

基于 PLC 的智能餐桌控制系统设计

李银露,刘浩,陶银浩

(南京机电职业技术学院,江苏 南京 211306)

摘要:在对餐饮业就餐过程调研的基础上,利用台达 PLC 设计一种餐桌智能控制系统。阐述了该智能餐桌控制的系统组成、结构设计、系统方案设计、系统硬件配置、程序设计及人机界面设计。以台达 PLC 为控制系统核心,完成了系统的编程调试。试验表明:该系统满足控制要求,可实现餐桌的多功能化和智能化,为人们提供更为舒适的就餐体验。

关键词:PLC;智能餐桌;控制系统

中图分类号:TP273 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-5276(2022)06-0208-04

Design of Intelligent Dinning Table Control System Based on PLC

LI Yinlu, LIU Hao, TAO Yin hao

(Nanjing Vocational Institute of Mechatronic Technology, Nanjing 211306, China)

Abstract: According to the investigation and reserch of dining process in catering industry, an intelligent dinning table control system based on Delta PLC is designed. The paper illustrates the syste's composition, structure design, system scheme design, system hardware configuration, program design and man-machine interface design. With Delta PLC as the core, the control system is programmed and debugged. The experiments prove that the designed system meets the requirements of the control, realizes the multifunction and intelligence of dinning table, and provides pleasant dinning experiences.

Keywords: PLC; intelligent table; control system

0 引言

在经济飞速发展和科技不断进步的时代,人民生活质量不断提高,对餐饮的需求也越来越高。现在饮食行业都开始向智能化靠拢,不少商家开始使用智能餐桌,而其也慢慢走进了人们的家居中。现在人们对菜品的美味固然很看重,但就餐过程中的体验也越来越受到人们的关注^[1]。为此设计一款基于 PLC 控制的多功能智能餐桌。

1 系统需求分析

1.1 基本思路

针对目前市场上的餐桌功能单一而传统,设计了这款智能旋转多功能餐桌。采用机械手加旋转桌面的形式,配合传送带完成全智能化就餐。整个系统主要包括四大部分:第一部分为带有可加热功能的旋转餐桌,实现餐桌自动旋转和菜肴保温;第二部分为关节式机械手,机械手可在平面区域内完成传菜功能;第三部分是传送带,实现菜品传输;第四部分是触摸屏,实现人机交互。

1.2 技术说明

1)全自动旋转餐桌改变了传统餐桌手动控制玻璃旋转台旋转的方式,突破传统设计思路,采用圆桌与机械臂相结合的控制方式,更体现了当今社会的智能化主题。

2)通常就餐时酒水在桌子一边,其他人在平分和添加酒水时会出现“够不着”的情况,这样不但缺乏礼貌,而且极易引发尴尬。为了解决这个问题,本文设计了自助添酒(同时包括倒水倒饮料)的功能,转盘上设有多个多种杯槽,只要顾客将自己的杯子放入特定的杯槽中,机械臂上的传感器识别到杯子后就会向其加入指定的酒水或饮料,完全由机械手臂端茶倒水、操纵方便、安全可靠。

3)传统的餐桌很容易因顾客就餐时间长或环境温度低造成饭菜变凉现象,使人极为扫兴。所以本文设计的餐桌的转盘底部还安装了加热系统,实现了自动保温的功能,使就餐更舒适安心。

4)为了减少人力,提高上菜效率,避免服务员上菜时菜品洒出造成烫伤等意外情况,本文通过传送带实现了自动传菜的功能,既避免意外发生又让人感到科技感十足^[2]。

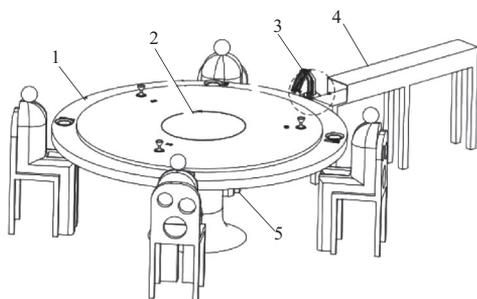
5)此外还增加了多关节机械手,实现了饭菜从传送带到餐桌的搬运功能。

基金项目:2022 年江苏高校“青蓝工程”优秀青年骨干教师培养对象项目资助(苏教师函[2022]29 号);2022 年江苏省高职院校青年教师企业实践培训项目(2022QYSJXP004);南京机电职业技术学院科研课题项目(KY201915)

第一作者简介:李银露(1989—),女,江苏泰兴人,讲师,硕士,研究方向为 PLC、运动控制技术、创客教育。

2 系统组成及结构设计

PLC控制的自动智能餐桌由旋转部分、机械手、温控部分、气泵、水泵、传送带等六部分组成。智能餐桌的结构示意图如图1所示。



1—亚克力旋转桌面;2—旋转桌面加热区域;
3—机械手;4—传送带;5—系统控制柜。

图1 智能餐桌的结构示意图

1) 桌面分为固定桌面与旋转桌面

旋转桌面划分两大区域,3个半径;两大区域分别是常温区域与加热区域;3个半径是3种不同饮料的放置范围。3种饮料以雪碧、可乐、芬达为例。

2) 温控部分

由加热丝、继电器组成。加热丝盘绕在桌面的加热区域,由铜片覆盖在加热丝上面。加热丝由PLC通过继电器控制加热。

3) 机械手

机械手安装在机台突出的平台上,步进电机安装在底座,可以带动整个机械手360°旋转;大臂与小臂也是通过步进电机带动,进行插补运动,快速、高效地运动到指定位置。

4) 传送带

传送带由皮带、联轴器、步进电机等三部分组成。传送带靠近餐桌的一端安装光电传感器,光电传感器用来检测餐盘位置及向机械手传递取餐盘信号。当有餐盘到位信号时,传送带停止运转;无餐盘到位信号时,传送带继续运转。

5) 系统控制柜包括:PLC、伺服驱动器、伺服电机、步进驱动器、步进电机、水泵^[3]。控制系统结构示意图如图2所示。

3 硬件电路设计

该系统硬件主要由DVP28SV211T PLC、ASD-A0421-AB伺服驱动器、ECMA-C30604PS伺服电机、水泵、机械手、加热丝、传送带及光电传感器组成^[4]。台达PLC用来

控制圆盘的转动,光电传感器用来触发机械手使机械手将酒水添加到合适的杯中,最终完成自助添加酒水的任务。电磁导热板给饭菜加热使其始终保持40℃的合适温度。

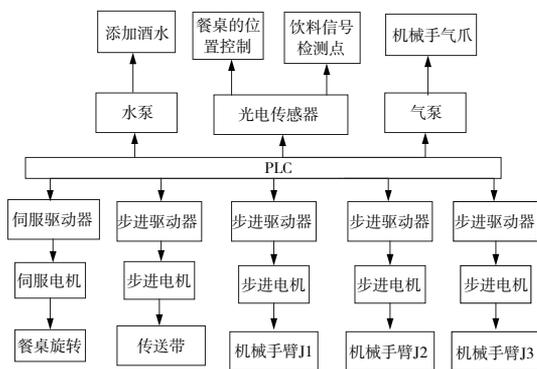


图2 控制系统结构框图

3.1 I/O 分配

根据控制要求分配系统所需要的输入与输出。I/O分配如表1所示。

表1 I/O分配表

输入	备注	输出	备注	PLC 模块
X0	启动	Y0	伺服脉冲	DVP24SV11T2 主模块
X1	停止	Y1	伺服方向	
X2	上电	Y2	J1 脉冲	
X3	J2 正转	Y3	J1 方向	
X4	J2 反转	Y4	J2 脉冲	
X5	J3 正转	Y5	J2 方向	
X6	J3 反转	Y6	J3 脉冲	
X7	—	Y7	J3 方向	
X10	原点信号	Y10	传送带脉冲输出	
X11	—	Y11	气爪松开	
—	—	Y12	气爪夹紧	DVP16SP11T 扩展模块
—	—	Y13	伺服使能	
X20	水泵1信号	Y20	水泵1输出信号	
X21	水泵2信号	Y21	水泵2输出信号	
X22	水泵3信号	Y22	水泵3输出信号	
X23	传送带信号	Y23	—	

3.2 I/O 接线图

根据PLC主机输入输出分配,绘制PLC外部接线图如图3所示^[5]。

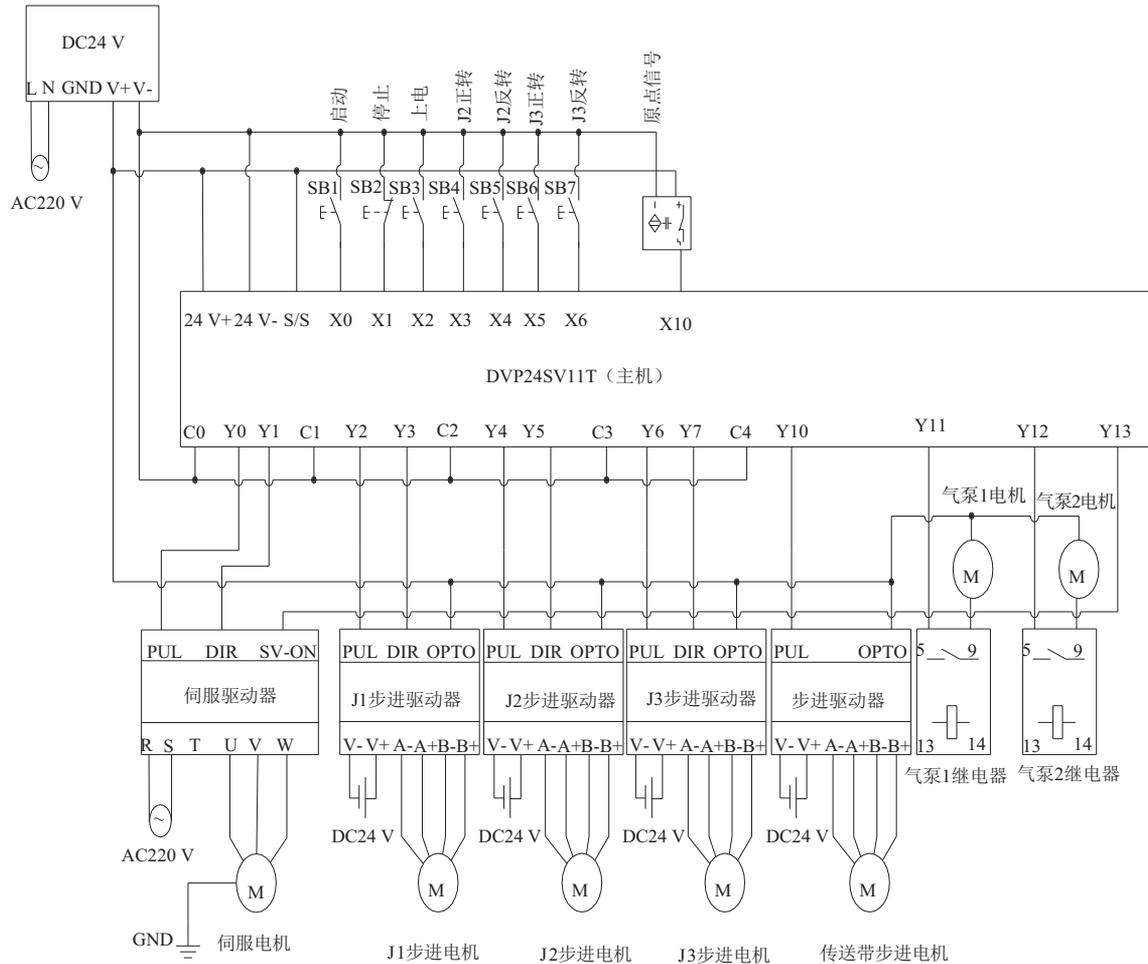


图3 外部接线图(主机)

根据 PLC 扩展输入输出分配, 绘制 PLC 外部接线图如图 4 所示。

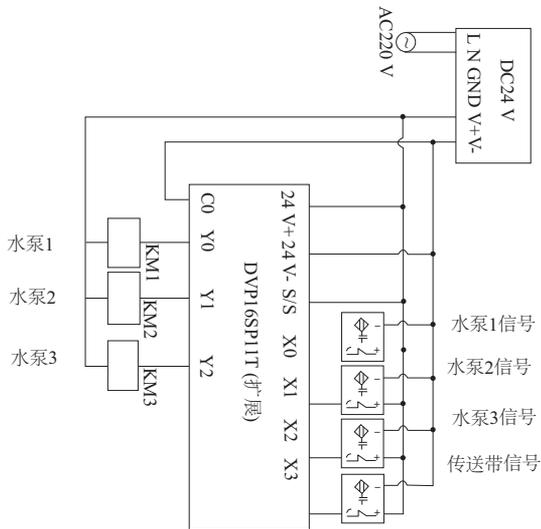


图4 外部接线图(扩展)

4 程序设计

首先按下启动开关, 系统启动, 转盘旋转, 旋转餐桌采用伺服驱动器进行驱动, 利用齿轮减速器进行减速。然后调整机械手和旋转餐桌进行原点回归, 触摸屏上的按钮分别控制各个轴的点动, 机械手的精确定位, 由 3 个步进电机控制, 减速器进行减速。所有准备工作完成之后, 开始用餐。厨房做好的饭菜会通过传送带运输到餐桌旁, 传感器检测到餐盘后, PLC 控制机械手移动到指定位置, 控制气爪的伸缩将餐盘牢牢夹住并传送到餐桌上, 用餐过程中想倒酒水饮料, 只需将杯子放到指定的槽中, 当传感器检测到杯子后, 在 PLC 的控制下机械手会根据需要给客户添加不同的酒水。就餐时需要保温的饭菜可以放在加热区进行保温。自动智能餐桌的流程图如图 5 所示。

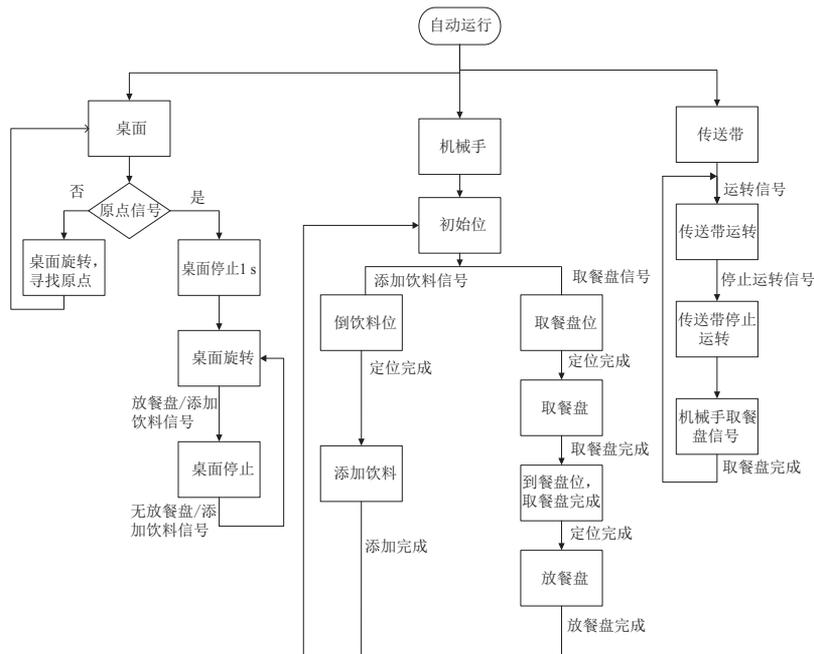
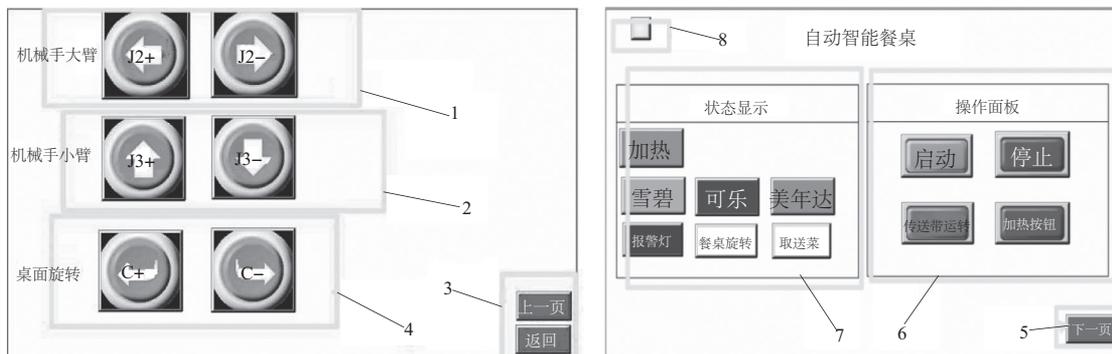


图5 程序流程图

5 人机交互界面

本文采用台达 DOP-BO7SS411 触摸屏,全过程皆可通过触摸屏进行监控和手动调节。这里主要对点动画面和主画面进行说明^[6]。点动画面设置了桌面旋转顺时针和逆时针按钮,机械手大臂点动正反向两个按钮,机械手

小臂点动正反向两个按钮,实现对机械手的手动控制。主画面分为两大区域,操作面板和状态显示。操作面板上设有启动按钮、停止按钮控制设备的启停,传送带运行按钮控制传送带的运行,加热按钮实现保温功能。状态显示部分设置有加热的显示指示灯,报警指示灯,餐桌旋转指示灯、传菜指示灯以及雪碧、可乐、芬达3种类型的饮料指示灯。触摸屏画面如图6所示。



1—机械手大臂点动;2—机械手小臂点动;3—页面跳转按钮;4—桌面旋转;5—按键(进入下一页);6—操作面板;7—状态显示;8—运行状态。

图6 触摸屏画面

6 结语

根据设计制作试验样机并试运行后发现,此餐桌控制系统性能稳定,操作简单,参数设定方便快捷,所有控制均可通过触摸屏由软件实现,能够满足控制要求,可实现餐桌的多功能化和智能化,为人们提供更为舒适的就餐体验。样机实物图如图7所示。后期还可添加自助点餐、清洗餐具,在触摸屏中加入点菜智能语音等功能,使就餐更加舒适安心。



图7 样机实物

(下转第 221 页)

使铜铝在受热和压力时变形不平衡,导致接头在拉伸和剥离时强度不足。由测试结果可知,银钎焊的剥离力和连接电阻是3种连接方式中最差的一种,高压线束中不建议使用此连接方式进行铜铝连接。

搅拌摩擦焊是一种固相连接方式。在搅拌摩擦焊过程中,一个柱形带特殊轴肩和针凸的搅拌头旋转着插入被焊工件,搅拌头和被焊材料之间的摩擦产生了摩擦热,使材料热塑性。当搅拌工具沿着待焊界面向前移动时,热塑化的材料由搅拌头的前部向后部转移,并且在搅拌工具机械锻造的作用下,实现工件间的固相连接。通过测试结果可知,搅拌摩擦焊的拉伸性能和连接电阻较好,是4种连接方式中相对较可靠的方式之一,且制作工艺简单,能够适用1系、6系和8系的铝合金焊接,具有高效、稳定生产的特点,是不错的铜铝连接方式。

超声波焊接是通过振幅器的高频振动和焊头的压力使被焊接件结合在一起的^[6],此连接方式较成熟地应用于导线与端子的连接中,能够获得较低的电阻和较高的结合力。通过测试结果可知,连接电阻和温升相对较低,但连接强度较低。主要原因是在铜端子和铝排的连接中,当铜铝排的厚度相对较小时,设备焊接能量足够,超声波焊接是可靠的,但对于铝排规格较大时,受焊接设备能量的影响,焊接不透彻,连接强度较低。

综上所述,4种焊接连接方式中,适合于高压线束的方式主要是搅拌摩擦焊,此焊接方式工艺稳定可靠,且对环境比较友好。

4.2 铜铝螺栓连接接头试验分析

由于铝合金导体表面存在致密的氧化层,氧化膜的导电率比较差,需要相应的结构来刺破,提高端接的导电率。如果采用螺栓连接的方式,需要设计特殊结构和合适的转矩来保证连接的可靠性。依据以往的经验数据,M6的螺栓需要使用 $8.5\text{ N}\cdot\text{m}$ 的转矩来获得较好的力学连接和电气连接。根据表3数据显示,当铝表面未做电镀处理时,其与任何状态的铜和铝连接都处于不可靠状态,盐雾后的温升急剧增加,使产品处于不安全状态。铝表面镀银后,与裸铜和镀银铜的连接时,盐雾前后的温升是合格的。

未电镀铝排与未电镀铜排连接时,盐雾前后的温度差异 $\geq 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。主要原因是铝和铜存在电位差,当存在盐溶液介质时,铜铝界面发生电化学腐蚀,形成空洞等缺陷,使连接电阻加速增加,随着电流通载的时间增加,温度也持续增加。未电镀的铝与电镀的铜排连接时,虽然铜排有电镀银层,但在96h盐雾后,温升依然差异接近 $200\text{ }^{\circ}\text{C}$,说明铜铝之间依然发生了较严重的电化学腐蚀。大部分的存储、转运的环境是非密闭的,环境中存在大量的水汽、介质,铜铝连接界面在存在电解质的情况下,极易形成原电池反应,发生电化学腐蚀,从而导致接触电阻和温升急剧增加,使产品失效。因此,对于高压线束产品,当铜铝连接可能处于非干燥环境时,建议对铜铝表面进行镀银处理,防止电化学腐蚀发生,以获得较可靠的连接性能。

5 结语

通过对铝合金和铜导体的连接分析,在铝排材料选择、连接方式、表面处理等方面得出如下结论。

1) 通过对比不同焊接方式的力学性能和电气性能,推荐选用搅拌摩擦焊作为可靠的连接方式。

2) 铜铝连接选择螺栓连接时,如果铜铝连接区域不能保证处于干燥环境时,建议对铝排表面做镀银处理,同时需设计防松结构,以防止由于铜铝热膨胀系数差异带来的应力松弛行为,以获得较稳定的电气连接。

参考文献:

- [1] 魏鑫. 铝导线压入蠕变行为研究[D]. 成都:西华大学,2014.
- [2] 张莎,杜胜. 镁铝合金蠕变性能研究现状[J]. 科技展望,2016,26(15):71.
- [3] 李星伟,王国刚,强春媚. 电力复合脂对金属导体连接耐腐蚀性能的试验研究[J]. 电力建设,2011,32(8):99-102.
- [4] TAN C W, JIANG Z G, LI L Q, et al. Microstructural evolution and mechanical properties of dissimilar Al-Cu joints produced by friction stir welding[J]. Materials & Design,2013,51:466-473.
- [5] GS 92000—2 Bolted connection Design of bolted connections[S].
- [6] 武凯,贾贺鹏,孙宇,等. 搅拌摩擦焊技术的研究进展[J]. 机械制造与自动化,2020,49(6):1-9.

收稿日期:2022-08-12

(上接第211页)

参考文献:

- [1] 孟志刚,刘丽芳,李涛,等. 基于PLC控制的智能旋转餐桌的设计与实现[J]. 开封大学学报,2018,32(1):83-86.
- [2] 魏国涛. 智能餐桌结构与控制系统的设计[J]. 大众标准化,2019(12):128-129.
- [3] 赵安,马彬彬. 基于PLC及HMI的洗瓶机自动控制设计[J]. 机械制造与自动化,2019,48(4):209-211.

[4] 向晓汉,宋昕. 变频器与步进/伺服驱动技术完全精通教程[M]. 北京:化学工业出版社,2015.

[5] 台达伺服ASDA-AB系列应用技术手册[Z]. 上海:中达电通股份有限公司,2001.

[6] 台达电子工业股份有限公司. 台达DVP-PLC编程技巧-WPLSoft软件篇[M].2版.北京:中国电力出版社,2012.

收稿日期:2021-08-11