

轮圈端径跳动的激光动态检测

李承志 李岸然

(山东省科学院激光研究所, 济宁, 272117)

摘要: 本文给出汽车及摩托车轮圈端、径跳激光检测仪器的研制原理及研究途径, 并介绍其结构设计概况。

关键词: 轮圈 端面跳动 径向跳动 CCD 器件

Dynamic measurement of axial and radial jitter of wheel rim by laser

Li Chengzhi, Li Anran

(Institute of Laser, Shandong Academy of Sciences, Jining, 272117)

Abstract: By means of optical and CCD image processing technique, a system for detection of the axial and radial jitter of wheel rim is introduced in this paper. With the system, the image of the wheel and the pattern shaded by the wheel are imaged on CCD sensor. According to the variations of the image and the shaded pattern, the axial and radial jitter can be calculated out. This paper gives out the main constructure of the detection system

Key words: wheel rim axial jitter radial jitter CCD sensor

一、引 言

汽车和摩托车轮圈之轮辋周缘装有轮胎, 通过轮辐的中心孔和螺栓孔与轮毂相联。易见轮圈的端面和径向跳动, 将在车辆行驶过程中产生附加的动载荷, 由此带来冲击和振动, 导致车辆功率消耗及机件寿命的降低。车轮轮圈的端径跳动量为车辆的一个主要性能指标。

车轮生产专业厂家, 极为重视轮圈端径跳的检测, 因为它是提高产品档次、促进规模和效益的重要手段。目前国内尚未有研制成功的仪器可供使用, 只有个别骨干企业引进的昂贵国外设备。中小工厂多采用样板手工靠逼检测部位、肉眼观测缝隙的方法实施检查, 极难控制质量。我们通过自己的科研实践, 已经探索出一条切实可行的研究途径, 并已完成整体方案的结构设计。

射激光波长的条件为: $SNR > 10/254$

参 考 文 献

- 1 Snyder J J. Appl Opt, 1980; 19(8): 1223
- 2 陆 宏, 姜铃珍, 耿完桢 *et al.* 激光技术, 1994; 18(4): 249
- 3 陆 宏, 姜铃珍, 耿完桢 *et al.* 哈尔滨工业大学学报, 1994; 26(5): 16

作者简介: 陆 宏, 男, 1967 年出生。讲师。主要从事非线性光学、激光技术研究。

二、仪器研制原理

检测应能实现轮圈运转过程中的跳动测量。为此,设置激光光束通过轮圈跳动的待测部位,在轮圈绕自身轴线运转中实施该部位端径跳动对光束的遮挡。被遮光信号的变动量,通过放大光路^[1]投影到光电转换器件 CCD^[2]光敏阵列面上,再经计算机的运算处理,从而显示跳动值。

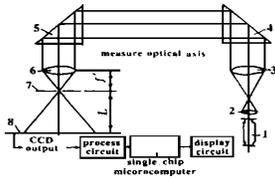


Fig. 1 The configuration of the detection system

研制仪器的工作原理如图 1 所示。

He-Ne 激光器 1 发出的激光束,经过望远系统 2, 3 扩展成平行光束,再经转象棱镜 4 后照射轮圈的待测部位。图 1 中所示检测光轴为图 2 中所示任一检测光轴。该光轴将照射图 2 轮圈上 A₁, A₂, B₁, B₂ 诸点中某点所在的圆。由此,图 2

中轮圈上 A₁, A₂ 所在的圆为轮圈端跳的两检测部位,而 B₁, B₂ 所在的圆为轮圈径跳的两检测部位。整个检测系统有四条图 1 中所示的检测光轴。图 1 中之棱镜 5 使照射待测部位后的光束转象射向投影透镜 6, 镜 6 将光束会聚于其焦平面处的狭缝 7 上,并通过狭缝将透射光束及轮圈被测部位投影于距离镜 6 为 (L + f') 的 CCD 光敏阵列面。被测部位遮挡光束的地方于阵列面处形成阴影。轮圈旋转时被测部位的端径跳动量在 CCD 阵列面处被放大,其放大倍数为 L/f'。f' 和 L 分别为投影透镜的焦距和象距。

CCD 上影象复盖的尺寸可由其所覆盖的光敏元的数目来确定。若影象覆盖 N 个光敏元,且光敏元间距为 S,则放大后的影象尺寸为 NS。由此,被测部位的遮光尺寸为 (NS)/(L/f') = NSf'/L。因 S, f', L 均为常数,故只要测定 N 即可确定待测部位的遮光尺寸。

当轮圈处于旋转状态时,每个瞬时,轮圈待测部位将处于不同的遮光位置。由测定 N 的变动量可确定待测部位的尺寸变动量。此可由 CCD 的输出,通过处理电路、单片机进行运算处理,并由显示电路显示其变动值。

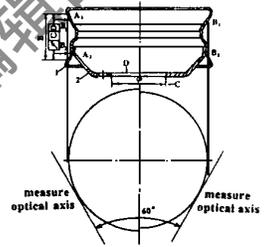


Fig. 2 The configuration of measurement optical path
A₁, A₂ - measurement points of lateral runout
B₁, B₂ - measurement points of radial runout

三、关于仪器检测精度的讨论

1. 激光光束抖动对检测精度的影响

检测过程中,轮圈的运转必然导致周围空气的扰动,检测附近空间又易于形成温度较高或较低的小空气团。这种空气扰动或小空气团穿过光束时实际上起了一个微弱透镜的作用,使光束“上下”或“左右”抖动。研制仪器光程较长,而且因适用于车间而环境较差,故光束抖动现象较为明显,由此影响了光束的直线性。用直线性较差的光束照射待测部位,自然会引影象位置的变化,同时会降低 CCD 上光束照度的均匀性,由此带来测量误差。研制方案中先将激光器输出的激光束通过一望远系统压缩其发散角并使其分成两路光,而后使其汇合后再用作检测光束。在分成的两路激光束中,通过调整其通过的光学元件,以减弱和补偿汇合后的激光束在“上下”、“左右”两个方向上的抖动,从而保证了检测精度指标的实现。具体光路,此不赘述。

2. CCD 光敏面安装误差与检测精度

CCD 器件的光敏阵列面为轮圈被检部位影象的接收平面, 它的精确定位及其与接收光轴的垂直度将为获取良好象质和避免产生附加畸变的关键。

由简单的几何分析可知, CCD 光敏面定位误差以及该面同光轴的倾斜, 都将导致不清晰成象或 CCD 光敏元上不应感光的地方而发生感光输出以及象距的变化, 从而形成计数错误或放大倍数的变动, 最终形成仪器的检测误差。为此, 对 CCD 器件的安装须能实现水平面内的位移和摆转, 高低位移以及俯仰等多方位的调整, 这要由仪器的结构设计来完成。

3. 轮圈待测部位的选择和检测时的精确定位

轮圈被检部位应选择轮圈跳动对车辆运行性能最具影响的特征点, 否则, 检测精度将无实际意义。检测轮圈的安装基准应该与轮圈装配在车辆上的定位基准重合。如此, 动态检测结果才能真实反映轮圈跳动对车辆运行性能的影响。研制实践证明, 被测件定位基准选择不当或者装夹结构设计不宜, 都将导致检测精度的显著下降或者无法实现检测。

图 2 中所示, A_1, A_2 和 B_1, B_2 分别为端跳和径跳检测点。因为轮辋 1 的外缘为装轮胎处, A, B 点的端径跳可以综合反映出车轮运转过程中的跳动情况。图中的孔 C 和端面 D 为车轮安装于车辆轮毂上的定位基准, 轮毂带动车辆运转, 故研制仪器拟定了孔 C 和端面 D 为检测定位基准的结构方案。

实践表明, 以上选择原则在实际检测中是正确和可行的, 并得到生产厂家的认可。对 $4J \times 13$ 之轮圈, 端径跳检测精度为 ± 0.15 。

四、仪器整体结构概述

为了在较为真实地模拟车辆运行状况下轮圈端径跳动的大小, 仪器总机设置了互成 60° 角度下的两个检测方位(见图 2)。其一检测 A_1, A_2 所在圆的端面跳动, 另一方位检测 B_1, B_2 所在圆的径跳。每一方位有上下两条检测光路, 共有四条检测光轴。

为适应同一仪器检测若干规格型号的轮圈, 仪器光学组件须能实施沿轮圈径向及轴向在一定范围内的精确位移, 且能实现在某一位置的迅速固定和锁紧, 并保证定位精度的重复性, 这些都在结构设计中予以充分的考虑。

研制仪器的总体结构方案拟定了激光发射及接收单元, 而将每一检测光轴的发射和接收单元装配成组件。组件内各器件间实施适宜的定位和调整。设计调整机构实现各组件沿轮圈径向和轴向的精确位移及可靠锁紧。手用气动楔块外涨式的夹紧机构, 在检测不同规格的轮圈时, 易于实现快速更换, 适应生产厂家车间检测之需要。

参 考 文 献

1 叶声华. 激光在精密计量中的应用. 北京: 机械工业出版社, 1980: 160~161

2 王庆有, 孙学珠. CCD 应用技术. 天津: 天津大学出版社, 1992: 118~122

*

*

*

作者简介: 李承志, 男, 1942 年 3 月出生。副研究员。长期从事激光检测仪器的研制。

收稿日期: 1995-08-08

收到修改稿日期: 1995-10-03

