

# 基于高质量线激光的高精度轮廓传感器

李振宇, 崔斌, 陈少杰, 陶卫

(常州高晟传感技术有限公司, 江苏 常州 213162)

**摘要:** 本作品针对现有激光轮廓传感器测量精度受线光源质量限制无法进一步提高的问题, 设计一种全新的激光发射光路, 将半导体激光器发出的高斯光束进行聚焦、准直、整形、展宽等处理, 得到能量分布更均匀、长宽比更高的线结构光, 同时搭配高分辨率的成像装置和独有的信号处理和标定算法, 获得更加精确的待测物表面三维信息。

**关键词:** 传感器;激光发射

## 1 背景介绍

激光轮廓传感器具有精度高、结构灵活、使用方便等优点, 广泛应用于国民经济各行业。在汽车及新能源领域, 实时测量汽车外形、发动机气缸、焊缝宽度、轴承尺寸等; 智能制造领域, 对工业器件的在线装配精度检测、表面形貌检测、划痕检测等; 国防航空航天领域, 发动机内径、航空构件外表面轮廓、火炮炮击针参数的高精度测量等。

## 2 作品简介

线激光轮廓传感器的基本原理为, 使用高准直度线结构激光作为主动光源, 投射到被测物体的表面上, 采用高灵敏度视觉传感器采集包含被测物体轮廓信息的激光条纹, 随后进行图像处理, 得到的激光线表示出被测物体的几何特征, 从而获得被测物体的表面形貌。

激光条纹的质量很大程度上决定了传感器所能达到的精度, 本作品通过改进激光发射模块, 优化光路结构, 获得一种能量分布均匀、长宽比较高的线结构激光。均匀的能量分布使得激光条纹能够更加准确的表示出待测物体的表面特征, 而更加细长的线激光则减少了线光斑自身宽度带来的误差。

采用激光轮廓传感器对金属量块宽度进行测试, 以分析重复性精度。首先采用我们提出的方法对传感器进行标定, 然后连续采集 15 张图像, 对每张图片采用所提出的数据处理算法进行处理, 最终得到重复测量精度为 0.38 $\mu\text{m}$ 。同时结合扫描装置实现光线在垂直条纹方向扫描, 采集三维轮廓信息, 经由 20 次重复性测试, 测得样机线性度可达 $\pm 0.27\%$ 。

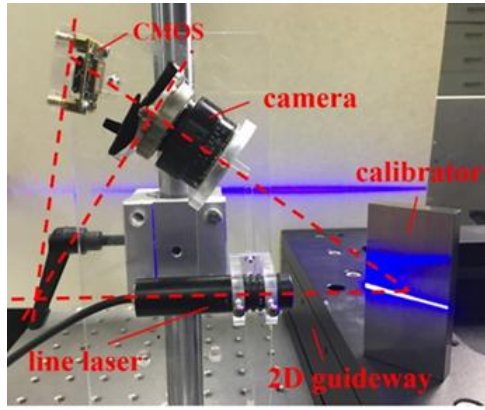


图1 硬件架构图

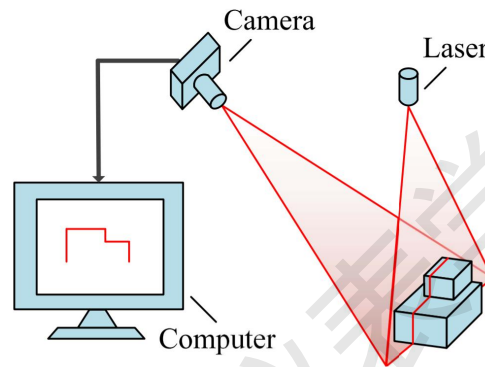


图2 功能示意图

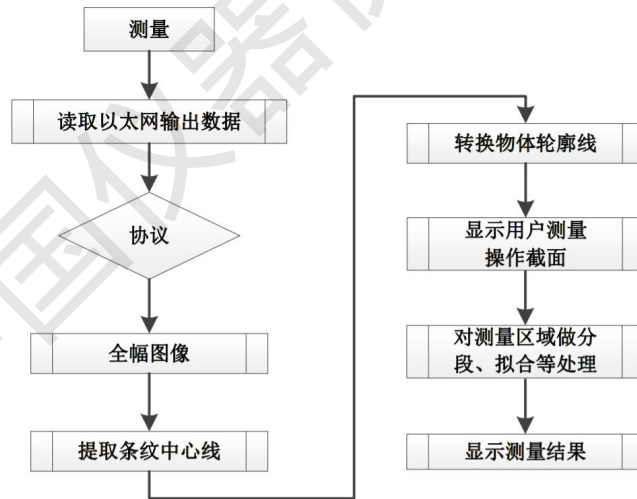


图3 传感器工作流程图

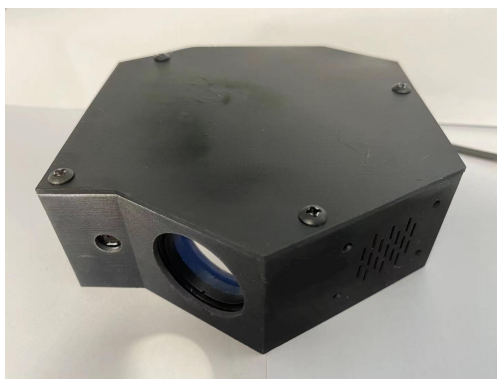


图4 传感器样机



图5 实物展示

### 3 创新点与优势

本作品的创新之处在于：通过设计一种特殊的激光光路，获得高质量的线结构光，使得线激光的能量分布均匀且细长，进而提高传感器的测量精度。相比日本基恩士的同类产品，本作品有以下两方面优势：

(1) 结构简便，通过在软件算法上对传感器进行性能调校，在激光条纹中心提取算法、条纹分割算法及标定方法方面进行优化，使之以较为简单的硬件配置条件达到与国外产品相似的测量精度。

(2) 接收器件配置灵活，为达到设定精度，基恩士产品仅能使用索尼等企业定制的接收器，且这些器件对国内限制进口，本作品的接收元件可以接受灵活的配置，适配国内市场能够买到的大部分接收器件，解决了进口元件卡脖子的问题。