

# 电控气动步进系统的 PLC 实现

兰自志

(武夷学院 机电工程学院,福建 武夷山 354300)

**摘 要:**针对气动步进系统的 PLC 实现问题,在分析两种气动带复位的步进记忆模块基础上,研究了将气动步进模块转换成 PLC 梯形图程序模块的方法,基于此方法,给出了气动步进模块组的 PLC 实现程序。通过添加启动、停止和驱动程序模块,对多缸顺序控制程序进行了完整设计,并对双电控和单电控的驱动做了比较。PLC 步进程序逻辑清晰,设计效率高,适用于复杂的电控气动步进系统。

**关键词:**步进控制;气动步进模块;PLC 程序模块;双电控;单电控

**中图分类号:**TH138 **文献标识码:**B **文章编号:**1674-2109(2014)05-0077-04

## 0 前言

步进控制法是气动顺序控制系统设计的一种方法,由这种方法设计的系统称为步进控制系统,其控制核心为步进控制器。与经典的 X-D 图法相比,步进控制法无需判断障碍信号和设计除障方法,控制器输出的信号可以直接用于主控阀的控制,所以该方法逻辑清晰,连接方便,提高了气动顺序控制系统的设计效率。对于纯气动的步进控制系统,控制器的基本单元是气动步进模块,它由气动元件构成;而对于 PLC 控制的步进气动系统,其控制器的基本单元是程序模块,由 PLC 指令组成。全气动步进控制模块一般适用于带有记忆功能的双气控阀的控制,但如果将气动步进模块转化为 PLC 程序模块,则可以实现对双电控以及单电控主控阀的步进控制。

## 1 带复位的气动记忆步进模块及 PLC 程序转换

气动步进模块是一种新型的、集成化的气动元

件,它简化了传统的气动步进控制模式,设计者无需了解其内部结构,只要掌握外部气口的连接就可以使用。但是这种模块存在缺陷,它输出的主控阀执行信号与气缸动作可能不等长,因此不适用于具有弹簧复位功能的单控阀控制。PLC 步进控制系统用程序模块实现步进控制,既适用于单电控主控阀也适用于双电控主控阀的控制,只是将作为功率控制阀的气控换向阀换成电磁换向阀,气动行程阀换成电触点行程开关,气动按钮阀换成电气按钮,而气动步进模块则换成 PLC 程序模块。

步进系统一般由若干个步进模块组合使用,系统需要预先触发某个模块才能正常工作,所以步进模块相应的有“0”型和“1”型,即系统复位时,模块的输出或者与大气相通或者与控制气源相通。

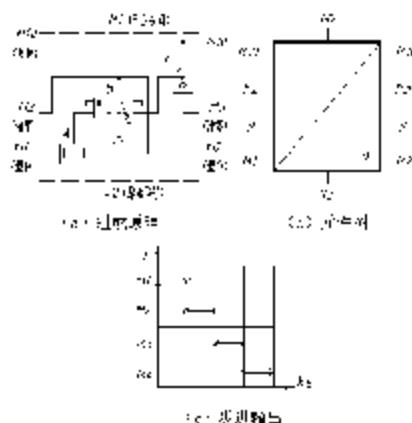


图 1 “0”型带复位的记忆步进模块

Fig.1 0-type stepping register with reset

收稿日期:2013-05-28

作者简介:兰自志(1978-),男,汉族,讲师,主要研究方向:气压传动技术。

图 1(a)为一种“0”型带复位的气动记忆步进模块原理图,图 1(b)为该模块的元件表示。假设该模块处于步进模块组中第二步,则模块的工作原理是:当第一步动作结束时,气动行程阀 X2 被按下,与已经存在的第一步置位信号 M1 共同输入至双压阀 A,则双压阀的输出信号控制中间记忆元件 B 切换至左位,M2 与控制气源接通,并控制主控阀换向;同时 M2 需控制第一步的清零,使 M1 输出为 0,所以双压阀 A 的输出信号是个脉冲信号,需记忆;M2 还控制了第三步的置位,为执行第三步做准备。由此可见,M2 信号的开始就是 M1 信号的结束,同理对于第三步来说,M3 信号的开始也是 M2 信号的结束,所以各步输出的执行信号呈阶梯状分布,如图 1(c)所示。记忆元件 B 使模块的输出信号只保持一个步距(行程长),虽然它是无障碍的信号,但不能做到与气缸动作绝对等长,也就无法直接控制单控阀。记忆元件 B 的零位输出控制端接梭阀 C 的输出端,当复位端 M10 或者清零端 M3 有信号时均可使 M2 输出为 0。

表 1 “0”型带复位记忆步进模块的接口及其 PLC 转换

Tab.1 Interface and PLC conversion of 0-type stepping register with reset

信号	全气动步进模块	PLC 程序模块
X2	气动行程阀的气信号	电触点行程开关的电信号
M2	本步输出的气信号	本步辅助继电器
M1	上一步的置位气信号	上一步辅助继电器
M3	下一步的清零气信号	下一步辅助继电器
M10	系统总复位的气信号	总复位辅助继电器
P	气源	无

该模块在全气动控制系统中输入输出均为气压信号,若将其转换为 PLC 程序模块,输入输出则是用软件元件表示的电信号,其对比含义见表 1。



图 2 “0”型步进程序模块

Fig.2 0-type module of PLC program

图 2 是用 PLC 梯形图程序实现的、与气动步进模块有相同逻辑功能的程序模块。该程序并没有直接采

用线圈输出,而是用 SET、RST 指令对辅助继电器进行操作,所以辅助继电器起到的是中间记忆作用,可实现对双电控阀或单电控阀的控制。由于 PLC 采用整体扫描的方式执行程序,因此这样的设计并不会对步进控制产生影响。

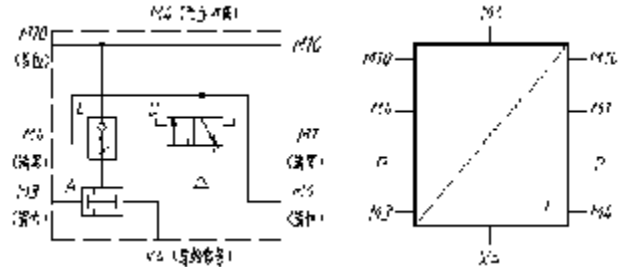


图 3 “1”型带复位的记忆步进模块

Fig.3 1-type stepping register with reset

图 3 是“1”型带复位的记忆步进模块,其工作原理基本与“0”型相同,区别是复位信号使得模块输出为“1”。因为控制系统一般是循环工作,假设该模块是循环系统的最后一步,则该步的结束应是第一步的开始,即该步的清零由第一步信号 M1 来执行,所以系统的触发一般设置在最后一步,复位信号 M10 通过梭阀 C 接至中间记忆元件 B 的左端。用 PLC 梯形图实现的程序模块如图 4 所示。



图 4 “1”型步进程序模块

Fig.4 1-type module of PLC program

## 2 气动模块组及 PLC 实现程序

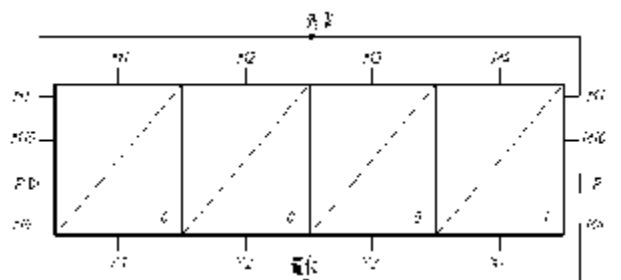


图 5 全气动模块组

Fig.5 Pneumatic stepping chain

由多个气动步进模块构成的纯气动模块组可由

图 5 来表示,图中步进模块共有 4 个,当然也可更多。模块间通过密封轴套互相连接,组成了一个移位寄存器链,可实现步进循环控制,M1、M2、M3、M4 分别是对应步的输出信号。M10 是总复位信号,当 M10 为“1”,前 3 个模块全部输出“0”,最后一个模块输出为“1”,即系统复位以后,激活最后一步,同时为执行第一步做准备。

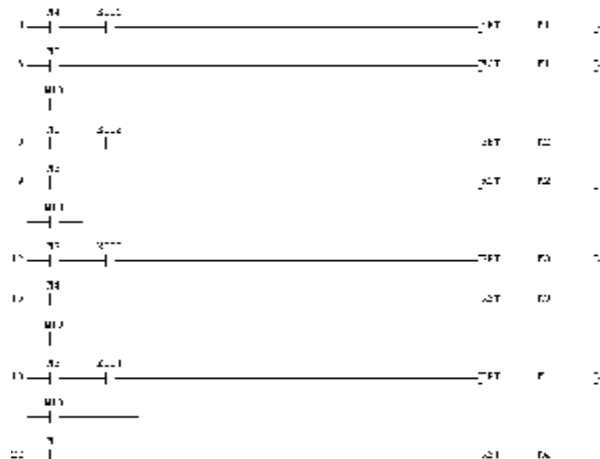
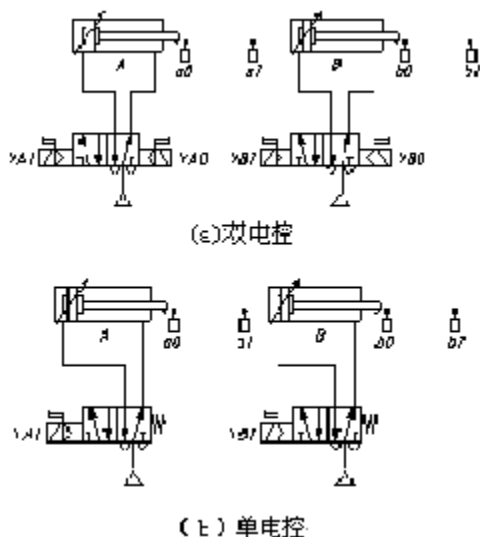


图 6. 气动模块组的 PLC 实现程序

Fig.6 Implementation of pneumatic stepping chain with PLC program

图 6 是该全气动模块组的 PLC 实现程序。程序中每一步的置位都和上一步有关,也就是说,上一步如果未执行,本步就不可能被执行,本部如果执行,上一步必须清零。

### 3 完整的 PLC 步进控制程序



(c)PLC 端口配置及连接

图 7 电控多缸顺序控制系统

Fig.7 Sequential controls of multi-cylinder in Electro-Pneumatic

一个典型的气动多缸顺序控制实例如图 7 所示,(a)、(b)分别为采用双电控和单电控的气路连接。无论哪种控制方式,均可采用图 6 所示的 PLC 步进程序。但是该程序并不完整,没有处理基本的启动、停止等信号以及对主控阀电磁铁驱动的功能,故还需添加其他模块。

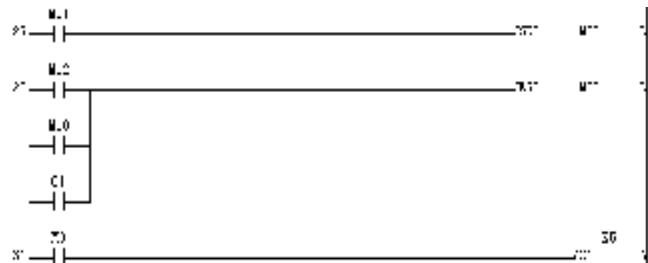


图 8 启动、停止控制模块

Fig.8 PLC program module of start and stop

启动、停止控制的程序模块如图 8 所示,用继电器 M20 做为运行标记,即 M20 为 1 时系统启动,M20 为 0 系统停止,其常开触点一般串联在图 6 的第 0 行,它是步进程序运行的基本条件。如果用触摸屏按键实现启动控制,则触摸屏的启动按键使 M11 触点闭合;如果是机械式按钮启动,则用 X 口做为按钮信号输入,如本例用 X000 替代 M11 即可。同理,用 M12 (X005)触点对 M20 清零,实现系统停止控制;当用 M10(X006)对系统复位时,系统也停止;本例还并联了计数器 C1 的常开触点,实现系统循环次数的控制,一般用系统复位后的、最后一个输出为 0 的步进模块(如 M3)触发计数,图 8 设计了系统运行 5 次后停止。

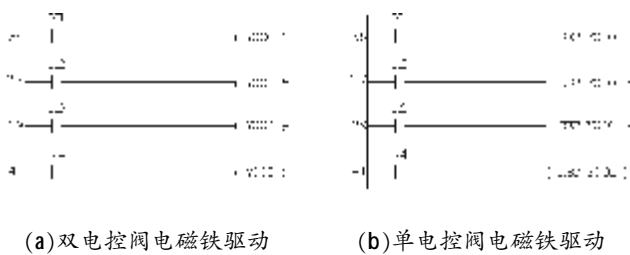


图 9 电控阀电磁铁驱动模块

Fig.9 Actuator driver modules of solenoid valve

用 A1、B1 分别表示 A 缸和 B 缸的伸出, 用 A0、B0 分别表示 A 缸和 B 缸的缩回, 假设系统要实现 A1A0B1B0 的顺序控制, PLC 端口配置和连接如图 7 (c) 所示。主控阀电磁铁线圈由 PLC 的 Y 口驱动, Y 口又由各步进模块输出的辅助继电器触点控制, 通过改变程序的驱动可以实现对双电控换向阀和单电控换向阀的控制, 如图 9(a)、(b) 所示。

在多缸顺序控制中, 不管是哪一种电控阀, 都要能够保持输出直至气缸反向运动。双电控左右两边电磁铁不能同时得电, 但能够记忆并保持, 所以用线圈输出的方式驱动, 例如图 9 (a) 的 M1 一旦被清零, Y000 输出即为 0, 但控制阀保持输出, 即无需用指令使其清零。而单电控有弹簧复位, 如果用线圈方式驱动, 当 M1 被清零后, 阀将回到常态位, 即状态不能够保持, 所以 Y 口必须用 SET 指令置位保持, 解除保持用 RST 指令, 例如图 9(b) 的 M1 在第一步对 Y000 置位, 虽然步进程序的第二步对 M1 清零, 但未影响 Y000 的状态, 直至第三步的 M3 才对 Y000 清零, 此时单控阀回到常态位。

#### 4 小结

气动步进控制系统常被用于生产设备的自动化,

控制范围从简单的小型设备到大型的自动化生产流水线。借鉴纯气动步进模块的逻辑控制原理, 本文设计了以辅助继电器为主的 PLC 步进控制程序, 程序包括步进模块、启动/停止等信号处理模块、驱动模块, 可用于双电控和单电控主控阀的控制。PLC 步进控制系统工作稳定, 模块化编程简单, 适用于复杂的顺序控制系统, 控制步数越多其优势越明显。

#### 参考文献:

- [1] SMC(中国)有限公司. 现代实用气动技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- [2] 江永富, 廖晓梅. 三菱 PLC 编程技术及工程案例精选[M]. 北京: 机械工业出版社, 2011.
- [3] 王成福. PLC 控制系统设计与调试[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2010.
- [4] 朱光力. 气动逻辑元件在多气缸顺序动作气压控制回路中的应用[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2003(8): 60-61.
- [5] 熊力维, 邹昊. PLC 顺序控制设计法编制梯形图的几种方式[J]. 廊坊师范学院学报, 2011, 11(1): 33-35.
- [6] 刘俊, 于忠海, 侯佳雯. 基于 PLC 的气动贴标机系统设计[J]. 液压与气动, 2011(11): 85-87.
- [7] 胡海清. 利用步进块实现气动顺序动作控制[J]. 现代制造技术与装备, 2009(4): 44-46.
- [8] 赵龙, 易孟林, 罗晓玉. PLC 顺序控制在气动多缸演奏系统中的应用[J]. 机床与液压, 2006(11): 145-147.
- [9] 樊中孝, 朱奉春. 自动机气动回路 PLC 控制系统的设计方法[J]. 齐齐哈尔大学学报, 2004, 20(1): 47-49.
- [10] 朱梅. 基于机械手的全气动或电气控制设计[J]. 液压与气动, 2004(1): 3-4.

(下转第 87 页)