

[自控·检测]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2018.06.011

# 微型断路壳上料控制系统设计

赵勇,周志峰,肖鹏

(上海工程技术大学机械与汽车工程学院,上海 201620)

**摘要:**针对微型断路器装配过程中存在生产效率低、一致性差等缺点,提出了基于PLC控制器的微型断路壳上料控制系统。课题组设计了上料控制系统的机械结构,介绍了上料机构的组成和连接方式;采用伺服电机实现上料机构的精确控制;设计了上料控制系统的硬件组成以及工作原理;采用以太网的通信方式提高数据的传输速率;设计了控制系统的上位机显示界面。控制系统运行结果表明,断路壳上料机运行稳定、结构简单、成本低,有效提高了整个装配生产线的装配效率。

**关键词:**上料控制系统;微型断路壳;伺服电机;装配生产线;PLC控制器;以太网

**中图分类号:**TP271 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2895(2018)06-0053-04

## Design of Miniature Breaking Circuit Feeding Control System

ZHAO Yong, ZHOU Zhifeng, XIAO Peng

(School of Mechanical and Automotive Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

**Abstract:** Aiming at the shortcomings of low production efficiency and poor consistency in the assembly process of miniature circuit breakers, a feeding control system for miniature circuit breakers based on PLC controller was proposed. The mechanical structure of the feeding control system was designed by the research group, the composition and connection mode of the feeding mechanism were introduced; precise control of feeding mechanism was realized through servo motor control mode. The hardware composition and operation principle of the feeding control system were designed and using Ethernet to improve data transmission rate; the upper computer display interface of the control system was designed. The operation of the control system shows that the breaker feeder is stable in operation, simple in structure and low in operating cost, can effectively improve the assembly efficiency of the entire assembly line.

**Keywords:** feeding control system; micro circuit breaker; servo motor; assembly line; PLC (programmable logic controller); Ethernet

微型断路器是一种能够关合、承载和开断异常回路条件下的电流开关装置,在低压配电系统中具有广泛应用<sup>[1]</sup>。目前,微型断路器的装配以及上料还是以人工为主,生产效率低、工作强度大,产品的一致性和精度难以保证,且生产成本低<sup>[2]</sup>。在微型断路器的装配生产线中,塑料断路壳的上料直接影响整个装配生产线的装配效率,设计一套微型断路壳上料控制系统具有重要的意义。朱广<sup>[2]</sup>对微型开关自动装配生产线进行了研制,根据开关装配尺寸较小的特点,采用振盘的方式上料;杜婷婷等<sup>[3-4]</sup>对微型断路器和中压断路器自动装配检测生产线进行了研究,但没有对断路

器的装配机构和控制系统进行研究。

课题组从机构、下位机和上位机3个方面设计了一套完整的断路壳上料控制系统,实现了断路壳的自动上料,提高了整个断路器的装配效率,可以实现断路壳大批量装配。

### 1 系统组成<sup>[5-11]</sup>

微型断路器上料控制系统如图1所示,主要包括控制部分和机械部分。控制部分由触摸屏、PLC、电机和传感器组成;机械部分由水平输送线、垂直输送线和升降机构组成。机械部分和控制部分通过线缆进行连接。触摸屏和PLC通过以太网的通信方式进行双向

收稿日期:2018-05-28;修回日期:2018-06-19

第一作者简介:赵勇(1993),男,山西保德人,硕士,主要研究方向为机电一体化与控制。通信作者:周志峰(1976),男,江苏常州人,副教授,硕士研究生导师,主要研究方向为自动化与仪器仪表测试。E-mail:Zhouzjt@126.com

数据传输,PLC 可以将传感器的数据传递到触摸屏上,同时,触摸屏将控制指令传递给 PLC,控制机械部分执行相应的动作。

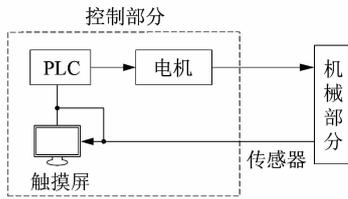


图 1 控制系统

Figure 1 System of control

### 2 上料机构设计

为了提高微型断路器壳的上料效率,采用输送线的方式进行上料,整个上料机构由水平和垂直两条输送线构成,呈 L 型布置,总体设计方案如图 2 所示。

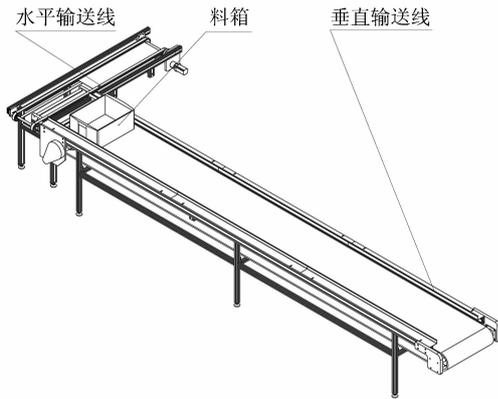


图 2 总体设计方案

Figure 2 General layout scheme

#### 2.1 垂直输送线

根据客户要求,垂直输送线需满足一次输送 10 个物料箱,物料箱的尺寸 526 mm × 380 mm × 220 mm,设计的输送线尺寸为 5 220 mm × 734 mm × 800 mm,垂直输送线如图 3 所示,由光纤传感器、步进电机、电动滚筒、链网、同步带传动机构和轴承等组成。

由于垂直输送线精度要求不高,运行速度较慢,动力源采用开环控制的步进电机。步进电机可以将 PLC 发出控制脉冲信号转变为角位移或线位移。通过螺栓连接的方式将电机安装板固定在输送线支架上;步进电机通过螺栓连接的方式固定在安装板上;小同步轮通过顶丝连接方式固定在电机轴上;大同步轮通过顶丝连接的方式固定在主动轴上。小同步轮和大同步轮的齿数分别为 20 和 60,形成 1:3 的减速机构,降低了电机转速,提高了输出扭矩。采用同步带连接机构可以避免出现皮带打滑的现象,输出较高的扭矩。主动

轴通过平键与齿轮进行连接。主动轴有 4 个齿轮,通过齿轮转动带动链网运动,链网输送物料箱运动。承接机构由 1 个直流电动滚筒和 2 个无动力滚筒组成,滚筒通过螺栓连接的方式固定在承接板上,承接安装板通过螺栓固定在输送支架上。2 个光纤传感器,一个用来检测物料箱是否在输送线上,另一个用来控制电动滚筒及升降机构动作。

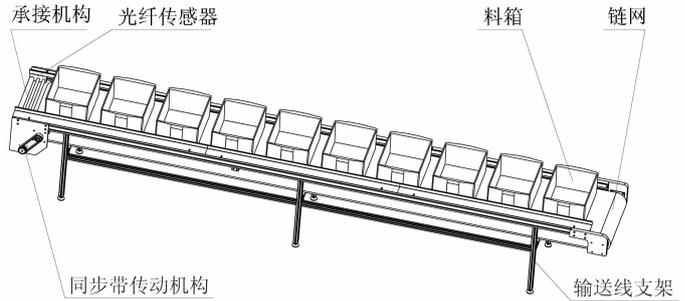


图 3 垂直输送线

Figure 3 Vertical transmission line

#### 2.2 水平输送线设计

由于取料机构以及空间位置的关系,水平输送线尺寸为 1 800 mm × 400 mm × 800 mm,由光纤传感器、升降机构、同步带传动、伺服电机和减速器等组成,如图 4 所示。

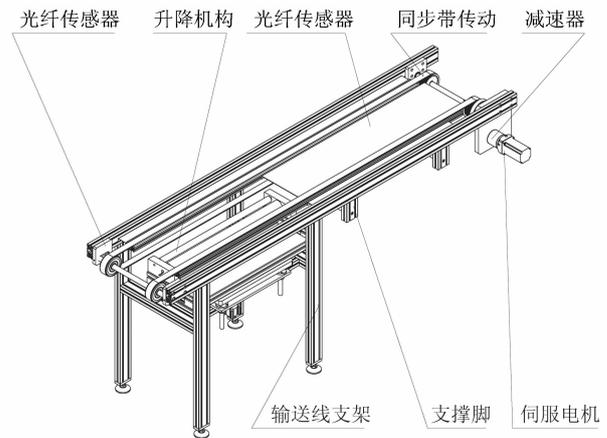


图 4 水平输送线

Figure 4 Horizontal conveyor line

由于水平输送线对位置精度要求较高,水平输送线不断的启动、停止,故动力源采用闭环控制的伺服电机。伺服电机可以将电压信号转化为扭矩和转速驱动控制对象,具有位置精度高、抗过载能力强及反应速度快等优点。由于电机转速快,需要通过与电机配套的减速机来降低水平传送带的速度,达到物料所需的运行速度。通过螺栓将电机和减速机固定在减速机安装

板上,减速机安装板通过螺栓固定在输送线支架上。减速机伸出轴通过平键与小带轮连接,小带轮与大带轮通过皮带进行动力传递,大带轮与轴通过键连接带动主动轴转动,主动轴与同步带皮带轮通过键进行连接,带动皮带、物料箱运动。升降机构包括气缸、电动滚筒和升降推板等,气缸通过表面的定位螺丝与安装板连接,气缸通过螺栓与输送支架连接,电动滚筒和无动力滚筒通过螺栓固定在安装板上,安装板固定在4个直线导向轴承和气缸推头上,光纤传感器通过安装板固定在输送线支架上,光纤传感器用来控制伺服电机的启动和停止。

### 3 控制系统设计

上料控制系统由触摸屏、PLC 控制器、光纤传感器、气缸、电机以及驱动器组成。上料控制系统如图5所示。上料控制系统包括垂直和水平输送线控制系统,垂直输送线控制系统包括步进电机和承接电动滚筒的控制,水平输送线控制系统包括气缸、伺服电机和电动滚筒的控制。

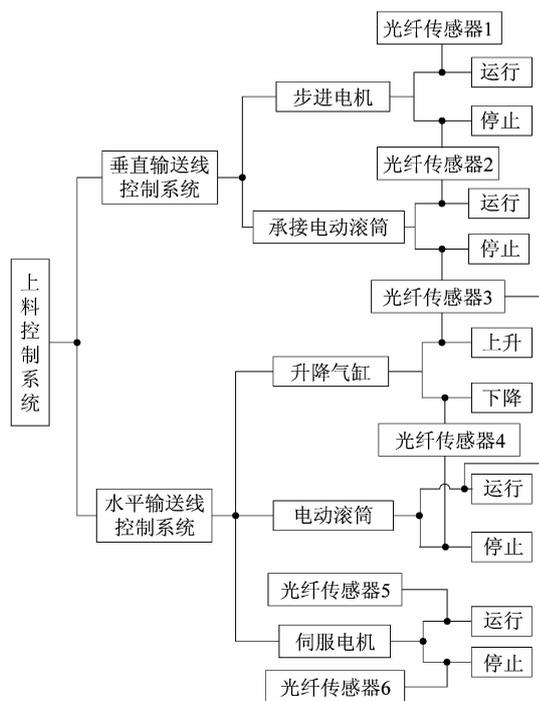


图5 上料控制系统

Figure 5 Loading control system

#### 3.1 控制原理

上料控制原理:在整个控制系统运行之前,点击触摸屏上的复位按钮,整个生产线执行复位动作,等待控制指令;当垂直输送线上的光纤传感器1检测到有物料箱时,PLC 接收到光纤传感器1输入信号  $X_1$ ,通过

以太网通信方式,将控制信号  $Y_0$  传送到触摸屏,触摸屏上垂直输送线中的物料箱指示灯亮起;通过电缆的传输方式,将控制信号  $Y_1$  传送到步进电机端,步进电机开始动作,当物料箱到达承接位置时,光纤传感器2检测到有物料箱时,PLC 接收光纤传感器2输入信号  $X_2$ ,将控制信号  $Y_2$  传送到触摸屏,触摸屏上垂直输送线中的电动滚筒指示灯亮起;将控制信号  $Y_3$  传递到电动滚筒,电动滚筒开始动作,PLC 输出控制信号  $Y_1$ ,  $Y_0$ , 步进电机停止动作,触摸屏指示灯熄灭;当光纤传感器3检测到物料箱时,PLC 接收光纤传感器3输入信号  $X_3$ ,将控制信号  $Y_4$  传送到触摸屏,触摸屏上水平输送线中的气缸指示灯亮起,将控制信号  $Y_5$  传送到气缸,气缸执行上升动作,PLC 输出控制信号  $Y_2$ ,  $Y_3$ , 电动滚筒停止动作,电动滚筒指示灯熄灭。气缸到位后,气缸自带的磁感应开关亮起,PLC 接收到磁感应开关的输入信号  $X_4$ ,将控制信号  $Y_6$ ,  $Y_7$  传送到触摸屏,触摸屏水平输送线中的气缸到位指示灯以及电动滚筒指示灯亮起,将控制信号  $Y_8$  传送到电动滚筒,电动滚筒开始动作;当光纤传感器4检测到物料箱到达设定的距离时,PLC 接收光纤传感器输入信号  $X_5$ ,将控制信号  $Y_8$ ,  $Y_5$  传送到水平输送线,电动滚筒停止运行,气缸下降。当气缸下降到位时,水平输送线上的光纤传感器5检测到有物料箱,PLC 接收光纤传感器5输入信号  $X_6$ ,将控制信号  $Y_9$  传送到触摸屏,触摸屏上水平输送线中的伺服电机指示灯亮起,将控制信号  $Y_{10}$  传送到伺服电机,水平输送线开始动作,当到达取料位置时,光纤传感器6检测到有物料时,伺服电机停止动作,同时触摸屏中伺服电机指示灯熄灭。

#### 3.2 控制系统硬件设计

上料控制系统中有2个电机,3支电动滚筒和1个气缸,通过触摸屏和PLC 控制器实现步进电机、电动滚筒的转动以及气缸的升降。

控制系统硬件选型如下:

1) PLC 控制器:采用汇川 H3U 控制器,输入继电器256个点,输出继电器256个点。其中: $Y_0$  为物料箱指示灯信号, $Y_1$  为步进驱动器脉冲信号, $Y_{11}$  为步进驱动器方向信号, $Y_2$  为电动滚筒指示灯1信号, $Y_3$  为电动滚筒1信号, $Y_4$  为气缸指示灯信号, $Y_5$  为气缸动作信号, $Y_6$  为气缸到位指示灯信号, $Y_7$  为电动滚筒指示灯2信号, $Y_8$  为电动滚筒2和3信号, $Y_9$  为伺服电机指示灯信号, $Y_{10}$  为伺服电机脉冲信号, $Y_{12}$  为伺服电机方向信号, $Y_{13}$  为伺服电机使能信号, $Y_{14}$  为故障与告警复位信号, $X_1$  为光纤1传感器信号, $X_2$  为光纤2传

感器信号,  $X_3$  为光纤 3 传感器信号,  $X_5$  为光纤 4 传感器信号,  $X_6$  为光纤 5 传感器信号,  $X_7$  为光纤 6 传感器信号,  $X_4$  为磁感应开关信号,  $X_8$  为伺服回零完成信号,  $X_9$  为伺服定位完成信号,  $X_{10}$  为伺服故障输出信号。

2) 触摸屏: 采用 MCGS7062Hn 7 寸触摸屏, 与 PLC 之间可以通过以太网通信, 实现对上料控制系统的操作控制。

3) 步进电机: 垂直流水线采用 110 系列三相步进电机, 转矩 16 N·m, 减速比 3:1, 提高断路器壳的装配效率。

4) 伺服电机: 水平输送线采用高精度的伺服电机和减速比为 10:1 的减速器, 伺服电机自带编码器, 实现物料箱的精准定位。

#### 4 上位机界面设计

根据客户需求也为了操作的方便、直观, 上位机显示界面采用昆仑通泰触摸屏, 并与 PLC 通过以太网进行通信控制上料控制系统的运行, 其中触摸屏的显示界面如图 6 所示。



图 6 上位机显示界面  
Figure 6 PC display interface

上位机操作界面主要功能: ①实时显示微型断路器壳上料控制系统运行状态; ②输送线运行速度的设置; ③气缸、电机以及滚简单步控制。

#### 5 结语

课题组以 MCGS 为上位机, 汇川 PLC 为下位机, 利用 PLC 的脉冲输出, 配合步进电机、伺服电机、气缸和电动滚筒, 设计了微型断路器壳上料控制系统。实际运行结果表明: 该控制系统运行稳定, 可以实现断路器壳自动上料的功能; 整个上料过程, 物料箱运行平稳、准确, 可以实现一次运送 10 个物料箱, 提高了断路器装配效率。该控制系统也可应用于食品包装运输行业。

#### 参考文献:

- [1] 陈培国. 低压塑料外壳式断路器的微型化设计及应用[J]. 电世界, 2018, 59(4):1.
- [2] 朱广. 微型开关自动装配生产线的研制[D]. 杭州: 浙江理工大学, 2010:1-20.
- [3] 杜婷婷. 微型断路器自动装配检测生产线[J]. 制造业自动化, 2011, 33(13):35-36.
- [4] 杜婷婷, 王彦. 中压断路器自动装配检测生产线[J]. 制造业自动化, 2013, 35(14):144-146.
- [5] 熊德智, 陈向群, 杨杰, 等. 电机式低压智能微型断路器控制系统设计[J]. 电测与仪表, 2016, 53(23):117-128.
- [6] 张良程. 低压微型断路器的机构分析[J]. 科技与创新, 2015(19):112-117.
- [7] 任秀. 汽车总装车间板链输送线的应用研究[J]. 科技创新与应用, 2017(17):138.
- [8] 方世辉, 张志华, 赵江海, 等. 用于钨粉制备的自动上下料装载输送控制系统[J]. 自动化与仪器仪表, 2017(5):128-133.
- [9] 蒋爽, 倪福生, 滕俊迪, 等. 基于 PLC 的泥沙输送实验平台冗余控制系统[J]. 机电工程, 2016, 33(12):1488-1491.
- [10] 张昊, 谢秋慧, 蔡春皓, 等. 低压断路器大电流检测试验设备研究[J]. 机电工程, 2016, 33(4):483-487.
- [11] 郑天池, 孙小刚, 郭琳娜, 等. 电容器铝壳自动上料-定量灌胶控制系统设计[J]. 工程设计学报, 2016, 23(6):620-625.

www.QCtester.com  
因为专业, 所以权威  
因为用心, 所以收获更多



扫一扫 加入我们