氧化物硫化剂 2~10, 助硫化剂 1.5~3, 橡塑除味剂 1~10。该食品输送带的力学性能完全满足 GB/T 23677—2009《轻型输送带》的要求, 同时具有无毒、无味、无害的特点, 各项卫生指标符合 GB 9685—2008《食品容器、包装材料用添加剂使用卫生标准》的要求。

(本刊编辑部 赵敏)

飞机应急门组合式橡胶密封带

中图分类号: TQ336.4⁺2 文献标志码: D

由西北橡胶塑料研究设计院申请的专利(公开号 CN 203008731U, 公开日期 2013-06-19)“飞机应急门组合式橡胶密封带”, 涉及的飞机应急门组合式橡胶密封带由1条渐变截面的L型密封带和1条齿型密封带组成, 适用于卡锁固定式应急门的密封。L型密封带安装在应急门外侧边缘, 齿型密封带安装在机身门框内侧边缘。在应急门门体向口框装入后闭合时, L型密封带可随应急门门体装入应急门口框产生最大12 mm的旋转压缩变形, 口框上固定的齿形密封带可产生最大2 mm的垂直压缩密封, 利用这两条密封带的组合变形对口框边缘形成遮挡, 以保证门体闭合后的水、气密封效果。

(本刊编辑部 赵敏)