

基于FX2N的液压回转工作台顺序控制方法

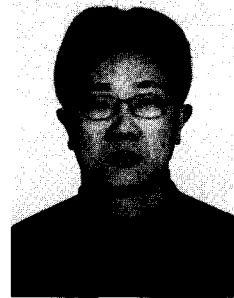
朱学军

(宁夏大学机械工程学院, 宁夏银川 750021)

摘要: 利用顺序功能图和梯形图来编制用户程序, 以实现单台设备或生产过程的顺序控制, 是PLC的主要功能之一。以液压回转工作台的顺序控制为例, 论述了三菱FX2N系列PLC的用户程序设计方法; 通过比较, 指出了各种方法的应用特点。

关键词: 顺序控制方法; 可编程序控制器; 液压回转工作台

中图分类号: TM571.6*1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-5531(2005)10-0033-04



作者: 朱学军 (1970-), 男, 副教授, 硕士, 主要从事计算机控制与过程优化等方面的教学与研究。

Research for Sequential Control Methods of Hydraulic Rotating Table Based on FX2N PLC

ZHU Xue-jun

(College of Mechanical Engineering, Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

Abstract: One of main functions of PLC is realization of the sequential control on single device or production process by means of the sequential function chart and the ladder diagram to organize user's control program. Taking the hydraulic rotating table as example, the design methods of sequential control program using FX2N PLC from Mitsubishi, the application features of every method by comparison were presented.

Key words: sequential control methods; programmable logic controller (PLC); hydraulic rotating table

0 引言

随着微电子技术和自动控制技术的深入应用与发展, 可编程序控制器 (Programmable Logic Controller, PLC) 已经成为工厂自动化的标准配置之一^[1]。用内部编程“软元件”取代继电器逻辑控制电路中大量的时间继电器和中间继电器, 简化线路、有效提高系统的可靠性, 是PLC的突出特点^[2]; 根据实际工艺要求, 借助于顺序功能图 (Sequential Function Chart, SFC) 和梯形图 (Ladder Diagram) 来编制用户程序, 实现单台设备或生产过程的顺序控制, 则是PLC主要功能的具体体现^[3]。就三菱FX2N系列PLC而言, 实现顺序控制的用户程序设计方法主要有: 采用起停保电路的编程方法; 以转换为中心的编程方法和采用步进指令 (Step Ladder Instruction, SLI) 的编程方法等。本文以组合机床液压回转工作台的顺序控制

为例, 从设计效率、应用范围以及内存占用空间等方面对上述3种设计方法进行详细地讨论。

1 液压回转工作台的顺序控制要求

液压回转工作台在多工位组合机床中属于通用部件。以DU型组合机床为例, 在加工某轮毂工件的12个安装孔时, 动力头上装有36把刀具, 共有4个工位 (见图1)。通过对主轴电动机、油

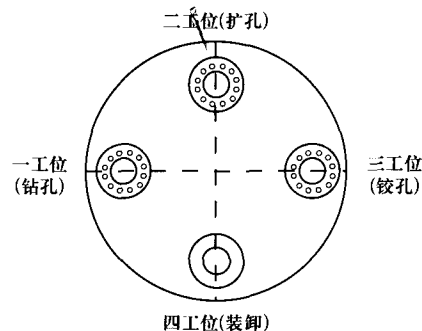


图1 加工工位示意图

泵电动机、冷却泵电动机以及液压电磁阀的通、断控制,液压回转工作台需实现的自动工作循环过程如图 2 所示,各阶段 PLC 所对应的输出状态如表 1 所示。被加工工件在回转台上回转一周后,可完成该类机床的全部加工工序。对液压系统的油路实施控制,可以实现工位的转换;而液压系统的循环动作过程,则是依靠电气控制来实现的。

设第四工位已装卸完毕,工作台处于原位,限位开关 X_{01} 闭合;按下启动按钮 X_{10} ,电磁阀 Y_1 通电,回转工作台抬起, X_{01} 复位;抬起到位时,限位

开关 X_{02} 闭合,电磁阀 Y_2 通电,工作台以一定速度回转;接近定位点时,限位开关 X_{03} 闭合,电磁阀 Y_3 通电,工作台改为低速回转;到达定位点,限位开关 X_{04} 闭合,电磁阀 Y_4 通电,工作台开始夹紧动作;夹紧到位,限位开关 X_{05} 闭合(此时可接通动力头控制回路),待相应工序的加工任务完成后,电磁阀 Y_5 通电,离合器脱开;限位开关 X_{06} 闭合时,电磁阀 Y_6 通电,回转油缸返回,直至限位开关 X_{01} 闭合,工作台复位。

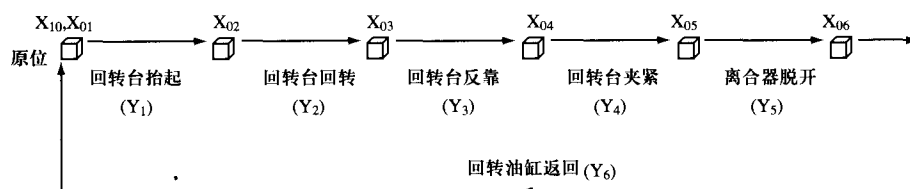


图 2 液压回转工作台动作过程示意图

表 1 液压回转工作台顺序控制状态表

步序	转换条件	输出信号状态					
		Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6
1	初始	X_{10}	0	0	0	0	0
2	回转台抬起	X_{02}	1	0	0	0	0
3	回转台回转	X_{03}	0	1	0	0	0
4	回转台反靠	X_{04}	0	0	1	0	0
5	回转台夹紧	X_{05}	0	0	0	1	0
6	离合器脱开	X_{06}	0	0	0	0	1
7	回转油缸返回	X_{01}	0	0	0	0	1

2 顺序控制程序的设计与实现

2.1 以转换为中心的编程方法

能够完全体现顺序控制设计思想的 PLC 编程语言是顺序功能图 (Sequential Function Chart, SFC), 又称状态转移图。步 (Step)、转换 (Transition) 和动作 (Action) 是组成 SFC 的三大要素^[4] (见图 3)。在具体的设计过程中, SFC 的初始步必不可少, 对应于系统等待起动的初始状态^[5]; 其次, 系统应能多次重复执行同一工艺过程, 在 SFC 中由步、有向连线构成一闭环回路, 以体现工作周期的完整性。此外, 仅当前级步为活动步 (转换条件满足, 已被激活的步) 时, 下步才有可

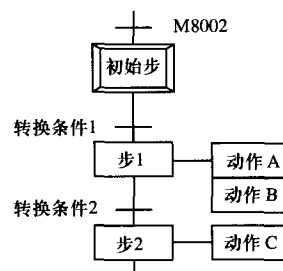


图 3 SFC 的基本组成

能成为活动步。

就三菱 FX2N 系列 PLC 而言, 以转换为中心, 利用 SET/RST (置位/复位) 指令编制顺序控制程序时, 通常使某一转换前级步所对应的辅助继电器 (M) 的常开触点与转换所对应的触点或电路相串联, 作为后续步对应的辅助继电器置位或前级步对应的辅助继电器复位的基本条件。

根据工艺流程和顺序控制状态表, 采用 SET/RST 指令设计的 SFC 及其对应的梯形图 (Ladder Diagram) 程序如图 4 所示。一个完整的加工工艺被分为顺序相连的 6 个阶段, 分别用辅助继电器 $M_{201} \sim M_{206}$ 表示; 转换条件满足时, 可由当前步进入下一步; 初始化脉冲 M8002 (脉宽为一个扫描周期) 用于触发初始步 M_{200} 。PLC 在执行该控制程序时, 语句共计 42 条。

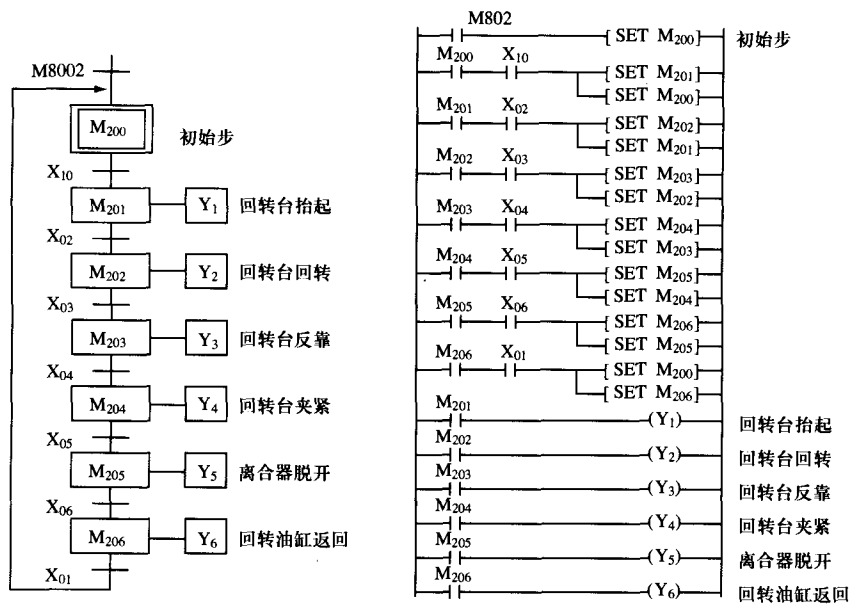


图4 以转换为中心的液压回转工作台顺序控制程序

2.2 采用起停保电路的编程方法

起停保电路仅仅使用与触点、线圈有关的基本逻辑控制指令,属于通用的编程方式,广泛应用于任意型号的PLC。设计起停保电路的关键是正确设置起动条件和停止条件。依据转换实现的基本规则,要求以辅助继电器(M)代表的前级步已经成为活动步,且相应的转换条件得以满足时,代表下一步的辅助继电器线圈方可接通,并实现自锁;直至后续步成立,利用联锁的常闭触点复位。

采用起停保电路设计液压回转工作台的顺序控制程序时,SFC与图4所示相同,梯形图程序如图5所示。PLC在执行该控制程序时,语句共计42条。

2.3 采用STL指令的编程方法

STL指令是F2N系列PLC为编制顺序控制程序而专门设计的步进梯形指令^[6],其操作元件为编号S₀~S₄₉₉的状态寄存器(S₀~S₉用于初始步)。除与并行序列合并时所对应的电路外,采用STL指令进行编程的状态寄存器触点(STL触点)均为与左母线相连的常开触点,且具有停电保持功能。在具体使用过程中,采用STL触点可方便、快捷地实现SFC关于负载的驱动处理、指定转换条件以及指定转换目标的基本要求。

采用STL指令设计的液压回转工作台顺序控制程序如图6所示。状态寄存器S₂₁~S₂₆分别

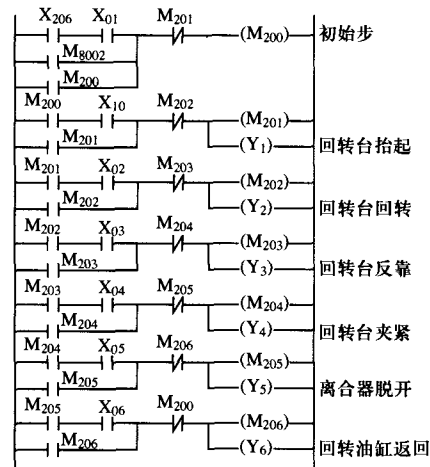


图5 采用起停保电路设计的液压回转工作台顺序控制梯形图程序

代表回转台抬起、回转、反靠、夹紧等步序,转换条件不变;初始步S₀仍由M8002触发。PLC执行该控制程序时,语句共计30条。

2.4 3种设计方法的比较

(1) 通用性。由于不同厂家生产的各类PLC均具有针对线圈和触点的基本逻辑指令,因此,采用起停保电路的编程方法具有最为广泛的通用性;其次,大多数型号的PLC也具有对内部编程元件进行置位和复位的功能与指令,采用SET/RST指令的设计方法和在此基础上衍生而

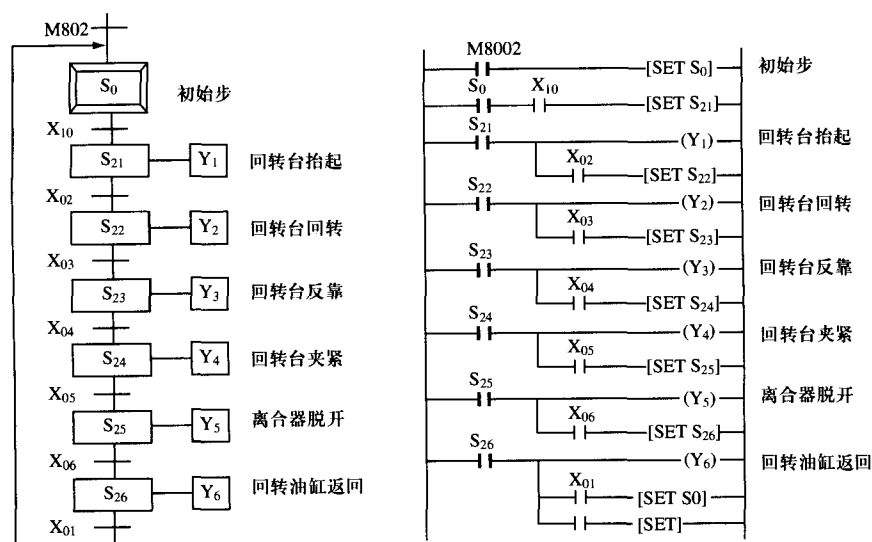


图6 采用 STL 指令的液压回转工作台顺序控制程序

来的仿 STL 指令的设计方法应用范围也相当广泛;作为顺序控制程序设计时的专用指令,STL 指令仅适用于某一厂家所生产的某些 PLC 产品,实现通用与互换还有待于各生产厂家对国际标准的认同与贯彻。

(2) 程序所占用的内存空间。由文中所述设计实例可知:采用 STL 指令设计顺序控制用户程序,可有效减少内存占用空间;特别对于复杂控制系统,可显著缩短用户程序的执行时间,提高 PLC 的输入、输出响应速度。

(3) 电路结构。采用起停保电路的控制程序要求具有最基本的自锁和联锁功能,电路较为繁琐,不适宜复杂控制系统的程序设计。以转换为以中心、采用 SET/RST 指令的编程方法充分体现了转换实现的基本原则,具有思路清晰、易于理解的特点。该类设计方法一般不允许“双线圈输出”现象的发生,意味着复杂电路设计时输出继电器的个数较多,程序占用的内存较大。采用 STL 指令设计顺序控制程序,具有使用方便、易于掌握和编制的优点,且允许“双线圈输出”,可有效提高输出电路的设计效率,更适于复杂控制系统的用户程序编制。

(4) 故障诊断。PLC 具有完善的硬件抗干扰措施和软件的自诊断功能,从而保证了 PLC 应用时的高可靠性。就软件中的电路错误和语法错误而言,顺序控制的规律性能尽可能地避免这些

错误的产生。从检测、调试程序的方便程度考虑,采用 STL 指令的顺序控制程序占用的时间较短。

3 结束语

综上所述,采用起停保电路、采用 SET/RET 指令和采用 STL 指令的顺序控制设计方法各具特色。在实际应用过程中,应充分考虑系统的复杂程度、控制要求、PLC 的响应速度以及设计效率等诸因素,有针对性地进行选用,使设计出的用户程序能够最大限度地满足生产自动化的要求,真正体现 PLC“为工业环境下应用而设计,易于编程、易于与其他控制设备相融合”的基本原则。

【参考文献】

- [1] 朱学军,赖惠芬,陈昭荣. PLC 在 DU 型多功能组合机床电控系统改造中的应用[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2002, (11): 56~62.
- [2] 张生果. 可编程控制器的步进顺序控制功能[J]. 机床电器, 2003, (1): 37~40.
- [3] 罗先喜,孙丽萍. PLC 在推焦车液压传动系统中的应用[J]. 电气传动自动化, 2002, 24(6): 41~49.
- [4] 王林,周玉洁. DCS PLC 与顺序控制[J]. 炼油化工自动化, 1997, (1): 31~34.
- [5] 李有军. PLC 梯形图的顺序控制设计法研究[J]. 华南热带农业大学学报, 2002, 8(3): 9~13.
- [6] 韩焱青. PLC 功能图编程在交通信号灯控制中的应用[J]. 电气传动自动化, 2002, 24(3): 46~47.

收稿日期:2005-03-13