

基于PLC和HMI技术的腊肠绳结自动切除系统设计

黄信兵¹, 邓兴龙²

(1. 中山职业技术学院 机电工程学院, 广东 中山 528404;

2. 中山市龙宁自动化设备有限公司, 广东 中山 528437)

摘要: 针对目前人工剪切腊肠绳结存在的剪切速度慢、劳动强度大、切面不规则等问题, 基于PLC和HMI控制技术, 研发一种可自动切除腊肠绳结的系统。通过对腊肠运动过程分析, 提出基于PLC和伺服驱动控制技术的腊肠输送系统; 通过对腊肠绳结部分结构的分析, 提出了一种机械结构+传感器的绳结检测方案。实际生产应用表明, 该系统在提高生产效率、降低生产成本、提升产品美观和卫生性等方面比传统人工的剪切绳结方式具有明显优势, 符合当前制造业发展趋势, 市场应用前景广阔。

关键词: 腊肠绳结; 切除; 伺服电机; 可编程序逻辑控制器; 齿轮传动

中图分类号: TP23

文献标识码: A

DOI: 10.19457/j.1001-2095.dqed19599

Design of Automatic Resection System for Sausage Knot Based on PLC and HMI Technology

HUANG Xinbing¹, DENG Xinglong²

(1. School of Mechanical and Electrical Engineering, Zhongshan Polytechnic, Zhongshan 528404,

Guangdong, China; 2. Zhongshan Longning Automation Equipment Co., Ltd.,

Zhongshan 528437, Guangdong, China)

Abstract: Aiming at the problems of slow shearing, high labor intensity and irregular cutting surface of artificially cut sausage knots, a kind of automatically cutting the sausage knot system based on PLC and HMI control technology was developed. Based on the analysis of the movement process of the sausage, a sausage transport system based on PLC and servo drive control technology was proposed. By analyzing the structure of the knot of the sausage, a knot detection scheme of mechanical structure+sensor was proposed. Practical application shows that the system has obvious advantages over traditional manual shear knot in improving production efficiency, reducing production costs, improving product aesthetics and hygiene, etc. In line with the current development trend of manufacturing industry, it has broad market application prospects.

Key words: sausage knot; resection; servo motor; programmable logic controller(PLC); gear drive

广式腊肠以甘香浓郁、食用方便、容易保存等特点, 深受人们喜爱。根据腊肠生产工艺, 肉馅原料灌入肠衣再经晾晒烘烤而成, 由于肠衣长度较长, 故需要使用绳子对灌肠后的腊肠进行打结分段, 然后进行烘培、切绳结、包装^[1]。目前, 腊肠的绳结均是使用剪刀手工切掉, 存在劳动强度大、生产效率低、卫生性差、切割面不规则等缺点。在调研分析、不断论证的基础上, 提出了一

种基于可编程序逻辑控制器(programmable logic controller, PLC)和人机接口(human machine interface, HMI)技术的可实现自动切绳结、数量统计、随腊肠直径尺寸可调的腊肠绳结切除自动化系统^[2-3]。

1 系统结构设计

腊肠绳结自动切除系统包括前输送系统、绳

结检测装置、绳结切除机构、后输送系统等。前输送系统沿腊肠的长度方向输送腊肠,检测装置检测到绳结后,切除机构横向切过绳结两端,再由后输送系统将切结后的腊肠送入收肠箱,在2个输送系统之间留有1个切刀孔,用于安装绳结切除刀具。系统结构如图1所示。

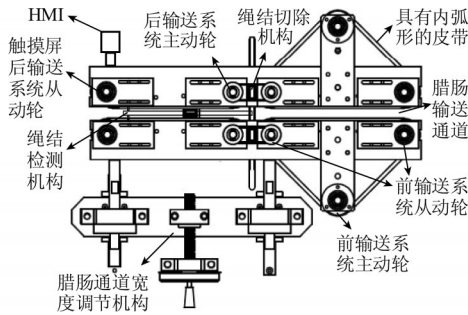


图1 腊肠绳结自动切除系统平面结构图

Fig.1 Planar structure chart of sausage knot automatic removal system

1.1 前输送系统

前输送系统的主要功能是把腊肠输送到合适位置,使得绳结位于切刀空中间,包括2组分别位于腊肠输送通道两侧皮带输送机构。皮带输送机构由1个主动轮、2个从动轮和具有内弧形的塑料皮带组成,主动轮和从动轮之间成三角形关系,可避免传动皮带打滑,提高皮带的传动平稳性,见图1。伺服电动机通过齿轮组分别输出至2个输出轴,2个输出轴分别通过万向联轴器连接至前输送系统2组皮带输送机构的主动轮,如图2、图3所示^[4-5]。

当腊肠进入腊肠输送通道内时,腊肠两侧均被具有内弧形的输送皮带压紧,在HMI上点击启动按钮,伺服电机启动,在输送皮带带动下,腊肠沿着长度方向前进,输送平稳、可靠,保证输送的精度。

1.2 绳结检测机构

绳结检测机构的主要功能是检测绳结,并停止输送系统。根据腊肠绳结处的结构形状、绳结捆绑的特点,选择了传感器检测、视觉检测、机械+传感器检测等多种绳结检测方案,通过对比试验,最终选择了机械+传感器检测的方案。机械检测装置采用一端是弯钩头、另一端开有圆形孔形的杠杆,该圆形孔两侧安装对射式光电传感器。在腊肠输送过程中,钩头与腊肠体接触时,杠杆钩头被抬起,光电传感器光路被阻断;当钩头与绳结两端接触时,杠杆钩头下落,光电传感器光路通过圆形孔接通,由此判断绳结到达切刀位置,停止输送系统动作。

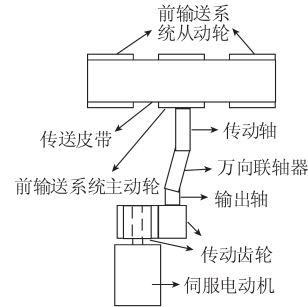


图2 皮带输送机构结构图

Fig.2 Structure diagram of belt conveying mechanism

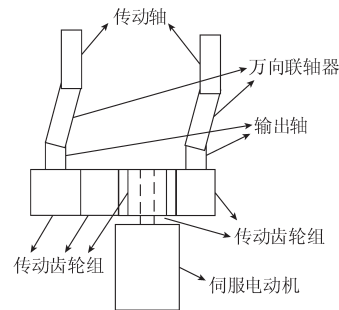


图3 前输送系统驱动机构结构图

Fig.3 Structure diagram of driving mechanism for front conveying system

1.3 绳结切除机构

绳结切除机构主要功能是一次性把绳结切除,包括2组切刀和切刀驱动装置,每组切刀有3把切刀,它们以环状形式均匀安装在位于切刀孔两侧的刀盘上,2个切刀之间的间隔与相邻腊肠之间的绳结对应,刀盘由伺服电机通过皮带传动进行驱动,具体结构如图4所示。当完成绳结检测后,伺服电机转动1/3圆周,2个切刀能够同时转动对绳结的两端进行快速切断。

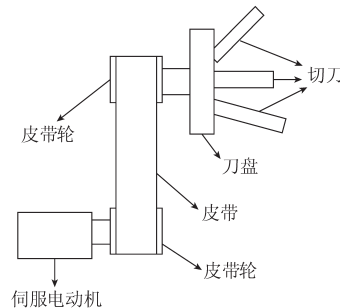


图4 绳结切除机构结构图

Fig.4 Structure diagram of knot removal mechanism

1.4 后输送系统

后输送系统的主要功能是把切掉绳结的腊肠输送到收肠箱中,包括2组分别位于腊肠输送通道两侧的后皮带输送机构,主要由主动皮带轮、从动皮带轮和具有内弧形的输送皮带组成。后输送系统主动皮带轮通过同步传动带与前输

送系统的从动轮相连,使得前输送系统和后输送系统的输送速度保持相同,保证输送的精准度及平稳性,其结构如图5所示。

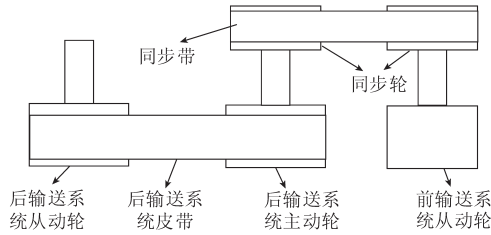


图5 后输送系统结构图

Fig.5 Structure diagram of rear conveying system

1.5 腊肠输送通道宽度调整机构

考虑到不同规格腊肠的直径不同,需要能够调节腊肠输送通道宽度。在图1中,2个前输送系统的2个从动轮和后输送系统的2个皮带轮安装在同一个安装板上,调节腊肠通道宽度就是调节2个安装板的距离。经过多方案测试,选用机械装置调距的方式,具体结构如图6所示。转动手柄时,螺纹板随着丝杠前后移动,进而通过安装板带动2个滑块在直线导轨上移动,从而调节安装板之间的距离^[6-7]。在调整腊肠通道宽度时,前输送系统从动轮会发生位置变化,在伺服电动机不动的情况下,前输送系统主动轮通过万向联轴器的转动使其位置发生变化,从而保证主动轮、从动轮三者之间的位置关系不会发生变化。

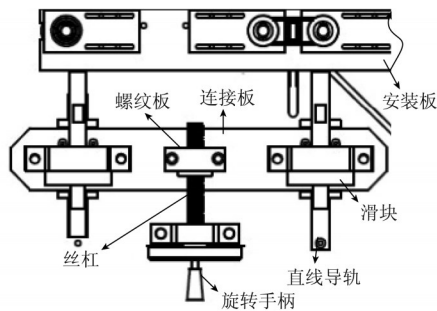


图6 腊肠输送通道宽度调整机构结构图

Fig.6 Structure diagram of width adjustment mechanism for sausage conveying channel

1.6 过程控制

系统的动作控制均通过HMI进行,通过点击HMI上相应按钮,可实现系统的连续动作、单步运行、紧急停止等功能,同时可显示生产速度和生产数量。

2 硬件设计及I/O分配

PLC以其高可靠性、强抗干扰能力、低故障率、高性价比等特点,在自动控制设备/系统中应用越来越广泛。根据系统输入、输出的点数,选

择三菱FX2N-16MT-D型PLC,其具有16个I/O点基本单位、晶体管输出、直流24V输出。

HMI以其良好的人机交互效果在自动化系统中得到快速发展,选择昆仑通态TPC7062TX触摸屏作为人机交互接口,并设计人机交互界面。

2.1 PLC地址分配

根据系统的功能要求和动作原理,PLC I/O分配表如表1所示;触摸屏界面元件与PLC地址对应如表2所示^[8]。

表1 PLC I/O分配表

Tab.1 PLC I/O distribution table

类别	PLC元件	作用
输入	X0	光电传感器,检测腊肠绳结
	X1	光电传感器,检测收肠箱
	Y0	前输送系统伺服电机脉冲
	Y1	前输送系统伺服电机方向
输出	Y2	绳结切除机构伺服电机脉冲
	Y3	绳结切除机构伺服电机方向
	Y4	绿色显示灯,表示系统工作正常
	Y5	红色显示灯,表示系统出现故障
	Y6	黄色显示灯,需要更换收肠箱

表2 触摸屏界面各元件与PLC地址对应关系

Tab.2 The corresponding relationship between components of touch screen and PLC address

名称	输入地址	输出地址
单步/连续切换		M0001
启动按钮		M0002
停止按钮		M0003
急停按钮		M0004
复位按钮		M0005
皮带运动		M0006
切结		M0007
生产速度显示	D100	
生产数量显示	D101	

2.2 硬件接线

腊肠绳结自动切除系统的硬件接线图如图7所示^[9-10]。TPC7062TX触摸屏通过COM口经RS232/RS485转换器与FX2N-16MT-D型PLC的编程口连接,具体如图8所示^[11-12]。

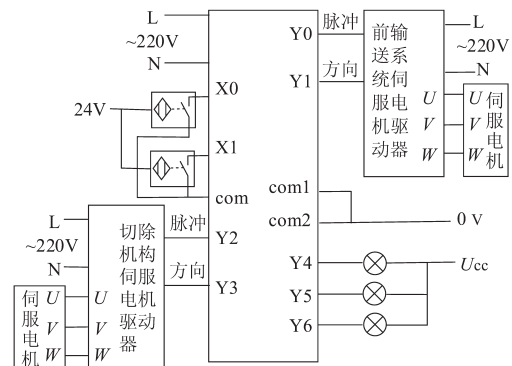


图7 PLC硬件接线图

Fig.7 PLC hardware wiring diagram

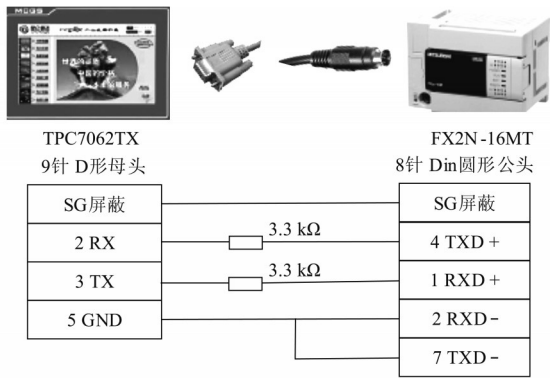


图8 PLC与触摸屏连接图

Fig.8 Connection diagram of PLC and touch screen

3 软件设计

根据系统的控制功能和I/O分配,系统的软件设计流程图如图9所示^[13]。在程序中采用了断电保持计数器C101,C102,以确保再次启动后能够从断电前的状态继续计数。

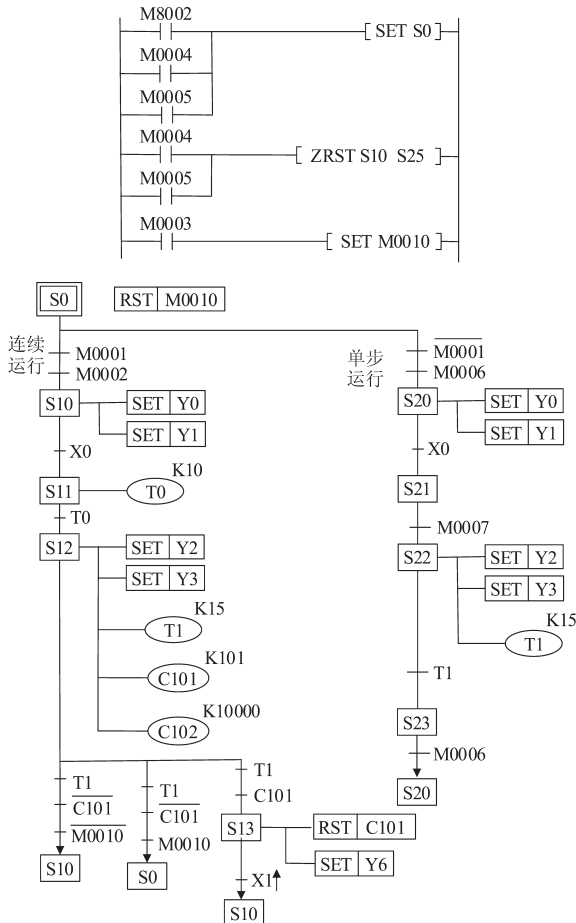


图9 腊肠绳结自动切除系统控制流程图

Fig.9 Control flow chart of automatic resection system for sausage knot

腊肠绳结自动切除系统触摸屏控制界面如图10所示。

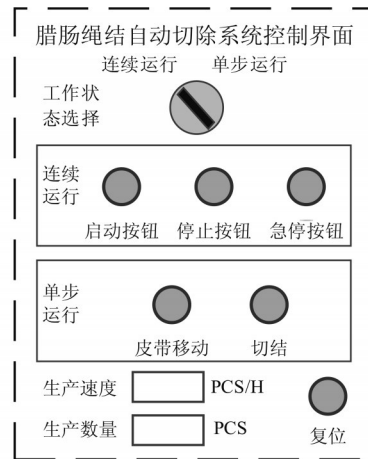


图10 腊肠绳结自动切除系统触摸屏控制界面

Fig.10 Touch screen control interface of automatic resection system for sausage knot

4 测试结果及分析

通过合适的通信端口,将编译好的程序下载到PLC中。将腊肠放入腊肠输送通道口后,在HMI上选择“连续运行”,点击HMI上的启动按钮,PLC控制前输送系统伺服电机动作,腊肠在皮带带动下沿腊肠长度方向移动,当绳结检测机构检测到绳结后,前输送系统伺服电机停止动作,绳结切除机构伺服电机启动,同时PLC内部计数器进行计数;切结完成后,前输送系统伺服电机再次启动,将已切结的腊肠经后输送系统送入收肠箱,同时前输送该系统带动未切结的腊肠继续运动。该系统已在某公司应用,其与人工剪切腊肠绳结对比情况如表3所示。

表3 腊肠绳结自动切除系统与人工对比情况

Tab.3 Comparison of the automatic resection system and artificial contrast of sausage knot

测试项目	生产效率	切口外观	成本	卫生性
人工操作	900条/小时/人	不一	25元/小时/人	较差
系统操作	2000条/小时	平整、规则	12元/小时	较好

可以看出,该系统生产效率比人工高1倍左右,节约总体成本50%左右,切口美观程度、卫生性等均有很大提升,同时可适应于多种直径的腊肠,具有箱满自动报警、数据统计直观等功能,应用效果良好,符合设计要求。

5 结论

1)用人工的方式切除腊肠绳结的不可控因

素较多,腊肠品质和装箱数量均难以控制,不能满足提高腊肠档次的需求。

2)腊肠绳结自动切除系统采用PLC为控制核心,以触摸屏作为人机交互界面,结构合理,操作方法简便可靠,具有较强的灵活性,为控制系统的设计提供了方便,缩短了产品开发周期。

3)采用该系统以后,排除了人工因素,提高了生产效率,降低了生产成本,具有较好的经济效益和社会效益。

参考文献

- [1] 杨锡洪,伍宏伟,程雨晴,等.广式腊肠加工新技术研究进展[J].食品与机械,2014,30(6):229-232.
- [2] 王云刚,陈文燕.基于MCGS和PLC的水位自动控制系统设计[J].测控技术,2014,33(1):96-98,103.
- [3] 周波,周杰,左武胜.基于PLC的动涡盘孔自动塞堵机设计[J].组合机床与自动化加工技术,2018,60(8):164-166,170.
- [4] 胡良辉,杜鹏飞,尤德.一种钢筋弯曲设备的伺服电机控制设计[J].电机与控制应用,2017,44(12):43-46.
- [5] 裴一飞.基于PLC的液晶屏上料机电控系统设计与研究[D].太原:中北大学,2017.
- [6] 许向荣,宋现春,鹿群鹏,等.双丝杠驱动直线导轨进给单元轴向刚度与有限元模态分析[J].组合机床与自动化加工技术,2016,58(9):5-8.
- [7] 何用辉.自动化生产线安装与调试[M].北京:机械工业出版社,2017.
- [8] 黄信兵,刘小娟.基于PLC的脐橙分拣及装箱自动系统设计[J].广东农业科学,2013,40(15):183-184,206.
- [9] 刘成伟,闻娜,沈海军.基于PLC的旋转型液体灌装机控制系统研究[J].食品工业,2017,38(12):204-206.
- [10] 张敏,林锦坤.基于PLC的压敏电阻磨片生产线的设计与实施[J].制造技术与机床,2018,68(8):109-112,117.
- [11] 魏强.基于HMI和PLC的滴灌模糊控制系统研究与设计[D].佳木斯:佳木斯大学,2016.
- [12] Khakhi Muhammad Faheem, Shabir Muhammas Faisal, Salman Muhamw. Drugstore Control System Design and Realization Based on Programmable Logic Controller (PLC) [D].南京:南京理工大学,2017.
- [13] 汤自春.PLC技术应用(三菱机型)[M].第3版.北京:高等教育出版社,2015.

收稿日期:2018-10-15

修改稿日期:2019-01-04

作者告知书

本刊自2019年8月起,加入OSID(英文全称open science identity,简称OSID)开放科学计划。OSID开放科学计划是由国家新闻出版署出版融合发展(武汉)重点实验室发起的,面向学术期刊行业的一项开放科学公益性计划。

每篇论文将拥有专属的OSID码,作者可在码内对论文作者、研究背景、学术价值等问题进行语音阐述,也可上传论文的补充性数据与材料(图片或视频),使论文成果更加立体化展现,增强论文质量,提升论文的阅读量和下载量和引用率,扩大论文和作者的影响力。此项计划能帮助作者提升论文影响力,拓展学术人脉与资源。

《电气传动》编辑部