[自控·检测]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2018.01.015

# 基于PLC的自动搬运空调机械抱手控制系统设计

蔡汉明，董新华

（青岛科技大学 机电工程学院，山东 青岛 266061）

**摘 要**：针对工厂生产线之间采用人工搬运空调存在安全隐患大、效率低等缺点，提出了一种基于PLC的自动搬运空调机械抱手的控制系统。机械抱手设计方案以三菱Q系列PLC为控制核心，设计了系统的总体控制模块，包括气动控制模块和电路控制模块。气动控制模块实现抱手夹紧和松开的功能；电路控制模块实现信号的接收和处理功能。课题组采用伺服电机实现抱手和滑板上下移动，采用步进电机实现机械抱手左右移动；根据顺序动作的控制思路，设计软件控制程序；采用GX Works2软件实现机械抱手手动、回原点、自动、自行检测、报警等控制功能。应用结果表明系统具有运行稳定可靠、方便快捷等特点，且可有效提高工厂空调的调度管理能力。本系统能改善人工搬运空调安全隐患大的状况，提高了空调的运输效率。

**关 键 词**：机械抱手；可编程逻辑控制器(PLC)；顺序动作；GX Works2软件

**中图分类号**：TP241 **文献标志码**：A **文章编号**：1005-2895(2018)01-0071-04

# Design of Mechanical Hand Automatic Holding Control System of Air-Conditioning Based on PLC

CAI Hanming, DONG Xinhua

(College of Electromechanical Engineering, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao, Shandong 266061, China)

**Abstract**: The factory production line adopts the manual handling of air conditioning, which exists security risks, the low efficiency of air conditioning, easily damaged and other shortcomings, a PLC based mechanical hold hand automatic handling control system of air conditioning was proposed. The design of the mechanical arms designed scheme of mechanical structure, using the MITSUBISHI Q series PLC as control core, overall design of the control module of the system, including the pneumatic control circuit module and control module, pneumatic control module with hand clamping and releasing function, the circuit controlled module to realize the function of signal receiving and processing. To realize the function of moving and hold hand skateboard servo motor was used; stepper motor to achieve the function of moving around with mechanical hands; according to the control theory of motion sequence, the control program was designed by GX Works2 software manual, mechanical hand hold back to the origin, automatic, self detection and alarm control function. The application results show that the system is not only stable, reliable, convenient and quick, but also can effectively improve the scheduling management capability of the plant air conditioner. The system can improve the safety of air handling by manual transportation, and improve the transportation efficiency of air conditioning.

**Keywords**: mechanical hand holding; Programmable Logic Controller(PLC); sequential action; GX Works2

基于某空调公司需求设计了一台机械抱手自动搬运空调的设备。此前搬运空调是在人工基础上运用半自动化设备完成，效率低下且搬运过程存在安全隐患，容易出现空调外形受损，报废率高。相对于半自动搬运空调，自动机械抱手动作迅速且稳定性好，可以降低劳动成本，提高工作安全性，促进了生产自动化[1]。机械手重复定位精度高，可以从事长时间连续作业。可编程序控制器是以微处理器为基础的通用工业控制

**收稿日期**：2017-06-29；**修回日期**：2017-09-20

**第一作者简介**：蔡汉明(1960)，男，湖北黄陂人，教授，硕士研究生导师，主要从事CAD/CAM及机电一体化技术研究。通信作者：董新华(1990)，男，山东德州人，硕士研究生，主要研究方向为机械制造和自动化技术。E-mail:563891669@qq.com

装置,广泛应用于各种机械设备和生产过程中的自动控制系统中[2]。课题组基于 PLC 构成闭环伺服控制设计机械抱手自动搬运空调的系统,具有较高的定位精度,动作迅速,运行稳定,安全系数高。

## 1 总体方案设计

根据需求和需要实现的功能,设计的机械抱手方案包括 3 个部分:①伺服电机和丝杠实现升降移动;②步进电机和同步带实现左右移动;③气缸和对中夹紧机构实现抱紧和松开动作。

系统适用于 2 个传输线之间搬运空调,机械抱手自动搬运空调总体机械结构方案如图 1 所示。当系统检测到有空调信号时,伺服带动丝杠旋转实现抱手下移到达指定位置,机械抱手抱紧空调,升高到指定位置,步进电机带动滑板向右移动,到达指定位置后,再下移把空调放在另一传输线上,1 个循环结束。

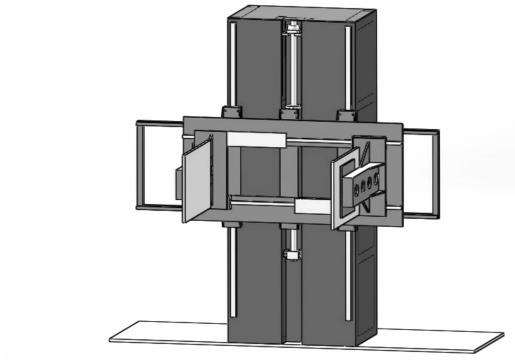

图 1 控制总体机械结构方案示意图

Figure 1 Schematic diagram of controlling overall mechanical structure

## 2 抱手气动系统设计

机械抱手的气动系统原理图如图 2 所示。空气压缩泵是抱手启动系统的气体来源[3]。当空气压缩泵气体压力达到气压表指针指示压力,普通电机自动停止运转;此外卸载装置可以防止系统过压损坏关键部件。抱手气缸两端连接滑板上的 2 个抓手,抓手中间有 1 个对中齿轮,实现抓手的对中夹紧气缸杠杆的伸出和收缩以便控制抓手的最大和最小伸缩范围;抱手通过滑板上的滑轨左右移动,实现空调的位置变换。

气动系统工作原理:空气压缩泵作为气源,三位四通电磁换向阀左位电磁阀 1YA 得电,抱手气缸执行伸出动作;系统检测到有空调信号时,右位电磁阀 2YA 得电,抱手气缸执行夹紧。此外气动系统的卸载装置,通过驱动二位二通电磁换向阀右位电磁阀 9YA 得电,从而使气源多余的气体通过先导式溢流阀和电磁换向阀口排出,维持气源的正常压力范围。

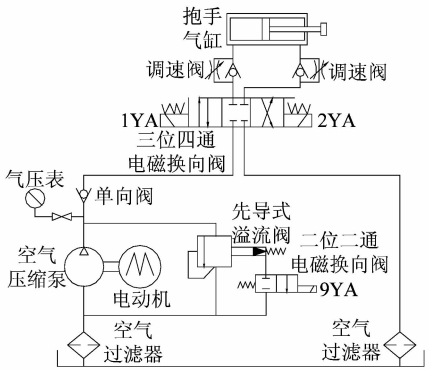


图 2 抱手气动系统原理图

Figure 2 Holding pneumatic system principle diagram

## 3 抱手电路控制系统设计

### 3.1 抱手电路控制系统硬件设计

三菱 Q 型 PLC 采用模块化结构,多分支输出控制,响应速度快,正常情况下可以控制多轴的运动控制系统[4]。Q 型 PLC 系统主要包括刚性基板、CPU 模块、电源模块和 I/O 模块及各种开关等。控制系统主要硬件选型如表 1 所示。

表 1 控制系统主要硬件选型

Table 1 Main hardware selection of control system

| 模块名称 | 型号 | 数量/件 |
|---|---|---|
| 刚性基板 | Q36 | 1 |
| CPU | Q03UDE | 1 |
| 输入模块 | QX41 | 1 |
| 输出模块 | QY41P | 1 |
| 电源模块 | Q61P-A2 | 1 |
| AC-DC 电源 | LS03-15BxxSR2S | 1 |
| 触摸屏 | Dop-Bo5s111 | 1 |
| 步进驱动器 | YKA2608MG | 1 |
| 步进电机 | YK1115A | 1 |
| 伺服驱动器 | MR-J3B | 1 |
| 伺服电机 | HG-KR | 1 |
| 换向阀 | 34SM-B10H-T/W | 1 |
| 行程开关 | KA | 4 |
| 光电传感器 | KJT-FS62 | 5 |
| 接近传感器 | KJT-J18Y | 2 |
| 磁感应器 | KJT-CS34 | 2 |

机械抱手使用触摸屏实现设备监控和人机交互,主要负责系统的状态显示、参数设置、调试和报警信息反馈等,并通过 RS232/RS485 通信端口与 PLC 相连;PLC 作为整个系统的控制中心,主要负责外部信号的

采集,内部信号的处理以及伺服定位控制和电磁阀开启或关闭控制等。机械抱手控制系统硬件示意图如图 3 所示。

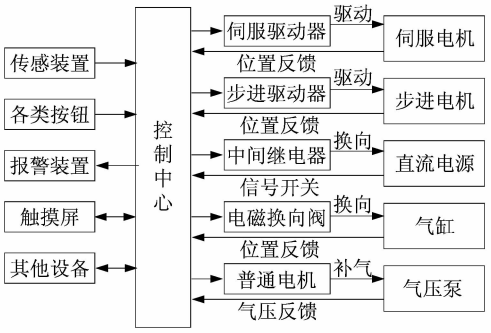


图 3　机械抱手控制系统硬件示意图

Figure 3　Hardware diagram of mechanical hand holding control system

## 3.2　控制系统电路设计

机械抱手共 2 个移动方向即 *X* 轴和 *Z* 轴,根据需要实现的功能和厂家的要求,*X* 轴和 *Z* 轴的电机是不同的。*Z* 轴使用的是伺服电机,伺服电机伺服控制模式主要有位置控制、速度控制和扭矩控制模式等[7],在此采用位置控制模式。伺服驱动器工作电压为 AC 220 V。图 4 所示为 *Z* 轴伺服电机和伺服驱动器接线图,L1、L2、L3 接主回路电源,U、V、W 接电机端子,CNP2 为编码器接口,CN3 为总线接口,其中 DICOM 为输入端子公共脚,DOCOM 为输出端子公共脚。

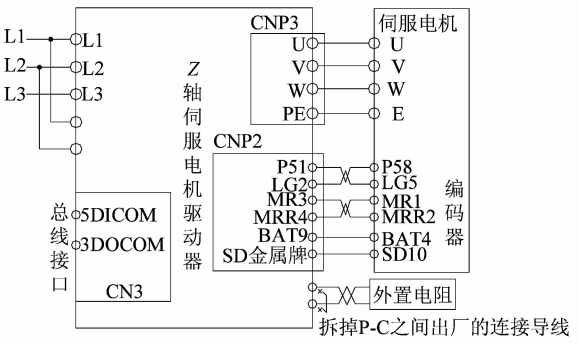


图 4　*Z* 轴伺服电机和伺服驱动器接线图

Figure 4　Connection diagram of *Z* axis servo motor and servo driver

*X* 轴使用的是步进电机,步进电机带动同步带,同步带的两端固定在滑板上,从而使得滑板左右移动,实现冰箱的位置变换。图 5 所示为步进电机与步进驱动器接线图。

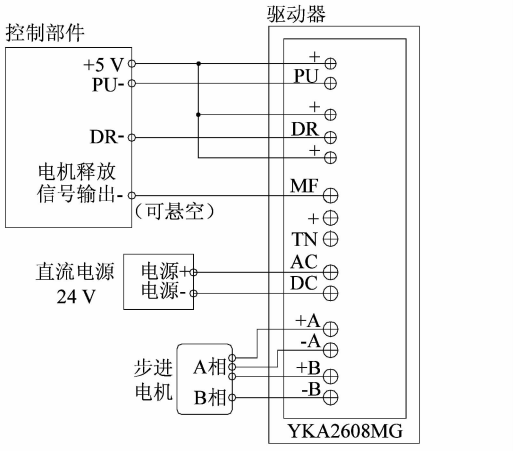


图 5　*X* 轴步进电机和步进驱动器接线图

Figure 5　Wiring diagram of *X* axis stepping motor and stepping driver

总电路是由控制电路和主电路组成,主电路是电压为 220 V,属于强电,因此一般可使用 LA101 系列连接线;控制电路多为弱电,一般用 RVVPS 系列电线即可满足。总电路接线原理图如图 6 所示。

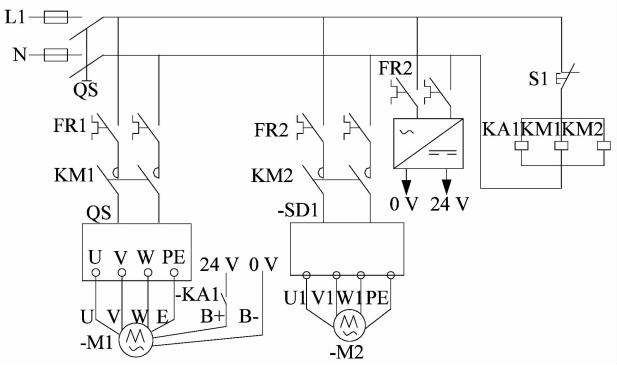


图 6　总电路接线原理图

Figure 6　Schematic diagram of general circuit connection

## 3.3　PLC 系统 I/O 点设计

根据用户需求和总电路设计要求,所需三菱 Q 系列 PLC 的 I/O 全部为开关量,因此方便选择 PLC 型号及 I/O 点数和编写内部程序,接下来是分配 I/O 的地址。同时,三菱 Q 系列 PLC 的输入/输出模块上有数量特定的接线端子,接线时操作方便,其 PLC 外部接线图如图 7 所示。

## 3.4　PLC 程序设计

使用 GX Works2 对三菱 PLC 进行编程,自动运行顺序功能图如图 8 所示。系统的极限位置分别设立在 *Z* 轴和 *X* 轴支架两端,步与步之间的操作按顺序执行,

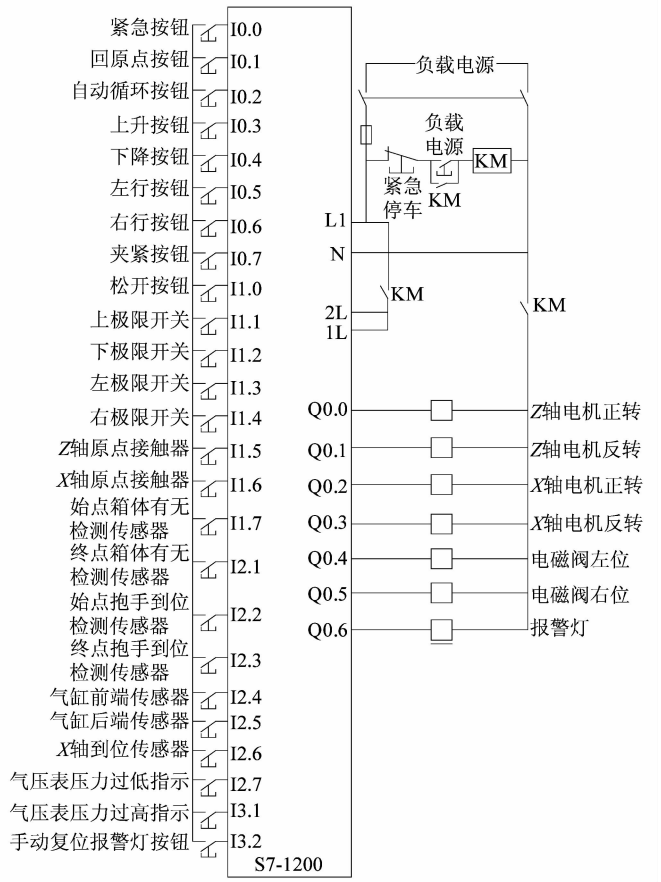


图 7 PLC 外部接线示意图

Figure 7 PLC external wiring diagram

相互之间不会出现干扰现象;当检测装置没有检测到工件时,系统回原点等待(系统有 2 个原点即 $Z$ 轴原点和 $X$ 轴原点,$Z$ 轴原点设立在最上方行程开关之下 50 mm,$X$ 轴原点为了方便设立在滑板框架的左下方距离行程开关 20 mm 处);当气压低于给定值时,系统停止工作,普通电机启动给气压泵补充气体,直到气压正常普通电机立即停止工作,报警灯停止报警,系统接着执行未完成的动作。

## 4 结语

文中系统采用伺服电机闭环控制功能并且带有电磁抱闸,提高了机械手的定位精度和稳定性,有效地解决了人工搬运空调效率低、安全隐患大等问题。经实际应用表明,系统能够满足生产需要。本系统适用于全自动化搬运空调,可在此基础上扩展为多个传输线搬运货物,以满足各种搬运的需求。

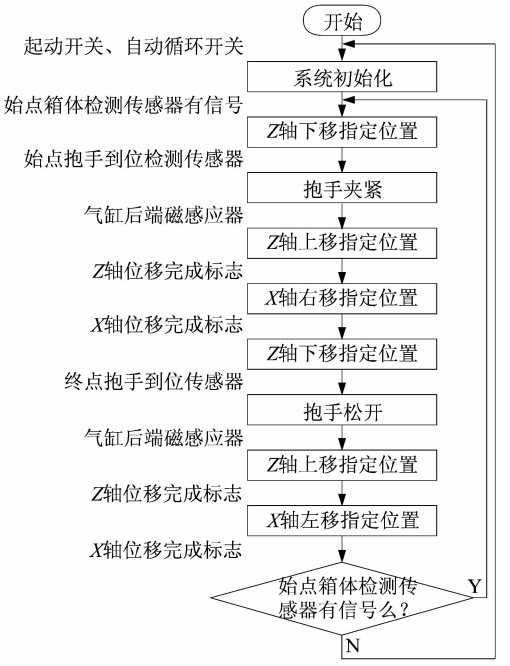


图 8 机械抱手自动运行顺序功能图

Figure 8 Automatic sequence diagram of mechanical hand holding

**参考文献:**

[1] 王月芹. 基于 PLC 的机械手控制系统设计[J]. 液压与气动,2011(9):41 - 43.

[2] 廖常初. PLC 基础及应用[M]. 北京:机械工业出版社,2007.

[3] 陆鑫盛,周洪. 气动自动化系统的优化设计[M]. 上海:上海科学技术文献出版社,2000.

[4] 侯浪. 三菱 Q PLC 应用技术研究[D]. 武汉:武汉理工大学,2008:4 - 5.

[5] 范其明. 基于 QD75MH4 的三轴运动控制系统设计[J]. 科技创新与应用,2013(15):14 - 15.

[6] 汤世松,仲太生,詹俊勇. 基于三菱 SSCNET 总线的伺服送料系统的设计[J]. 锻压机械,2013,48(5):56 - 59.

[7] 于淼. 混联研抛运动机床多柔体动力学及控制技术研究[M]. 长春:吉林大学出版社,2008.

[8] 肖敏. MELSEC—Q 系列 QD75MH 定位模块在数控机床自动上下料控制系统中的应用[J]. 工业控制计算机,2009,22(10):99.

[9] 冯文杰. 基于 QD75P 定位模块的平面砂布轮机 PLC 控制系统开发[D]. 成都:西南交通大学,2009:29 - 30.