基于机器视觉的 4 针母型线束插接端子同轴度自动检测系统

一. 成果完成人及所在单位：刘世民，赵保勇 机械与汽车工程学院 指导教师：钟铭恩

二. 成果简介：

在汽车线束中公母型端子因插接方便、牢固而被广泛使用，其中圆柱形端子在对接时对公母端同轴度要求较高，因此在生产过程中实时地对圆柱形端子进行同轴度质量检测是必不可缺的工艺。在东莞某线束加工企业生产中，由于先前采用人工视检存在误差大、效率低和产品同轴度质量稳定性差等问题，因此委托厦门海普锐科技股份有限公司为其提供智能化检测设备。鉴于此，本研究以线束加工企业大批量生产的 4 针公母型端子为研究对象，将机器视觉检测技术与智能化生产方法相结合，对插接端子同轴度加工质量进行实时监测与数据反馈。本研究重点提出了切分圆拟合自主检测算法，有效解决了端子金属压接圆圆度不足、传统检测算法与现有商业解决方案误差大且不稳定的问题。这项研究对提高圆柱形端子同轴度的质量稳定性具有重要意义，解决了端子同轴度难以自动化检测的难题，有效降低了企业用工成本，提高了生产效率。

三. 主要研究内容及创新点：

主要研究内容是对端子外侧金属压接圆（见图 1 中标识(1)）和内部注塑芯（见图 1 中标识(2)）的同轴度进行自动化视觉检测，解决线束端子同轴度人工视检效率低、稳定性差的问题。在研究中以 4 针公母型圆形端子（见图 1）为研究对象，结合机器视觉技术开发了一套智能化线束端子同轴度检测设备（见图 2），该设备同时也具备端子内芯深度检测功能。

在加工线束中该型号端子外侧金属压接圆（图 1 中标识(1)）由四部分圆弧组成，由于各圆弧在压接过程中经常难以均匀受力，因此加工后各圆弧并非严格位于同一圆上，即由四个圆弧所组成的圆的圆度不足。在此种情况下采用传统检测算法和其它现有商业化解决方案往往具有较大的检测误差，因此本研究提出了基于切分圆拟合的自主检测算法，改进了现有 Otsu 阈值分割算法，以投票法拟合金属压接圆的基圆，在单次系统标定下实现同种类多型号端子金属压接圆和内芯同轴度的高精度检测。

采用 C++语言和计算机视觉开源库（OpenCV）对自主算法进行设计与开发，使用 C#语言进行上位机开发，最终与机械和电气结构配合构建了汽车线束加工质量智能化检测设备。上线应用表明：该设备漏检率为 0.03%，误检率为 0.1%，单个端子检测耗时 0.085s，设备性能满足企业实际生产需求。

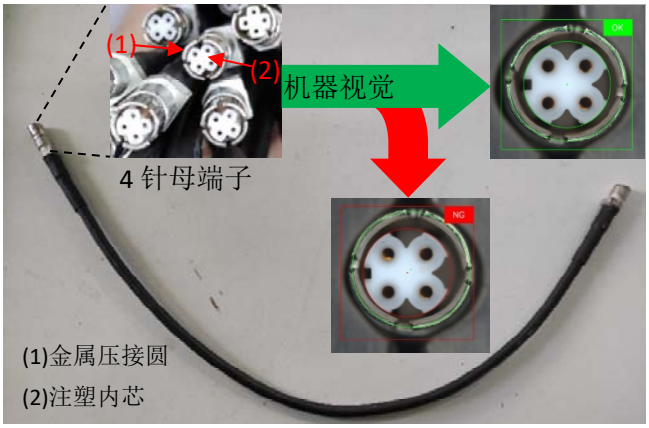


图 1　4 针母型线束端子及其检测效果图



图 2 设备实物图

四. 主要研究成果及应用情况

一种带掩膜的大津阈值化方法 （发明专利 • 已申请）
Mask-Otsu 图像阈值分割算法 （学术论文 • 投稿中）

研究成果已依托厦门海普锐科技股份有限公司交付客户使用且效果良好

联系人：刘世民，赵保勇　　电　话：17750632631　　Email:2388273911@qq.com

图 2 机器人上
测点分布图

图 1 现场测试图