

基于PLC的桁架机械手控制系统设计

郭志冬

(三门峡职业技术学院,河南三门峡 472000)

【摘要】桁架机械手承载能力大,能够满足大质量立体化仓库的自动化控制要求。本设计以桁架机械手为对象,设计了控制的总体方案,制定了硬件控制系统的方案和软件控制系统的方案。硬件系统以触摸屏为上位机,PLC为控制器,伺服系统为桁架机械手的动力驱动装置,完成了电气系统的设计。软件系统完成了触摸屏组态画面和PLC的控制流程设计,实现人机交互和桁架机械手的总体控制。

【关键词】PLC;桁架机械手;控制系统;组态

【doi:10.3969/j.issn.2095-7661.2022.02.012】

【中图分类号】G659

【文献标识码】A

【文章编号】2095-7661(2022)02-0044-03

Design of Truss Manipulator Control System Based on PLC

GUO Zhi-dong

(Sanmenxia Polytechnic, Sanmenxia, Henan, China 472000)

Abstract: The truss manipulator has large bearing capacity and can meet the requirements of automatic control of large quality three-dimensional warehouse. Taking the truss manipulator as the object, the overall control scheme is designed, and the scheme of hardware control system and software control system are formulated. The hardware system takes the touch screen as the upper computer, PLC as the controller, and the servo system as the power driving device of the truss manipulator. The design of the electrical system is completed. The software system completes the design of touch screen configuration picture and PLC control flow, and realizes human-computer interaction and overall control of truss manipulator.

Keywords: PLC; truss manipulator; control system; configuration

随着我国制造业自动化程度不断提升,产能也越来越大,产品单位时间的产量也越来越多,这就需要提升立体仓库的管理和运行效率。在智能仓储中,机械手的运行有效提高了生产效率和管理能力。机械手主要执行对货物码垛、出库、入库以及移库等操作,码垛大多数是以托盘为单位进行货物的装卸和管理,从而提高货物的运转效率。在智能仓储的码垛操作中使用最多的是桁架机械手^[1],桁架机械手的结构外形如图1所示,该机械手属于直角坐标式机械手,是基于三维向量空间,有三轴及以上的自由度,即由X轴、Y轴、Z轴和工装夹具以及控制柜组成,易于实现自动控制。桁架机械手有较强的负载能力,结构简单,调试方便,适

用于大体积和大质量的货物,还可以和输送线、送料小车等联网联动,实现更为综合的仓储系统^[2]。



图1 桁架机械手的结构外形图

【收稿日期】2022-04-18

【作者简介】郭志冬(1981—),男,河南焦作人,三门峡职业技术学院副教授,工程硕士,研究方向:工业自动化控制。

【基金项目】2021年度三门峡职业技术学院院级科研项目“基于西门子1200PLC的桁架机械手控制系统研究与设计”(项目编号:SZY-2021-004)。

1 桁架机械手控制系统总体方案设计

在仓库中需要固定各个料仓的位置以及测量距原点的距离,以便用于计算伺服电机运行的距离,并转换成程序中运行该距离所需要的脉冲数,以用于规划机械手运动路径。安装料仓传感器用于检测料仓是否空闲,以便设定码垛时的目标仓位。控制时需要根据料仓空闲信号和距原点的距离来共同设定运行路径。对于单个货物,则在上位机设定一个目标料仓;若是连续的货物,则使用循环程序依次按顺序进行码垛。若要扩展整个系统的集成度,则可将整个仓库的数据和调度系统进行对接,以方便调度进行整体的管理和控制^[1]。整体设计方案如图2所示。硬件系统主要由三个运动轴的伺服以及工装夹具组成,由PLC来控制,传感器包括料仓空闲传感器和终端限位保护开关,工装夹具采用大力矩的夹具,在码垛时用于夹紧和放松托盘。软件系统包括伺服运动控制程序,主要是计算目标仓位的距离和规划行进的路径。码垛程序主要分为单货物和连续多货物两种情况,对托盘进行归位和码放。回原点程序,主要是码放完毕后,机械手回到原点,便于下次调用。

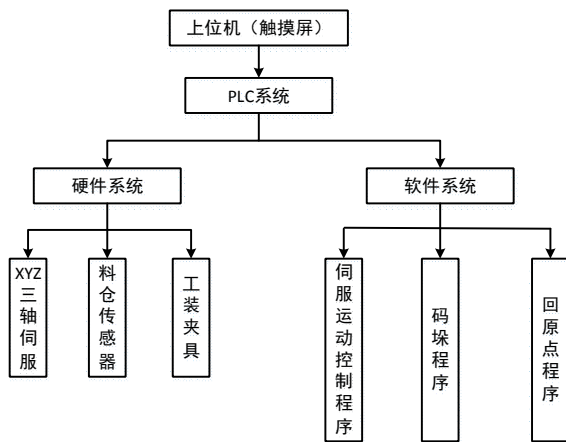


图2 桁架机械手控制系统总体方案设计框图

2 硬件系统选型

硬件系统的设计如图3所示。图中,上位机用威纶通触摸屏,该触摸屏有三个串口,支持与三种不同协议的控制器同时通信,实现一个屏带多机,运行速度快,兼容性强,便于升级,内置电源隔离,增强触摸屏的运行稳定性,功能强大,操作简单易用,编程容易上手,提供多种通信形式,可以方便与当前市面上的主流控制器对接。PLC用三菱新型的FX3U机型为核心控制器,该PLC的晶体管输出型可提供三路脉冲输出功能,输出脉冲的最高频率可达100 kHz,可同时控制三轴运行,无需增加运动模块,适合本设计的情况,该机功能强大,编程

方便,配置灵活,有多种配套的功能模块,适合工业控制的各种场景。伺服系统采用台达B2型号的伺服套件,性价比高,该伺服功率范围大,惯量大,高转动速度低,且随着功能增大而快速降低,因此适合低速平稳运行的场合,控制速度、位置,位置精确^[4]。工装夹具采用气动夹爪机构实现,要求有大力矩,以便能对托盘进行有效固定。传感器采用光电式传感器,用于非接触式检测料仓是否空闲,光电式传感器寿命长,检测结果准确,功耗低,故障率低,适合该场合使用。终端保护采用触碰式机械触点型的行程开光,安装在X、Y、Z轴的终端,避免三轴的导轨因故障或其他不确定因素而脱轨。

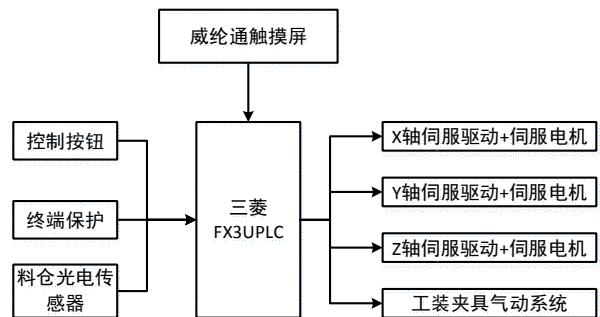


图3 硬件系统组成框图

3 软件系统设计

3.1 机械手运动控制系统设计

桁架机械手运动控制流程图如图4所示。由上位机输入位置指令数据即目标料仓的编码,PLC根据脉冲当量将料仓编码对应的位置数据计算成三个方向的脉冲数,分别由三个伺服进行运行,并设定运行的方向。然后由工程师依据经验根据托盘的重量在上位机上设定合适运行的速度和加减速度,分别指定三个输出轴的一个,夹具动作,将托盘夹紧,然后依次在X、Y、Z三个坐标方向运行,到达目标仓位后,夹具放松,释放托盘,调用返回原点程序,机械手返回原点,夹具处于松开状态,准备下一次的码垛操作^[5]。

3.2 码垛控制设计

码垛设计流程图如图5所示。机械手码垛时,首先运行到码垛位置,夹具松开,夹紧托盘,判断是否夹紧,气压是否达到设定值,未达到,则等待,等待次数到了还未达到则报警,由人工进行干预,此时一般是夹具或气泵出现问题,当由人工进行维修。若达到了气压设定值,则运行码垛程序,调用机械手运动控制程序,配合码垛程序:若是单个货物则码放后机械手回原点;若是多个货物,则采用循环程序依次将托盘码放到连续空闲的料仓,将货物托盘码垛到指令位置后,机械手回原点^[6]。

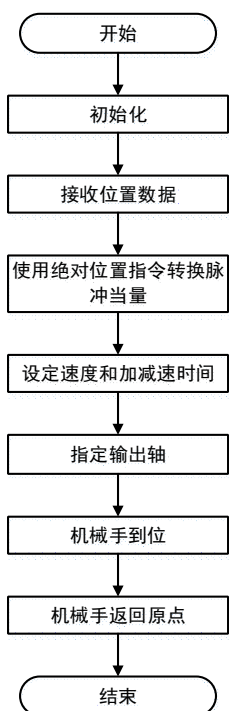


图4 机械手运动控制流程图

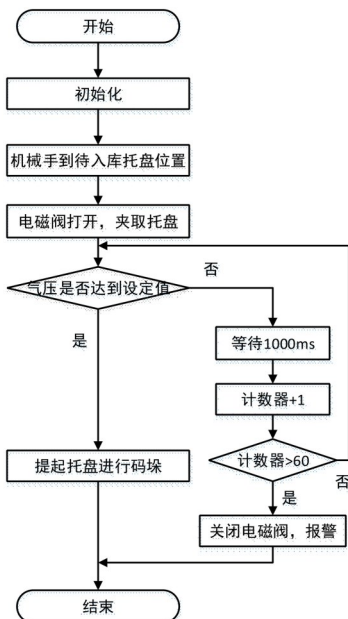


图5 码垛控制流程图

4 组态设计

组态设计如图6所示。图中的监控界面根据总体方案和控制流程设定了五个区域,包含运动参数、料仓状态、手动操作区、自动操作区和参数设定区。运动参数主要用于显示三个轴的运动速度和当前位置;料仓状态用于显示当前料仓是否有货物,操作时根据该区域的指示,可以方便地选择空闲的料仓;手动操作区,可以手动控制三个方向的运动和夹具的动作,主要用于调试和手动码放以及性能测试等;自动操作区,用于自动码垛操作,分为单个托盘和多个托盘,操作时先设定目标

仓位,然后按下启动按钮即可,该区域还可以显示当前仓位,以监视运行过程,自动操作区的运行程序由PLC来执行,PLC程序负责接收上位机触摸屏的指令信息,根据指令运行程序,完成单个货物托盘的码垛或连续多个货物的码垛。参数设定和自动操作配合,来设置运行的速度和三个轴运行时的缓冲以及加减速时间。操作者操作时,可以根据运行参数区和料仓区状态,实时地掌握和监控当前的运行状态,操作过程非常方便。

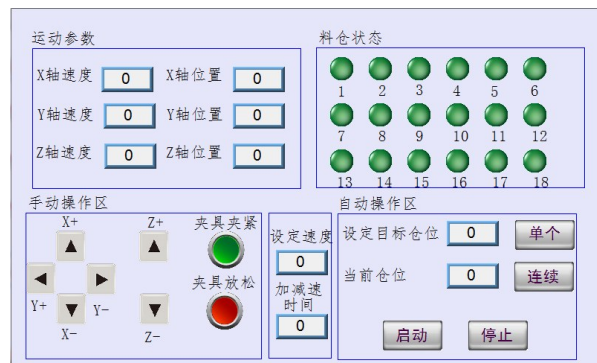


图6 桁架机械手组态监控图

5 结束语

本文基于PLC的桁架机械手的控制系统设计,实现了仓储的自动化控制。对桁架机械手的应用场景进行了分析,确立了实现方案的基本思路,在此基础上,设计了硬件系统,并对主要的器件进行了设备的选型。设计了软件系统,规划了机械手的控制流程和码垛的控制流程。最后进行了组态的设计,包括手动操作和自动操作,显示料仓的状态和三轴伺服运行的核心参数^[7]。该设计对于自动仓储系统和小型的物流中心的货物存储有一定的参考和借鉴价值。

【参考文献】

[1]徐留明,杨国峰.机床机械桁架机械手的设计与结构分析[J].轻工科技,2021(9):55-58.
 [2]武因培,张然,倪顺利.基于SIEMENS840D桁架机械手控制系统的设计[J].冶金动力,2020(10):57-59,64.
 [3]李翔.机床机械桁架机械手的设计与结构分析[J].时代汽车,2020(19):101-102.
 [4]陈智元.桁架机械手在加工自动生产线上的应用[J].内燃机与配件,2020(6):265-266.
 [5]王宇辰,施勇成,蔡红健.一种数控生产线上料桁架机械手系统设计[J].江苏工程职业技术学院学报,2020(1):10-14.
 [6]冯友强.板材上下料桁架机械手的开发与研究[J].装备制造技术,2019(9):112-118.
 [7]郑建国.桁架机械手在智能物料仓储中的应用[J].机电信息,2018(15):39-41.