

基于 PLC 气动式机械手控制系统的设计与开发

刘丽丽
(齐齐哈尔大学机电工程学院 黑龙江 齐齐哈尔 161005)

摘要: 本文主要探究基于 PLC 气动式机械手控制系统的设计措施。研究过程中, 以系统需求为切入点, 要求机械手做到放下、旋转、伸出、抓取、缩回等功能, 以此为基础, 进行系统总体设计, 采取单元控制为 PLC 从站 + 触摸屏模式, 通过运动仿真, 机械手能够完成装配与抓取动作, 运动中无干涉现象, 达到良好设计效果。

关键词: PLC; 气动式机械手; 控制系统; 系统设计

0 引言

在现代工业生产中, 气动机械手作为重要设备是工业过程的执行机构, 具有经济成本低、无污染、不易损坏等特点, 其独特气压传动方式对于机械手应用作用非常重要。然而, 传统机械手通常只保留 3 个操作自由度, 对于机械灵活度造成限制, 而 PLC 性能强大、结构简单, 可将其用于气动机械手控制系统中, 从而实现机械手智能操作。

1 系统需求分析

机械手驱动方式较多, 当前广泛应用气动技术, 应用气动式机械手, 气源源于周围环境, 无需付出额外媒介费用, 不仅节省资金, 还不会污染环境。相较于液压控制系统, 气动控制灵活性更强, 更加轻便, 便于前期安装、运输和调试, 且气动控住装置对环境无较高要求, 无油污, 噪声小, 成为现代控制的首选。机械手作为智能化工控设备, 需结合使用环境、途径等, 进行针对性机械控制系统设计, 分析系统功能需求。机械手功能分析是指研究院需结合机械手动作要求实现设计, 要求人员细化研发的各个步骤, 将功能具体到每个环节上, 体现为控制方式, 开放中尽量应用新方法, 不断开发新功能。本次设计中, 基于气动控制机械手, 选择自动与手动相结合的控制方法, 操作中要求机械手能够实现放下、旋转、伸出、抓取、缩回等功能。

2 控制系统设计

2.1 总体设计

PLC 运行主要是通过算法实现物理量输出和输入, 获得工业生产数据信息, 工作整体过程包含执行程序、输入处理与输出处理, 形成对应的扫描周期, 该周期长短决定了控制速度。在 PLC 运行后, 首先以扫描方式读取输入输出数据, 存储读取数据内容至 I/O 相应寄存器内。用户执行程序中, 内部存储器中输入点的数据、状态通常较为稳定, 其他输入点则会产生相应变化, 扫描工序完成后, PLC 开始输出处理, CPU 此时即可根据寄存器对应数据、状态刷新, 将其更新至内部寄存器相应 I/O 口上, 经过输出电路完成外设驱动。

控制系统整体由 PLC、触摸屏、压力变送器、报警器、磁性开关、指示灯及电磁阀构成。系统设计中, 采取主从站分布控制方式, 功能主要是实现从站数据通信, 控制各自控制单元。实现系统过程中, 监控中心设置上位机, 基于 WinCC 开发控制系统, 对系统进行实施监测, 从站点则设置

对应触摸屏, 达到显示控制状态与实时监控的目的。机械手单元控制为 PLC 从站 + 触摸屏模式, 后者便于人机交互, 前者实现系统逻辑关系控制。

2.2 硬件设计

格局机械手设计指标, 控制系统需满足抓手相互协调, 有 6 个自由度, 实现平台高效、稳定运转, 程序需具备可变性, 满足不同作业要求, 动态响应优秀, 及时采集与反馈传感器信号。

2.2.1 PLC 选型

PLC 作为通用性强、结构简单、功能完备的元件, 是控制系统核心, 具有抗干扰强的优点, 可提高系统稳定性与可靠性, 采集各个传感器数据信号, 判断信号后发出控制指令, 实时控制机械手。PLC 型号根据高速脉冲数输出及输入 / 输出点数数量进行选择, 结合控制器性能、成本与要求, 选用 siemens 德国公司 S7-200 系列 PLC 控制器。本文机械手共有开关量输出 6 个, 开关量输入 14 个, 需要 I/O 点 20 个, 按照程序容量与 I/O 点数选择 CPU226, 其数字量输入 24 路, 通信接口 RS485, 继电器输出 16 路, 拓展控制模块 7 个。

2.2.2 资源配置

系统工程中, 不仅需要 PLC, 还要有其他功能, 如下:

(1) 磁性开关。下降限位开关用于机械手下降中对下降为止加以控制, 避免向下运动的机械手超出范围; 上升限位开关用于机械手上移找那个控制位置, 避免机械手超过范围, 小臂上方恰当位置安装限位开关, 上升触碰至限位开关后, PLC 即可控制机械手将运动停止; 向右旋转开关用于机械手向右运动控制位置, 避免运动至位后过冲; 向左旋转开关用于机械手向左运动控制位置, 避免运动之位后过冲。

(2) 电磁阀。机械臂内部推拉装置下降、上升均适用气缸实现, 各用一个电磁阀、一个气缸即可实现推拉装置与手臂的下降和上升。机械手推拉装置、右旋、左旋、夹具要应用 4 个电磁阀。

(3) 报警器。机械手传感器发生故障后, 报警器会响起警报, 将警报信号发送至 PLC 控制系统中, 人员即可查看。

(4) 压力变送器。安装在机械手上, 通过压力变送器感应机械手是否抓住相应产品, 放在指定位置, 进而达到良好控制效果。

(5) 指示灯。开关按下后相应指示灯即可亮起, 绿色为

通顺,红色为故障。

(6) 按钮。手动/自动按钮为旋钮,一侧常闭、一侧常通;急停按钮是常闭触点,按下后即可旋转复位;其余按钮是触电触发式,按下接通、松开复位。

2.3 软件设计

PLC 编程语言为 STEP7,支持指令表、梯形图、功能图形成,具有机构化设计程序优点,以文件块方式管理编写程序及所需数据,且将其定义为子程序,利用调用语句组成结构用户程序,提高程序结构清晰性。结合系统控制要求展开软件设计,采取顺序控制方式,按照输入序号、执行元件有序响应。根据不同控制点可将其分为不同功能块,包含条件控制、时序控制等。

系统由自动控制与手动程序构成,在 PLC 输入输出模块上连接系统 I/O,形成 I/O 分配地址,其对应自动/手动转换图、梯形图程序编辑中,FC10 编辑自动程序,FC1 编辑手动程序。

3 机械手运动仿真

运行仿真系统,验证系统协调性,检查是否存在运动干涉,运动分析中需对各部位质量属性、材质等进行定义,选择合金钢为机械手材料,弹性模量 $2.1 \times 10^{11} \text{N/m}^2$,体积 $5.5129 \times 10^{-5} \text{m}^3$,质量 0.424493kg 。分析机械手运动仿真,可

在计算机上进行机械手验证,明确其是否能够根据期望轨迹进行运动,达到空间区域,满足工作要求。标记机械手顶端一点, Motion 运动中获得运动轨迹与三维坐标点集,将其导入 MATLAB 中,得到机械手空间运动区域分布图,表明其运动轨迹与要求相符。机械手能够完成装配与抓取动作,运动中无干涉现象。

4 结语

PLC 作为新兴控制基础,在气动机械手应用中,具有成本低、控制边界、结构简单等优点。因此,本文主要根据系统功能需求,从硬件与软件两方面出发,明确控制系统整体由 PLC、触摸屏、压力变送器、报警器、磁性开关、指示灯及电磁阀构成,达到良好机械手控制效果。

参考文献:

- [1] 梁晓声,徐生龙,赵忠玉.基于单片机的气动式机械手精确定位控制系统分析[J].现代农机,2020(5):28-29.
 - [2] 崔屹嵘,吕栋腾,晶圆机械手 PLC 控制系统的设计与实现[J].自动化与仪器仪表,2019(10):26-29.
 - [3] 周炜明,许娜.气动采摘机械手快速控制系统设计——基于 PLC 和 MCGS 组态软件[J].农机化研究,2019,41(5):116-120.
- 作者简介:刘丽丽(1982-)女,汉族,内蒙古突泉人,研究生,讲师,研究方向:机械、电子。

(上接第 14 页)

弧压自动调节器对焊枪摆动轨迹和参数可在运行过程中进行控制,并自动维持弧压稳定。

(8) 配置风冷式换热增压循环供水系统。风冷式换热增压循环供水系统,可以设定和维持较低的冷却水温,大大改善了焊枪的冷却效果,提高了焊枪的使用性能,有利于工艺稳定。

等离子耐磨层熔覆设备利用高硬度的优质碳化钨粉末作为填充金属,在截齿头部熔覆 2mm 厚,宽度 20mm 的环形合金耐磨层,熔覆层硬度达 60HRC 以上。熔覆耐磨层后焊缝无裂纹,使用过程中焊缝不脱落,堆焊层具有良好的抗开裂能力。这样不仅提高截齿的耐磨性能,保护合金头的使用效率,延长截齿的使用寿命,同时也大大提高截齿使用中的安全系数。

4 等离子熔覆耐磨层截齿的特点

等离子熔覆耐磨层截齿具有以下特点:

(1) 等离子束能量密度高,熔覆耐磨层与基体为冶金结合,结合强度高,不易脱落。

(2) 耐磨层与硬质合金头耐磨性能相匹配,可以实现同步磨损,通过保护合金头齿体钎焊部分,增加耐磨性,有效防止合金头过早脱落,极大的提高了截齿使用寿命。

(3) 该材料使截齿在使用过程中,与岩石摩擦碰撞时,产生的火花量减少了 90% 以上,极大的提高了煤炭开采的安全性,达到了本安型截齿的要求。

(4) 整个熔覆过程在数控系统控制下实现,根据不同型号的截齿设置对应的参数即可,从而降低了人为因素对质量和效率的影响。

等离子熔覆耐磨层截齿的应用,受到普遍欢迎,通过工业性试验证明该截齿具有以下优点:万吨出煤量截齿的消耗大大减少;截齿的耐磨性增加,截齿割煤过程中合金头掉落现象大大减少,使用寿命提高一倍以上。

5 结语

采用等离子耐磨层熔覆技术,在截齿的合金部位熔覆一层耐磨合金层,通过增强截齿头部的耐磨性,加强对保护合金头,这样可以有效的防止截齿硬质合金头过早脱落,使截齿的综合机械性能大幅度提高,同时提高煤炭开采的安全系数。

经工业性试验验证后,熔覆耐磨层的截齿吨煤消耗量明显少于没有耐磨层的截齿,耐磨性提高 1 ~ 2 倍,截齿的使用效率及使用寿命都得到了很大的提升。此外,熔覆耐磨层提高截齿的抗冲击性,保持自锐性,有效保护了齿套齿座的磨损。同时截齿在割煤过程中基本不产生火花,极大的提高了煤炭开采的安全性。

参考文献:

- [1] 姚树玉,李惠琪,吴玉萍,堆焊技术在截齿中的应用[J].矿山机械,2003,31(8):11-12.
- [2] 张丽民,李惠琪,刘邦武,孙玉宗,等离子表面冶金采煤机截齿的工艺研究[J].煤炭学报,2004,29(10):145-147.
- [3] 邱言龙,聂正斌,雷振国,等.离子弧焊与切割技术快速入门[M].上海:上海科学技术出版社,2011.
- [4] 杨丽颖,王欣,刘本领,等.提高截齿使用寿命的研究[J].山东理工大学学报,2003,17(4):84-87.