

摘要

PLC, 也可以被称为可编程逻辑控制器, 是一种主要基于微处理器的通用生产控制设备。在当今社会, 随着工业发展需求和计算机编程控制技术的逐步发展, 人们经常去开发 PLC 功能。其中包括更多的计算机功能, 因此也称为 PC。不要与 PROGRAMMABLE CONTROLLER 混淆, 我们仍将其称为 PLC。现在 PLC 在自动化方面得到了更好的发展, 现在 SOFTPLC 出现了, 这为 PLC 领域的所有者提供了无限的发展前景。

本文使用的三相六拍步进电机为控制对象, 并采用西门子公司 S7-200 系列 PLC 做成控制系统, 在这里, PLC 的强大功能得以发挥和使用, 而无需经历正向和反向切换的停止阶段。其次, 可以通过控制按钮来完成高速, 低速控制。PLC 控制系统设计的主要前提就是最大限度地满足被控对象的控制要求是 PLC 控制系统设计的主要前提, 同时这也是在本次设计中最重要原则。关键词: PLC 控制; 步进电机; 控制系统

1 绪论

1.1 研究意义

当前, 步进电机的精度和成本存在不一致。由于需要高性能 DSP 芯片来计算实时精度, 因此成本很高。因此, 当前的管理方法是使用大量的硬件电路。通过这样的控制使得精度变高, 但是在成本方面也很高。为了节省资金, 大多数国家/地区都使用相对节省资源的查表法, 但是在低速下管理多种速度时, 计数器的准确性会降低稳定性并增加噪音。这是一个低速转动分配的问题。速度越低, 设备在控制期间就越严格。还有一个扭矩问题。当扭矩太慢时, 甚至本机也无法达到合适的扭矩。这是控制的问题。简而言之, 现代步进电机管理中常见的问题是低速运行和低速启动。

今天的信息社会的特点是科学技术和工具的迅速发展和电子技术的进步, 这给现代工业带来了质的推动力。PLC 在现代电子领域的应用越来越深入, 这无疑将导致传统控制领域的创新。PLC 控制非常可靠和经济有效。PLC 作为新型电子控制单元, 广泛应用于化工、电力、机械制造等行业, 具有可靠性高、通用性强、环保性好、稳定性良好、布线简单、编程容易、体积小等优点。在步进电机中只有周期误差, 没有累积误差, 因此就使控制精度稳定准确, 步进电机广泛应用于各种开环控制[1]

使用 PLC 以编程方式控制步进电机, 其电路结构简单, 易于编写, 成本低廉, 并且可以使用控制按钮控制步进电机的正转反转和步进电机的转动速度的变化。应用范围广泛等。

1.2 国内外发展现状

1.2.1 步进电机的国外发展趋势

步进电机在国外通常被称做脉冲电机。其基本原型起源于 1830 年至 1860 年, 1870 年左右开始努力控制, 达到适用于氩弧灯的电极输送, 它被认为是最初的步进电机的范围, 所以它存在的开始不是很广泛。步进电机成为运动控制应用中伺服电机的低成本选择[2]。随着 20 世纪 50 年代末的晶体管电子产品和应用的发明, 都从逐渐步进电机控制系统的应用, 使数字化、自动化和控制成为可能。

1.2.2 步进电机的国外发展趋势

步进电机在我国产生的初步发展的时间是 1958 年以后，为了模仿外国制造步进电机，许多研究所和高等学校都或多或少开始研发步进电机的相关产品，从而为步进电机的产生做了铺垫。紧接着在 1960-1970 年间，数控技术和计算机电子工业化的迅猛发展，老式步进电机已经无法满足先进的生产力，所以只能从研究上和生产上取得突破。步进电机的智能性、节能性、高效性成为人们选择时主要考虑的三个方面。20 世纪 70 年代随着人们对步进电机的需求进一步提高，细分驱动技术和电机性能可灵活改变的技术得到了广泛的应用。1970 年至 1980 年这 10 年间，步进电机得到大大地发展。80 年代末，微处理器登上数控系统的舞台，其广泛的使用使得步进电机得到了进一步的发展和应用。步进电机慢慢被更多的用在动作灵活性要去较高的场合中，例如对速度进行控制，对位置进行控制和对操作精确有要求的部分进行控制。未来步进电机的总体发展方向是低能耗、高频率精度、多功能性、高自动化和智能，不同的电机和驱动器设计为更智能，更快，更安静的操作和更大的扭矩提供了有趣的解决方案[3]。

1.3 本设计的目的及控制要求

该设计的主要内容是西门子 PLCs7-200 和用于控制步进电机控制系统的控制外围电路的结构设计。步进电机的方向以及对高，中，低速的控制可以通过控制几个开关按钮来实现。例如，两个开关用于控制发动机的正向和反向旋转，两个开关分别控制发动机的启动和停止，两个开关分别控制发动机的高速和低速。使得步进电机更加的易于人类对它进行控制。甚至可以使用小型的开关来进行控制，但是使用七个控制开关可以使设计直观且易于理解。此外，本设计更加便于实现对步进电机控制如图 1-1 所示：（1）三相步进电动机内部有三个绕组：A、B、C 正转通电顺序为：

A→AB→B→BC→C→CA 反转通电顺序为：A→CA→C→BC→B→AB （2）用 5 个开关控制其工作

I0.2 开关控制其运行（启 / 停）。

I1.0 按键启动进行低速的运转（转过一个步距角需 0.5 s）。

I1.1 按键启动进行高速的运转（转过一个步距角需 0.05 s）。

I0.0 按键启动进行转向的运转（ON 为正转，OFF 为反转）。

Q0.1 为 A 相绕组的输出

Q0.2 为 B 相绕组输出

Q0.3 为 C 相绕组输出

1.4 本章小结

本章简单分析了步进电机的历史背景，以及对 plc 有一个简短的分析，并阐述了对本次步进电机控制系统的主要控制要求和目的。

2 步进电机控制系统的设计方案

2.1 PLC 的概述

当今社会要求制造业对市场需求做出迅速反应，以生产出小批量、多个品种、多种规格、价格便宜和高质量的产品，为了达到这样的要求，生产的设备和自动生产线就需要有很高的可靠性与灵活性，这时可编程控制器，也就是人们所熟知的 PLC，PLC 是可以通过编程逻辑控制的一项技术，也是为了电气自动化应用而产生的一个电子系统 [4]。

PLC 在全球上因其功能强大、可靠性优秀、体积微小、价格便宜等特点，使得它在所有的工业部门中分布广泛，PLC 在现在仍然是在不断的发展进步，其功能也在不断的加强，它不在是被应用于单机自动化的控制设备，在更大的工业网络控制系统中也是逐步的巩固了自己不可动摇的地位。

2.2 步进电机的工作原理

步进电机就是一种能够将脉冲信号在特殊方式的特殊方式的处理之下转换为角位移的一种电磁机械装置 [5]。它主要是通过发动机的方向进行分析和控制，然后再检查脉冲的数量，以达到数据的准确性。目标定位可以帮助电机更快，更高效地工作。简而言之，步进电动机的原理可以理解为对步进角的

控制，以使两个脉冲频率达到特定频率以实现目标定位。为了确保步进电动机在运行控制中达到基本的控制效果，步进电动机本身必须满足质量和运行性能要求，以确保其高效和高精度。其次，在选择电动机时，必须确保严格控制并准确了解负载的大小和电动机的精度。分析并分析了电机的静态距离和流量，从而使发动机模型能够满足运行水平。

PLC 控制系统的步进电机，在很大的程度上控制了脉冲的生成数量，这样就可以更加稳定的控制步进电机的正常运行，所以在选择 PLC，必须选择无数设备发送给设备高速脉冲输出，这样在使用与高速脉冲输出，步进电机的控制。控制他的其他分销计划要困难得多。例如环形电力附件对步进电机绕组环形脉冲分成的形式，帮助进一步工作，接到步进电机两相绕组的直流电源通过，反过来，产生旋转磁场，磁场可以牵引到到整个引擎转动，使步进电机转动，步骤改善效率。换句话说。步进电机分为三个阶段，分为六个冲程运行。该方法确保了步进电机具有良好的附件。在升级过程中，当踩下步进电机时，圆形脉冲分配程序每步减小为零，旋转脉冲停止，下一个脉冲连续。在环形脉冲模式下实施电机可能会更容易。

2.1 设计方案的比较

本次步进电机控制系统设计涉及的各类元件类型应当包括步进电机电机组，plc 控制器和 STEP 7-Micro/WIN32 软件所组成。在使用控制系统时，由于涉及到步进电机转速，方向的控制，一方面不能依靠对电机组的调节，更多的是依靠 plc 控制系统对电机的调控，因此步进电机就作为本次的控制输出端，而输入端则以 plc 控制系统的梯形图为主要检测单元，根据上述要求，本次控制系统设计任务，有两种设计方案所比较。

2.1.1 基于单片机控制

单片机在数控机床以及机械自动化中的应用相当广泛，而步进电机控制系统又是当前主流的脉冲控制系统[6]。然而在使用单片机时，没有办法在线调试，由于程序的烧制需要不断进行烧制固化，因此其使用具有不便携性，同时由于本次开发的是对步进电机的控制系统，这就要求在编写程序时需要对涉及的电机信息实时设置，一旦外部环境发生大的改变，就需要到程序中做实时更新调整，增加了程序开发的周期。

2.1.2 基于 PLC 控制

使用 PLC 作为控制器，其具有的通信接口可以很好地解决数据传输与信息交互，具有很好地信息介质功能。同时，由于 PLC 的整体结构呈现的输入与输出的关系较为清楚，在进行系统开发时，可以针对采集输入端与控制输出端的分布不均的状况出现。一旦外部环境发生改变，可以很好地将其进行在线程序实时开发与调试，满足系统的现场调试的功能，同时当输出与输入端口不足时，可以充分进行端口扩展，不需要一些指令即可完成端口拓展。本次设计选用 PLC 控制系统方案有以下三个优点，(1)PLC 软件编程可以使步进电机控制系统得到精确地控制，避免以为控制精度的因素受到失步、振荡等其他影响，(2) 环形分配器被使用软件所替代，通过对 PLC 编程软件的设定，用同一种电路实现了对三相六拍步进电机的控制和驱动，有效地提高了接口电路的稳定性和灵活性，(3) 通过 PLC 的主要功能使显示电路、复位电路、控制按键等外围电路机械的组合，这点大大的提高了控制系统的人机交互。

2.2 步进电机的控制系统要求

对于 PLC 控制系统的步进电机，主要是表现有以下的两个方面：三相绕组的接通与断开顺序控制以及步进速度的控制。即：正转顺序：A—AB—B—BC—C—CA—A；反转顺序：A—AC— C— CB—B—BA—A 以及每个步距角(每个箭头)的行进速度。针对上述的方面，可提出具体的控制要求如下：

- (1) 可以通过按键控制步进电机正转或反转来进行启动；
- (2) 在步进电机运行过程中，正转和反转可以在电机不停机的情况下进行切换；
- (3) 步进电机的运行速度可以分成低速和高速两个速度，并且可以随时通过手动控制按键变速；

(4) 当步进电机停止运行时，应对所有的移位寄存器清零，使每次电机的起动均从 A 相绕组开始运行。

2.1 本章小结

本章对系统总体方案进行了设计研究，首先概述了 PLC 的发展，其次介绍了系统的工作原理及其任务设计。此外，选择合适的系统主控芯片以及其他设备的型号，根据文献资料对系统的控制方案进行了研究。

3 软件设计与硬件接线

3.1 控制程序框图及软件程序

系统流程图可为程序设计提供基本的功能流程与设计思路。步进电机控制系统功能流程为系统开机启动开始初始化，步进电机的正转或者反转启动，如有高速转动急转换到低速转动的需求时，可以立刻转换过来，在步进电机停止工作时，执行清零指令，图为步进电机控制系统流程图，如图 3-1 所示。可以以流程图为主要的参考对象，再与控制要求相结合，可以将梯形图具体程序分为 4 个小的模块进行编程，即模块 1：步进速度控制，转向控制选择；模块 2：步进电机起动、停止和清零；模块 3：移位步进控制功能模块；模块 4：对 A、B、C 三相绕组的控制。最后，可以将各个单独的模块一一连接，最后经过调试、修缮、实现上述的控制要求。

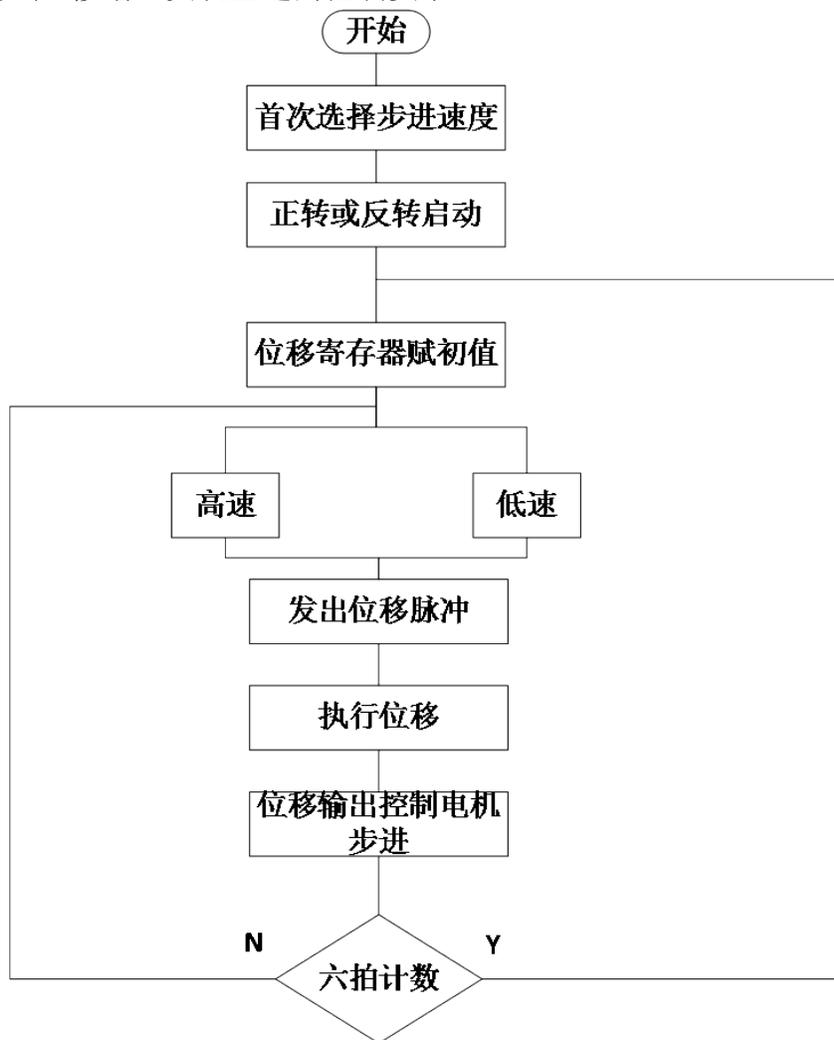


图 3-1 步进电机控制程序流程图

3.2 输入输出编址

控制系统步进电机的输入开关以及控制 A, B, C 三相绕组工作的输出端在 PLC 中的 I/O 编址如表 4-1 所示。表 3-1

编址	输入端	编址	输出端
I0.0	步进电机正转启动按钮	Q0.0	控制 A 相绕组
I0.1	步进电机反转启动按钮	Q0.1	控制 B 相绕组
I0.2	停止及清零按钮	Q0.2	控制 C 相绕组
I1.0	低速开关		
I1.1	高速开关		

2.1 步进电机的 I/O 分配

采用位移指令进行步进控制。绕组每右移 1 位，步进电机便前进一个步距角，跟据上述理论，便可做出位移寄存器输出状态和步进电机正反转绕组的状态真值表，从而得出三个三相绕组的控制逻辑关系式；正转时

A 相 $Q0.0 = M0.6 + M0.5 + M0.1$

B 相 $Q0.1 = M0.5 + M0.4 + M0.3$

C 相 $Q0.2 = M0.3 + M0.2 + M0.1$

反转时

A 相 $Q0.0 = M0.6 + M0.5 + M0.1$

B 相 $Q0.1 = M0.3 + M0.2 + M0.1$

C 相 $Q0.2 = M0.5 + M0.4 + M0.3$

位移寄存器						正转			反转		
M0.6	M0.5	M0.4	M0.3	M0.2	M0.1	A	B	C	A	B	C
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1
0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1
0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0

表 3-2 位移寄存器输出状态及步进电机绕组状态真值表

3.4 硬件电路的连接

本次设计需要五个输入接口分别是正转和反转，高速 低速控制，分别控制 A, B, C 三相绕组中的三个输出接口，所以本次设计准备选用 CPU222, 六个输入接口，四个输出接口以此来来满足控制要求。

如图 3-2 所示，选取西门子公司 PLC S7-200 的 CPU222，设置 I0.0 步进电机正转，设置 I0.1 步进电机反转，I0.2 为停止按钮，设置 I1.0 为步进电机的低速运转，I1.1 设定步进电机高速运转，Q0.0 控制 A 相绕组输出，Q0.1 控制 B 相

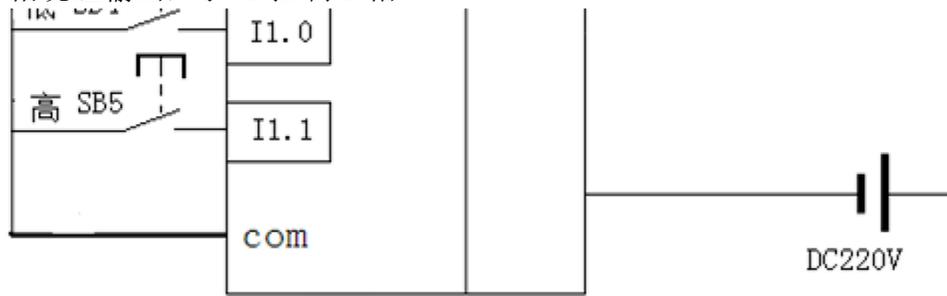
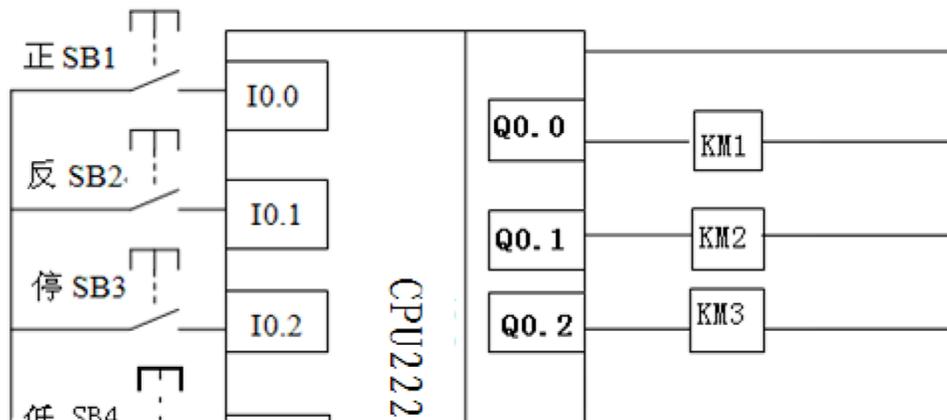


图 3-2 步进电机硬件控制图

如图 3-2 步进电机控制电路，本文使用直流电源通电方式进行供电运行，并通过三个开关进行控制，并且通过两个中间继电器直接控制步进电机，这种继电器优点是触点数目多，且触电容量小，同时选择体积小，结构简单，成本低的热继电器实现对步进电机的过载保护。

绕组输出，Q0.3 控制绕组输出，根据各个功能区分各输入/输出端的作用。



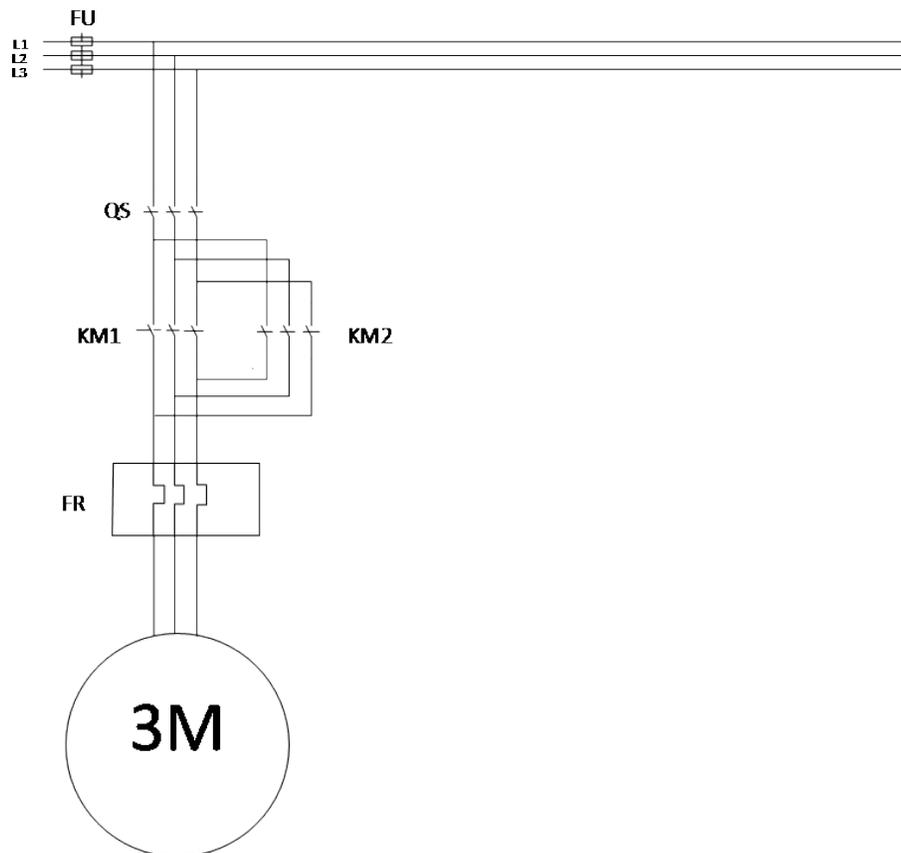


图 3-2 步进电机控制电路

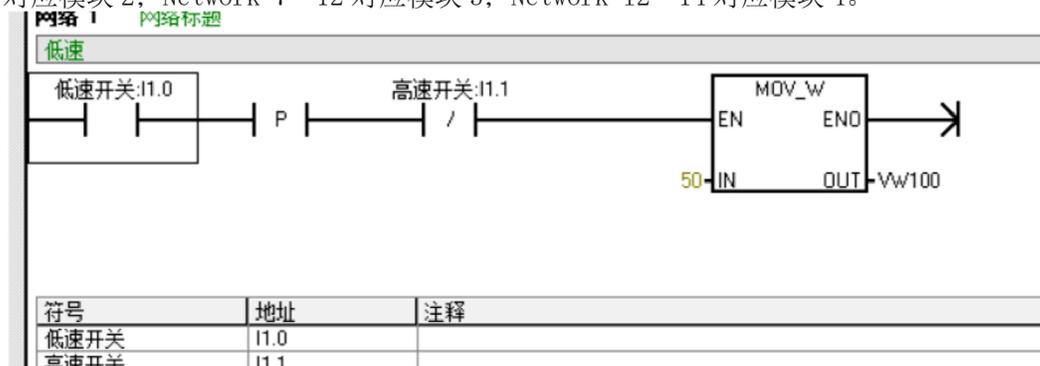
3.5 梯形图程序

根据所达成的目的以及三相绕组的特性，很容易的就可以画出梯形图程序。其中 Network 1~2 对应模块 1；

图 3-3 网络 1 梯形图

如图 3-3 网络 1 梯形图，网络 1 作为低速控制网络，和高速控制网络一样承载着步进电机的启动工作，打开输入开关 I1.0，步进电机开始工作，这时高速控制开关 I1.1 常闭，上升沿触发指令使移位寄存器每经过 0.5S 发出一个脉冲步进电机转动一个步进角。

Network 3~6 对应模块 2；Network 7~12 对应模块 3；Network 12~14 对应模块 4。



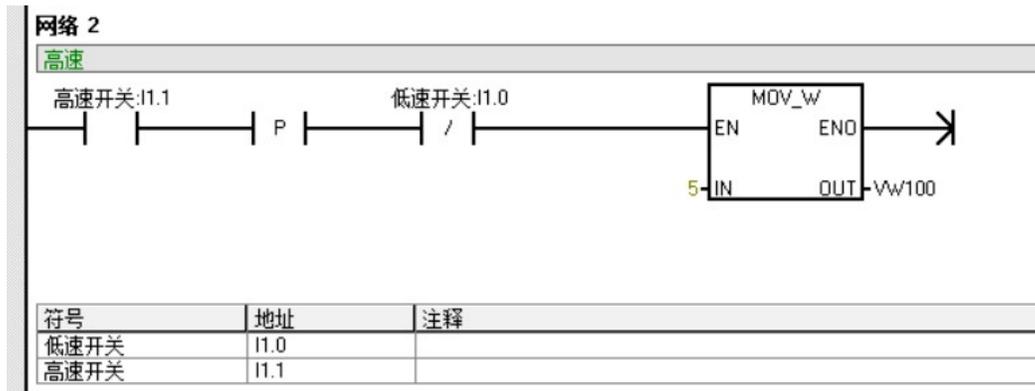


图 3-4 网络 2 梯形图

如图 3-4 网络 2 梯形图，网络 2 为步进电机高速转动开关，这时低速转动开关 I1.0 常闭，打开高速开关 I1.1，上升沿触发指令使移位寄存器每经过 0.05S 发出一个脉冲，使步进电机转动一个步进角。

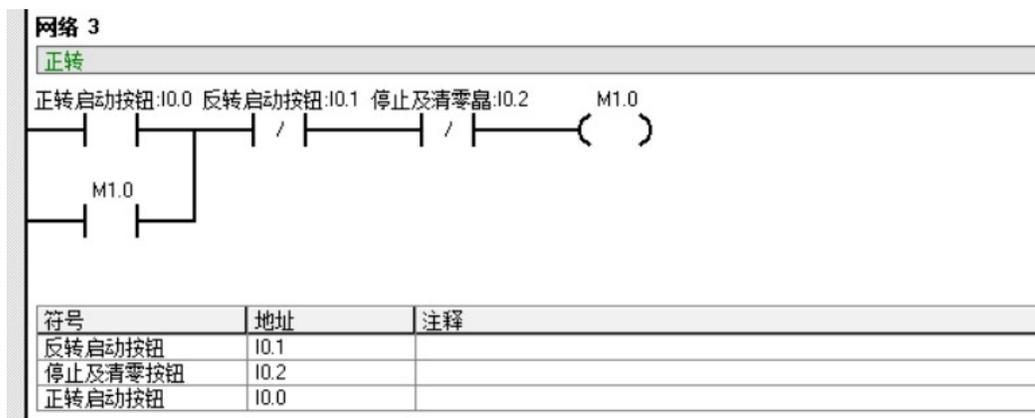


图 3-5 网络 3 梯形图

如图 3-5 网络 3 梯形图，常开触点 I0.0 闭合，按下常闭触点 I0.1 和 I0.2，M1.0 得电，步进电机开始正转工作。

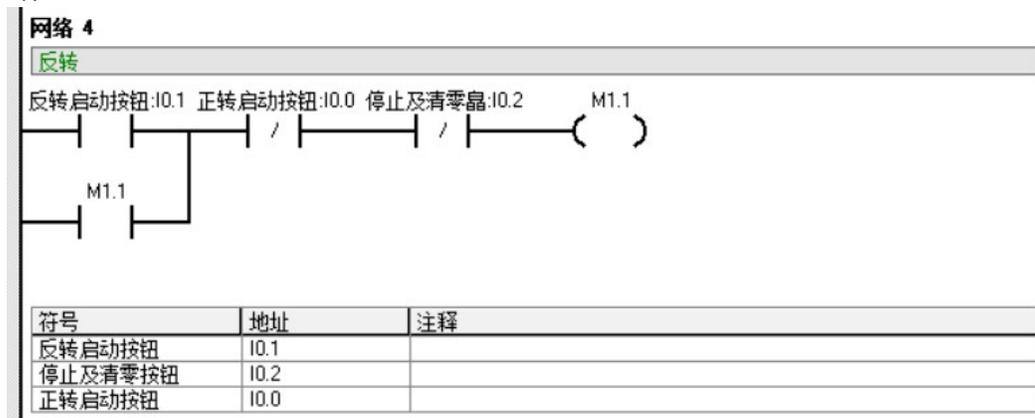


图 3-6 网络 4 梯形图

如图 3-6 网络 4 梯形图常开触点 I0.1 闭合，按下控制按钮 I0.0 和 I0.2，M1.1 得电，步进电机开始反转工作。



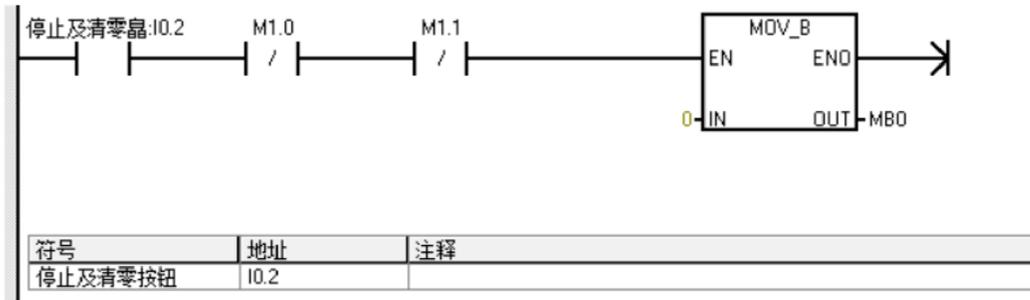


图 3-7 网络 5 梯形图

如图 3-7 网络 5 梯形图当按下停止及清零按钮 I0.2，M1.0 和 M1.1 线圈得电，常闭触点闭合，赋值指令接收到信号，停止脉冲，并实现清零计数。

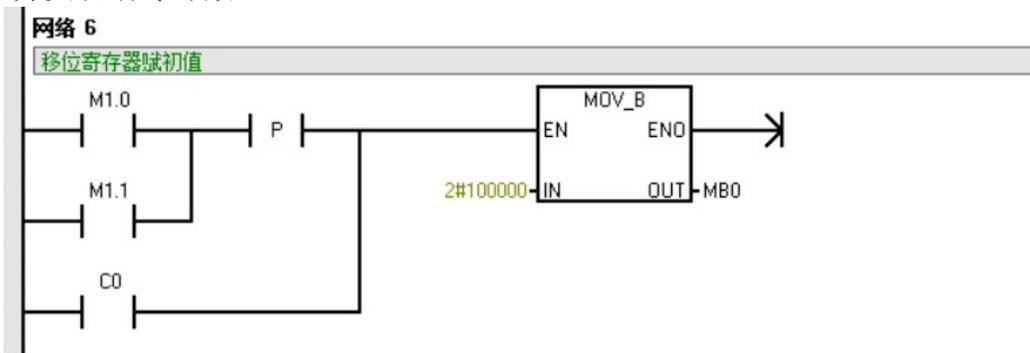


图 3-8 网络 6 梯形图

如图 3-8 网络 6 梯形图，M1.0 和 M1.1 线圈通电，M1.0 和 M1.1 常开触点闭合，得到一个上升沿脉冲，计数器 CO 开始计数常开触点闭合，赋值指令接收赋初值指令。

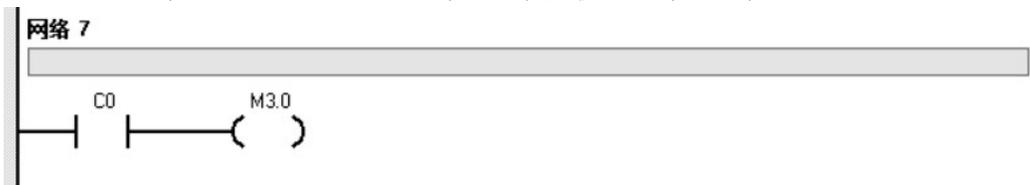


图 3-9 网络 7 梯形图如图 3-9 网络 7 梯形图常开触点 CO 闭合，线圈 M3.0 得电，步进电机工作。

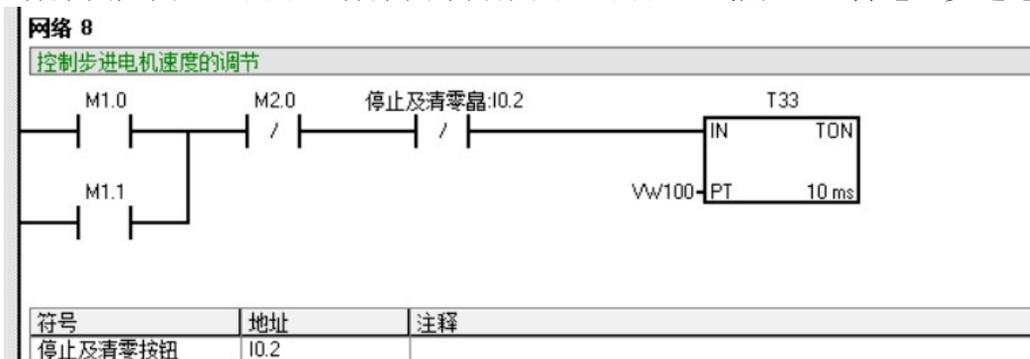


图 3-10 网络 8 梯形图

如图 3-10 网络 8 梯形图线圈 M1.0 和 M1.1 常开触点闭合，定时器开始定时工作。

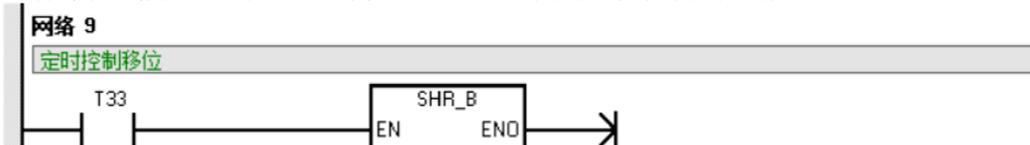




图 3-11 网络 9 梯形图如图 3-11 网络 9 梯形图定时器 T33 发出信号，控制步进电机向右移位 1 个字节。

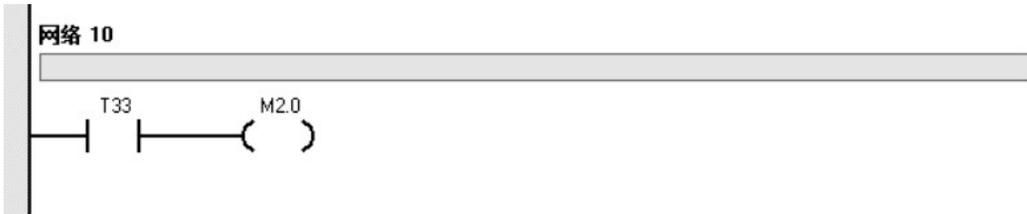


图 3-12 网络 10 梯形图如图 3-12 网络 10 梯形图定时器 T33 常开触点闭合，线圈 M2.0 通电，电机工作。

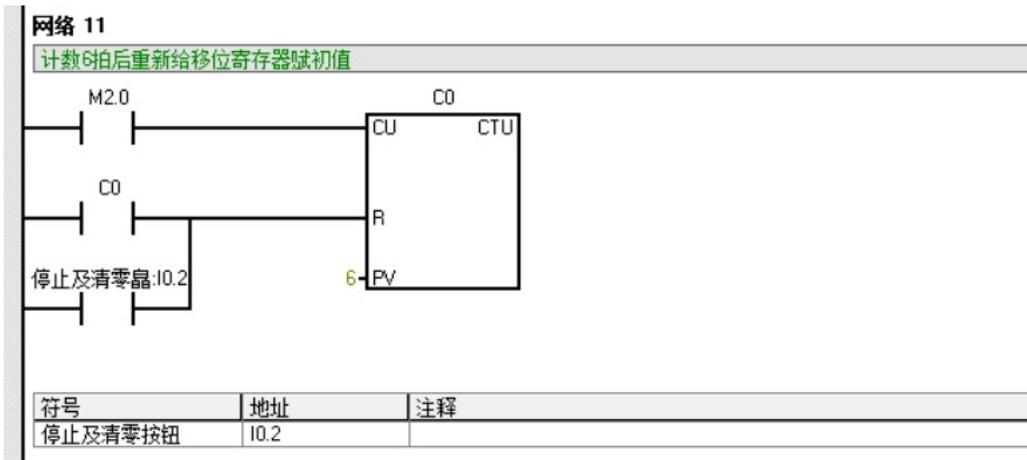


图 3-13 网络 11 梯形图

如图 3-13 网络 11 梯形图由梯形图可知，常开触点闭合，计数器 C0 累计计数输入脉冲电平由低到高 6 次后，移位寄存器执行重新赋初值指令。

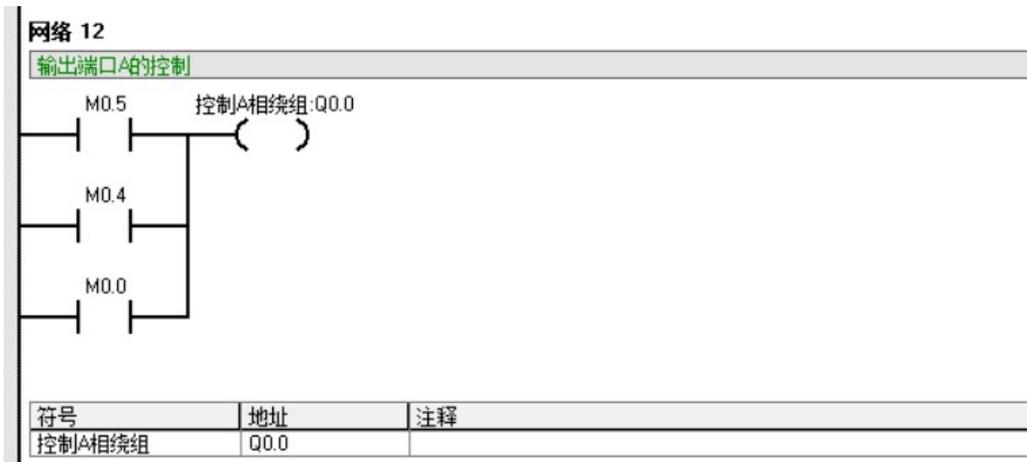
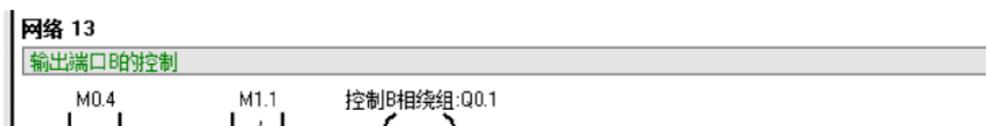


图 3-14 网络 12 梯形图如图 3-14 网络 12 梯形图线圈 M0.5, M0.4, M0.0 控制 Q0.0A 相绕组输出。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读



全文，请访问：<https://d.book118.com/367126165031006116>