

[新设备·新材料·新方法]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2014.04.019

基于直角坐标机器人的计量封印 自动化包装装置

李 博¹, 林岳凌², 谭振豪²

(1. 电子科技大学中山学院 机电工程学院, 广东 中山 528402;
2. 江门市大光明电力设备厂有限公司, 广东 江门 529100)

摘 要:针对计量封印产品自动化入盒包装的生产需求,设计了一种直角坐标机器人,其具有三轴运动结构,通过直线插补规划运动路径,采用气动吸盘作为末端执行机构。装置应用机器视觉检测技术识别封印条码,根据条码编码,PLC 控制机器人自动抓放封印到包装盒中指定位置。实验证明,该装置在精度、效率和稳定性上均达到了企业大批量自动化生产的应用要求。

关 键 词:直角坐标机器人;机器视觉;自动化;封印

中图分类号:TB486;TP23 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2895(2014)04-0077-03

Automatic Packing Device of Seal Based on Cartesian Robot

LI Bo¹, LIN Yueling², TAN Zhenhao²

(1. College of Mechanical and Electrical Engineering, Zhongshan Institute of University of Electronic Science and Technology of China, Zhongshan, Guangdong 528402, China;

2. Jianmen DGM Electric Power Equipment Factory Co., Ltd, Jianmen, Guangdong 529100, China)

Abstract: According to the automatic packing requirement of seal product, a kind of cartesian robot was developed, which consisted of 3 motion shafts. In the robot, the vacuum chuck was used as an end effector, which moved along the planning path by the linear interpolation. The machine vision technique was applied to recognize the barcode of seal. According to the barcode, the robot which was controlled by PLC grasped the seal to the fixed position of the packing box. The experiment proves that the device can meet the requirement of mass production in precision, efficiency and stability.

Key words: cartesian robot; machine vision; automation; seal

计量封印主要用于封锁电力计量装置^[1-3],达到防窃电的目的,其主要采用一维码(code 128)、二维码(PDF417、QR code、Data Matrix)等作为防伪特征。为避免供电企业在实际使用中误用产品,封印产品在生产线上包装时必须按照条码的编码顺序放入包装盒的指定位置。以往此项包装入盒工序由人工完成,将封印产品按照防伪条码的编码顺序在流水线上传输,工人依次逐个抓取封印放入包装盒内,其劳动强度较大,工作效率较低,而且容易造成产品放错位置的现象。

本文研究一种基于直角坐标机器人的计量封印自动化包装装置,应用机器视觉检测技术识别封印条码数据,然后由直角坐标机器人将流水线上的封印抓放到包装盒内条码数据对应的位置上。该装置可以取代包装生产线上的人工作业,提高了生产效率,而且流水线上的封印产品即使不按条码的编码顺序传输,也不会出现位置的误放。

1 系统方案分析

本项目的计量封印在包装盒中的情况如图1所

收稿日期:2014-04-17;修回日期:2014-05-20

基金项目:广东省教育部产学研结合项目(2011B090400106);中山市科技计划项目(20123A313)

作者简介:李博(1977),男,广东茂名,讲师,工学硕士,主要从事机器视觉检测技术、虚拟仪器技术应用的研究。E-mail: superblee@163.com

示,产品表面有条码标签及编码,按编码顺序放置在包装盒中。计量封印自动化包装装置的系统技术方案如图2所示,封印产品与包装盒分别在2条流水线上传输,采用光电传感技术检测到它们后,PLC产生触发信号使处于封印上方的相机采集条码图像输入计算机,由系统检测软件识别条码的编码数据,并且控制气缸推动夹具分别定位、夹紧封印产品和包装盒。由图1可知,每个包装盒中封印的条码编码的最后一位均为:1,2,3,……9,0;根据这个数字即可确定封印在包装盒中的位置。PLC控制直角坐标机器人运动,从流水线上固定位置抓取封印产品,根据其条码编码放入包装盒中指定位置。包装盒装满产品后,气缸将其推出夹具,进入包装出货工序。



图1 计量封印在包装盒中

Figure 1 Seal in the packing box

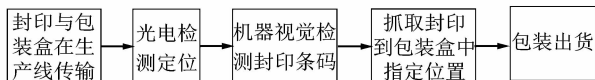


图2 系统技术方案

Figure 2 Technical scheme of system

2 系统原理

计量封印自动化包装装置主要由直角坐标机器人、机器视觉检测系统和PLC运动控制3个部分组成。

2.1 直角坐标机器人结构

直角坐标机器人主要由直线运动轴组成^[4-6],各个运动轴通常是形成直角坐标系的X轴、Y轴和Z轴,X轴和Y轴是水平面内的运动轴,Z轴是上下运动轴;利用直线运动单元间的各种组合可构成从简单的二维机器人到复杂的五维机器人。直角坐标机器人具有负载能力强、高可靠性、高速度、高精度和应用范围广的特点,而且可适用于恶劣的工作环境,操作、维修方便。本项目设计的直角坐标机器人的结构如图3所示,具有水平方向的X轴,横向的Y轴,以及安装在Y轴上的、竖直方向的Z轴;3轴均采用滚珠丝杆传动,行程

300 mm,重复定位精度 ± 0.02 mm;每根轴上的轴向运动均通过导杆导向,并采用直流伺服电机驱动,从而精确地实现速度曲线控制、运动定位及保证运动过程的稳定。机器人的末端执行机构分为吸附与夹持两大类^[7],由于计量封印是表面光滑的塑料材质,因此,采用气动吸盘作为抓放产品的执行机构,将其安装在Z轴上。

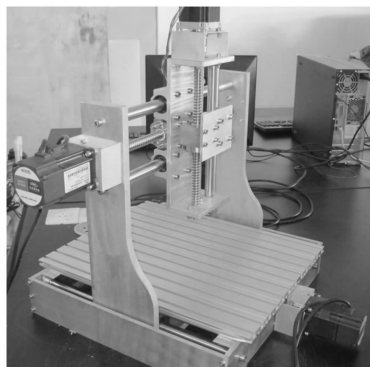


图3 直角坐标机器人结构

Figure 3 Structure of cartesian robot

2.2 机器视觉检测条码

机器视觉检测条码主要通过相机采集条码的图像^[8-9],然后由计算机软件解码程序识别条码信息。采用维视图像的工业数字相机MV-1300,分辨率为 1280×1024 ,相机安装在封印传输生产线上方,当红外光电传感器检测到封印出现后,PLC发出外触发信号控制相机采集条码图像。条码检测软件是应用虚拟仪器开发平台LabVIEW结合Ni Vision工具包开发而成,检测流程如图4所示。

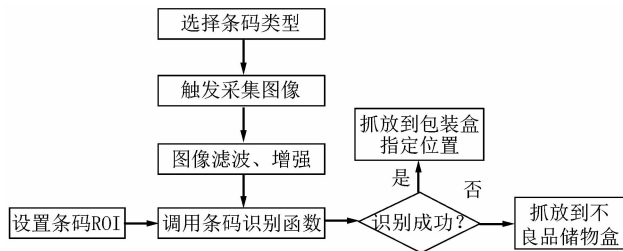


图4 封印条码检测流程

Figure 4 Recognition process of seal barcode
检测的具体方法如下:

1) 检测前在软件中设定待检封印的条码类型,有一维码(code 128)、二维码(PDF417、QR code、Data Matrix)等4种类型选择。

2) 根据生产线上的封印在光电检测后采集到的图像,设置条码识别的ROI(Region Of Interest 感兴趣区域),并将ROI信息保存到硬盘中。

3) 生产线上的机器视觉检测系统处于待机状态,当光电传感器检测到生产线上封印产品传输到指定位置后,PLC 向机器视觉系统发出触发信号进行图像采集;软件程序对条码图像进行滤波、增强后,调用 ROI 信息及条码图像识别函数完成条码识别,识别结果如图 5 所示。



图 5 封印条码识别结果

Figure 5 Recognition result of seal barcode

4) 对于条码识别成功的封印,PLC 控制直角坐标机器人根据条码编码的最后一位数字将封印抓放到包装盒的指定位置;对于识别失败的封印,则抓放到不良品储物盒中。

2.3 运动控制原理

1) 运动控制功能。主要包括:直角坐标机器人运动轨迹规划、精确的点位控制,以及气动吸盘对封印的抓取和放开。为加快机器人抓放封印的运动速度,需要对各轴的运动轨迹进行合理的规划,以缩短运动距离,减少运动时间,提高整体工作效率。机器人抓放封印的运动路径为:从定位、夹紧封印的位置运动到包装盒上放置封印的多个指定位置,或者运动到不良品储物盒。最短的运动路径是两位置间的直线运动,因此,需要对作平面运动的 X 轴、Y 轴两个方向进行直线插补,Z 轴方向是抓放封印时的上、下运动方向。

2) 运动控制的流程。①预设被定位、夹紧的封印正上方一定高度为坐标原点,通过测量确定各个运动路径终点的坐标值。启动后,PLC 控制机器人气动吸盘运动复位到坐标原点。②机器视觉检测系统识别条码编码后,通过 ModBus 协议和串行口与 PLC 控制器通信,根据所识别条码编码的最后一位数字,向 PLC 发送选择运动路径的指令。③PLC 发出控制指令使机器人按照预设的运动路径运行,Z 轴上的气动吸盘向下运动到封印表面,真空设备启动抽吸,使吸盘内产生负压将封印吸住并提升到一定高度,X 轴、Y 轴联动按照直线插补方向运动到指定位置,使气动吸盘下行、充气将封印放下。④PLC 控制机器人运动复位进行下一

次的搬运,当整盒封印放置完成后,PLC 控制气缸运动将包装盒从定位夹具中顶出,进入到包装出货工序。

3 应用运行试验

将本项目计量封印自动化包装装置应用于生产线上进行运行试验,如图 6 所示。在生产线上,分别抽取 1 000 盒 4 种不同类型条码(一维码 code 128,二维码 PDF417、QR code、Data Matrix)的计量封印进行自动化入盒包装试验。试验结果:条码检测识别成功率 100%,封印抓放成功率 99.3%,平均每盒包装的效率比人工操作提高了 55%。实验证明,该装置在精度、效率和稳定性上均达到了企业大批量自动化生产的应用要求。

4 结 语

将直角坐标机器人技术应用于计量封印的生产线上,通过 PLC 控制的运动路径规划,可以将封印从传输生产线上自动抓放到包装盒内指定位置,运动具有平稳、精确、高效的特点,可以取代人工作业,有利于计量封印生产线的技术升级、改造。

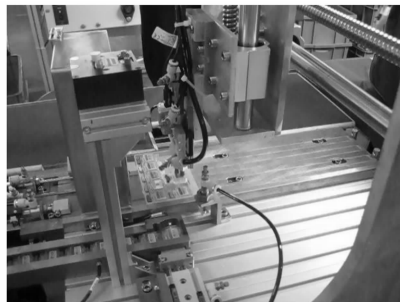


图 6 生产线上应用运行试验

Figure 6 Application experiment in production line

参考文献:

- [1] 鲁观娜,向征,刘晶,等. 智能防伪封印在电力市场中的应用[J]. 华北电力技术,2008(5):17-20.
- [2] 彭金萍,李福安,王艳玮. 基于二维码的电能表防伪封印研制[J]. 电测与仪表,2006,43(9):33-36.
- [3] 彭楚宁,刘晶,鲁观娜. 封印管理体系设计及应用[J]. 华北电力技术,2010(3):31-34.
- [4] 李刚,周文宝. 直角坐标机器人简述及其应用介绍[J]. 伺服控制,2008(9):72-75.
- [5] 张志远,李琪,毕海深. 基于直角坐标机器人的软袋再包装自动上料系统[J]. 制造业自动化,2012,34(3):11-14.
- [6] 杜光月,陈伟,王亚丽. 基于直角坐标的象棋机器人系统设计[J]. 机器人技术与应用,2013(3):34-36.
- [7] 高德. 包装机械设计[M]. 北京:化学工业出版社,2005:326-330.
- [8] 李博,李仕奇,谭振豪. 基于机器视觉的封印产品防伪条码在线检测系统[J]. 制造业自动化,2013,35(7):62-64.
- [9] 包来根. 视觉系统在包装线上对标签监控的运用[J]. 机电信息,2010(8):40-42.