
毕业论文（设计）

题目：万能铣床 PLC 改造

目 录

前言.....	1
第 1 章 万能铣床的简介.....	3
第 2 章 电力拖动和控制要求.....	5
2.1 铣床的主运动	5
2.2 铣床的进给运动	5
2.3 其他控制要求	6
第 3 章 电气控制电路分析.....	7
3.1 主电路分析	7
3.2 控制电路分析	8
3.2.1 控制电路电源	8
3.2.2 主轴电动机M1 控制.....	8
3.2.3. 进给电动机M2 的控制	9
3.2.4 冷却泵电动机M3 的控制	13
3.2.5 辅助电路及保护环节分析.....	13
第 4 章 西门子S7-200.....	14
4.1 PLC的基本定义	14
4.2 西门子S7-200 基本介绍.....	14
4.3 S7-200 可编程控制器常用指令.....	15
第 5 章 X62W万能铣床电气控制PLC改造分析.....	17
5.2 对电气原理图的改造	17

5.2.1 对主轴电动机控制改造	17
5.2.2 对进给电动机控制改造	18
5.3 PLC的输入、输出地址分配	错误！未定义书签。
5.4 PLC接线图的设计	20
5.5 梯形图的设计与分析	20
第6章 总结.....	24
参考文献.....	25
致 谢.....	26

随着微处理器、计算机和数字通信技术的飞速发展，计算机控制已经扩展到了几乎

前言

所有的工业领域。当前用于工业控制的计算机可以分为几类。例如可编程控制器、基于 PC 总线的工业控制计算机、单片机的测控装置、用于模拟量闭环控制的可编程调节器、集散控制系统（DCS）和现场总线控制系统（FCS）等。为了满足现在社会制造业对社会市场紧迫要求的反应，既要求生产出小批量、多品种、多规格、低成本和高质量的产品；而可编程序控制器 PLC 正是顺应这一要求出现的，它是以微处理器为基础的通用工业控制装置。PLC 是 20 世纪 60 年代末在美国首先出现的，其硬件结构基本上与微型计算机相同。是一种专用于工业控制的计算机。也是一种专为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置；使用了可编程序存储器以储存指令，用来执行诸如逻辑、顺序、计时、计数与演算功能，并通过模拟和数字输入输出组件，控制各种机械或生产过程。近几年来 PLC 把自动化技术，既计算机技术和通信技术融为一体，体现了可编程控制器的应用场合时很广泛的。因此可采用可编程序控制器（PLC）对铣床传统的继电器-接触器电气控制系统进行改造。

PLC 专为工业环境应用而设计，其显著的特点之一就是可靠性高，抗干扰能力强。PLC 的应用不但大大地提高了铣床电气控制系统的可靠性和抗干扰能力，而且大大地简化和减少了维修维护的工作量。PLC 以其可靠性高、抗干扰能力强、编程简单、使用方便、控制程序可变、体积小、质量轻、功能强和价格低廉等特点，在机械制造、冶金等领域得到了广泛的应用。用 PLC 控制系统替代 X62W 铣床复杂线路中的继电器、接触器等系统，是今后控制系统发展的趋势。X62W 铣床是一种通用的多用途机床，它可以进行平面、斜面、螺旋面及成型表面的加工，它采用继电器接触器电路实现电气控制。若将 X62W 铣床电气控制线路改造为可编程控制器控制，可以提高整个电气控制系统的工作性能，减少维护、维修的工作量，使 X62W 型铣床在电气功能上更加完善，使机床的操作更为方便与安全。专业技术的理论和技能有着很大的研究意义。对 X62W 铣床的电气控制线路进行了分析和研究后，X62W 铣床具有主轴转速高、调速范围宽等功能外；X62W 铣床的电气控制系统，还存在控制线路上一些复杂性、故障率高、维护工作量大、可靠性差、灵活性差等缺点；给生产与维护带来诸多不便，严重地影响生产。采用可编程序控制器（PLC）对 X62W 此次传统的电气控制系统进行改造，在实际生产线上有着明显的效率，

这也使整个生产系统带来推动的力量。PLC 对 X62W 铣床控制改造的设计梯形图,提高了 X62W 铣床电气控制系统的可靠性和抗干扰能力;然而 PLC 对 X62W 铣床的继电器接触式控制系统进行技术改造,从而保证了电控系统的快速性、准确性、合理性,更好地满足了实际生产的需要,提高了经济效益。

第1章 万能铣床的简介

X62W型万能铣床是一种应用广泛的多用途机床，它可以进行平面、斜面、螺旋面等多种表面的加工，具有主轴转速高、调速范围宽、操作方便和工作台能循环加工等特点。其结构示意图如图 1-1 所示^[1]。

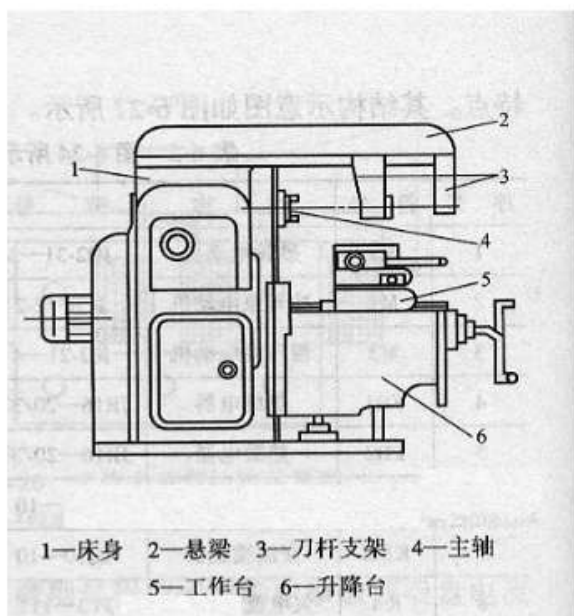


图 1-1 X62W 卧式铣床结构简图

该铣床主要有床身、悬梁、刀杆支架、主轴、工作台和升降台等结构组成。箱形的床身固定在底座上，床身内装有主轴的传动机构和变速操纵机构。在主床身的顶部有水平导轨，上面装有带有刀杆支架的悬梁。刀杆支架上安装有与主轴相连的刀杆、铣刀，顺铣时刀具为一转动方向，逆铣时为另一方向。床身的前侧面装有垂直导轨，升降台带动工作台可沿垂直导轨上下移动，完成垂直方向的进给。在升降台上的水平导轨上，装有可在平行于主轴方向移动（横向移动，即前后移动）的滑座，滑座上部有可以移动的回转台。工作台装在回转台的导轨上，可作在垂直于轴线方向上的移动（纵向移动，即左右移动）。工作台上固定有燕尾槽。这样，固定在工作台上的工件，通过工作台、回转台、滑座和升降台，可以在上下、前后及左右三个方向上实现进给或调整运动。各运动部件在三个方向上的运动由同一台进给电动机拖动（正反转），进给电动机经机械传动链传动，通过机械离合器在选定的进给方向驱动工作台移动进给，在同一时间内，只允许一个方向上的运动。进给运动的传递示意图见图 1-2^[1]。

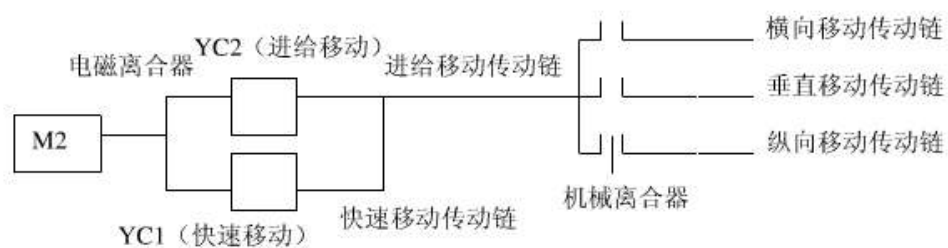


图 1-2 X62W 卧式铣床进给运动的传递示意图

此外，滑座可绕垂直轴线左右旋转 45° ，因此工作台还能在倾斜方向进给，以加工螺旋槽。工作台上还可以安装圆工作台，使用圆工作台可铣削圆弧、凸轮，这时，其他三个方向的移动必须停止。

第2章 电力拖动和控制要求

一般中小型铣床都采用三项笼型异步电动机，铣床的主轴主运动和工作台进给运动之间是没有速度比要求的，所以主轴与工作台各用单独的笼型异步电动机进行拖动，并有不同的控制要求。这样，铣床的电力拖动系统一般由三台电动机所组成：主轴电动机 M1、进给电动机 M2 和冷却泵电动机 M3。

2.1 铣床的主运动

为主轴带动刀具的旋转运动。主轴电动机 M1 的控制要求如下：

1. 在空载时直接起到。
2. 由于铣削为两种，分别使用顺铣刀和逆铣刀，所以要求主轴电动机能够正、反转，但只要求预先选定主轴电动机的转向，在加工过程中则不需要主轴反转。
3. 由于铣削是多刃不连续的切削，负载不稳定，所以主轴上装有飞轮，以提高主轴旋转的均匀性，消除铣削加工时产生的振动，这样主轴传动系统惯性较大，因此，为减少负载波动对铣刀转速的影响以保证加工质量，要求主轴电动机在停机时有电气制动。同时以安全和操纵方便考虑，换刀时主轴也处于制动状态。
4. 为操作方便，主轴电动机的起动和停止可在两处控制。

2.2 铣床的进给运动

为工件相对于铣刀的移动，即工作台的进给运动。进给运动有水平工作台左右（纵向）、前后（横向）以及上下（垂直）方向的运动及圆工作台的旋转运动。铣床的主运动与进给运动没有比例协调要求，因此，工作台进给由另一台电动机 M2 驱动，M2 的控制要求如下：

1. 工作台的纵向、横向、垂直三个方向的进给运动由一台进给电动机 M2 拖动，直接起动。三个方向的选择有操作手柄改变机械传动链来实现。每个方向有正、反向运动，要求 M2 能正、反转。从设备使用安全考虑，同一时间只允许工作台向一个方向移动，故三个方向的运动之间应有联锁保护。
2. 为缩短调整运动的时间、提高生产效率，工作台应有快速移动控制。

3. 为操作方便，工作台快速移动可以在两处控制。
4. 使用圆工作台时，要求圆工作台的旋转运动与工作台的三个方向的运动之间应有联锁控制，即圆工作台旋转时，工作台不能向其他方向移动。此要求通过机械和电气联锁实现。

2.3 其他控制要求

1. 为适应加工需要，主轴转速与进给速度应有较宽的调速范围。X62W 卧式铣床采用机械变速的方法，通过改变变速箱传动比来实现。为保证变速时齿轮易于咬合减少齿轮端面的冲击，要求变速时电动机有低速冲动（短时转动）控制。
2. 根据工艺要求，主轴旋转与工作台进给应有先后顺序，即进给运动要在铣刀旋转（即主轴电动机起动）之后才能进行，加工结束时必须在铣刀停转前停止。
3. 电动机 M3 拖动冷却泵，只要求单向旋转，在铣削加工时提供削液。

第3章 电气控制电路分析

X62W卧式万能铣床电气原理如图 3-1 所示^[2]。它由主电路、控制电路、辅助电路及保护电路组成。

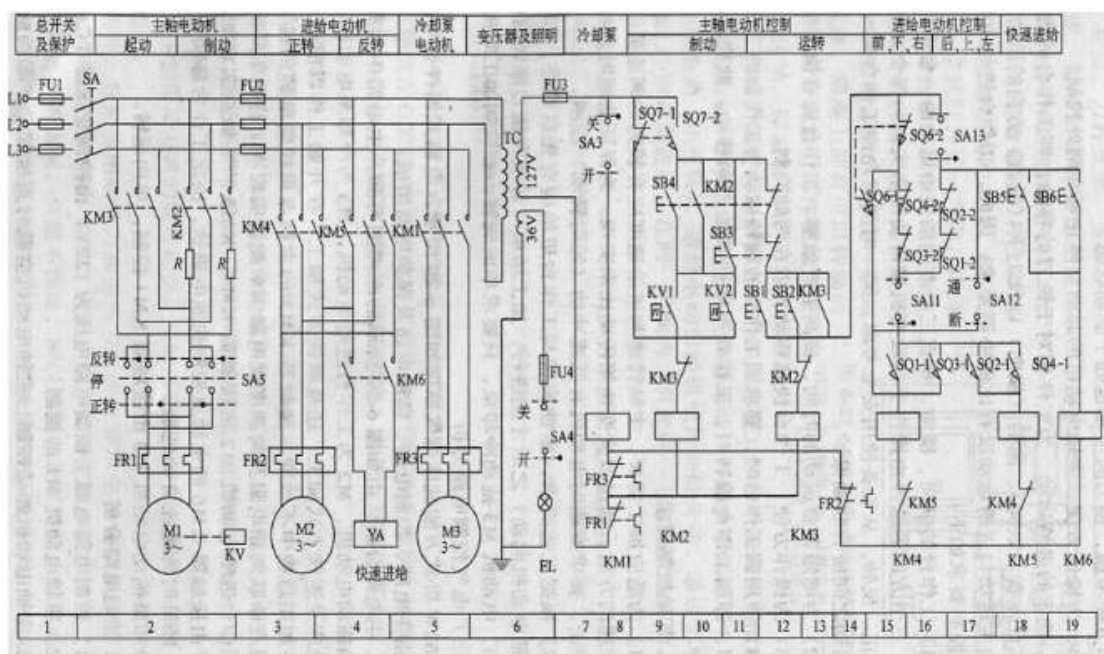


图 3-1 X62W 卧式万能铣床电气原理图

3.1 主电路分析

由如图 2-3 所示的原理图可知，主电路中共有三台电动机，其中 M1 为主轴拖动电动机，M2 为工作台进给电动机，M3 为冷却泵电动机，均为直接起动。

铣床是逆铣方式加工，还是顺铣方式加工，在开始工作以前通过组合开关 SA5 手动选定，在加工过程中不改变。接触器 KM3 的主触点只控制电源的接入与切断。接触器 KM2 的主触点串联两相电阻及与速度继电器 KV 配合实现 M1 的停车反接制动。

工作台进给电动机 M2 由接触器 KM4、KM5 的主触点实现加工中的正、反向进给控制，并由接触器 KM6 的主触点控制快速电磁铁，决定工作台移动速度。KM6 接通时为快速移动，断开时为慢速自动进给。

冷却泵拖动电动机 M3 由接触器 KM1 控制，单向运转。

3.2 控制电路分析

3.2.1 控制电路电源

控制电路电压为 127V，由控制变压器 TC 供给。

3.2.2 主轴电动机M1 控制

1. 主轴电动机起动控制

主轴电动机空载时直接起动。

起动前，根据所用的铣刀，由组合开关 SA5 选定电动机的转向。在非变速状态，同主轴变速手柄关联的主轴变速冲动限位开关 SQ7 不受压，即 SQ71 断开，SQ72 触点闭合，选定主轴电动机为正常工作方式。按动起动按钮 SB1 或 SB2，主轴电动机起动控制接触器 KM3 的线圈电路接通并自锁，其 3 对主触点闭合，主轴电动机按给定方向起动旋转。压动停止按钮 SB3 或 SB4，主轴电动机停转。SB1-SB4 分别位于两个操作板上，一处在工作台的前面，另一次在床身侧面，从而实现主轴电动机的两地操作控制。

2. 主轴电动机制动控制

为使主轴能迅速停住，采用速度继电器 KV 实现反接制动。

制动时，按动停止按钮 SB3 或 SB4，使接触器 KM3 的线圈断电。这时由于惯性作用电动机仍在高速转动，因此速度继电器 KV 中的转子仍高速转动，其动合触点 KV1（正向触点）和 KV2（反向触点）总有一个闭合，因此 KM3 失电后，制动接触器 KM2 立即得电并自锁，使电动机 M1 串入电阻 R 实现反接制动。当电动机速度趋近于零时，速度继电器 KV 的动合触点 KV1 复位，接触器 KM2 断电，反接制动结束，M1 停车。

要注意：停止按钮要按到底，否则只能将动断触点断开而不能将动合触点闭合，将造成反接制动环节没有接入，而注重电动机处于自由停车状态。

3. 主轴变速时的冲动控制

主轴变速时，首先将主轴变速手柄微微压下，使它从第一道槽内拔出，然后拉向第二道槽，当落入第二道槽内后，再旋转主轴变速盘，选好速度，将手柄以较快速度推回原位。若推不上时，再一次拉回来、推回去，直至手柄推回原位，变速操纵才完成。在上述的变速操作中，就在将手柄拉到第二道槽或从第二道槽推回原位的瞬间，通过变速手柄连接的凸轮，将压下弹簧杆一处，而弹簧杆将碰撞变速冲动开关 SQ7，使其动作一

次，即 SQ72 分断，SQ71 闭合。

主轴变速可在主轴旋转时进行，也可在主轴不动时进行。若原来主轴旋转着，当将变速手柄拉到第二道槽时，冲动开关 SQ7 短时动作，电动机 M1 失电，KM2 得电，主电动机 M1 被反接制动而速度迅速下降。当选好速度，将手柄推回原位时，冲动开关又动作一次，主电动机 M1 低速反转，有利于变速后的齿轮咬合。若原来处于停车状态，在主轴变速操作中，SQ7 第一次动作时，M1 反转一下，SQ7 第二次动作时，M1 又反转一下，故也可停车变速。当然，若要求主轴在新的速度下运行，则需重新启动主轴电动机。

3.2.3. 进给电动机M2 的控制

进给电动机 M2 的控制电路分为三部分：第一部分为顺序控制部分，工作台移动控制接触器 KM4 或 KM5 的线圈电路方能得电，工作台才能进给的联锁要求。第二部分为工作台各进给运动之间的联锁，也可以实现水平工作台与圆工作台之间的联锁。第三部分为工作台在各进给方向上的运动控制。

进给电动机 M2 由 KM4、KM5 控制，实现正反转。

工作台移动方向由各自的操作手柄来选择。X62W 卧式铣床有两个操作手柄，一个为左右(纵向)操作手柄，有右、中、左三个位置，当扳向右面时，通过其联动机构将纵向进给离合器挂上，同时将向右进给的按钮式限位开关 SQ1 压下，则 SQ1 动合触点 SQ1-1 闭合，而动断触点 SQ1-2 断开；当扳向左时，SQ2 受压。另一个为前后(横向)和上下(升降)十字操作手柄，该手柄有五个位置，即上、下、前、后和中间零位。当扳动十字操作手柄时，通过联动机构，将控制运动方向的机械离合器合上，同时压下相应的限位开关，若向下或向前扳动，则 SQ3 受压；若向上或向后扳动，则 SQ4 受压。

SA1 为圆工作台转换开关，它是一种二位式选择开关，当使用圆工作台时，SA12 闭合，当不使用圆工作台而使用普通工作台时，SA11 和 SA13 均闭合。各进给方向开关位置及其动作状态如表 4-1 所列。SQ6 为进给变速冲动开关。

表 3-1 各开关位置及其动作说明

工作台纵向进给行程开关工作状态			
触点 \ 位置	向左进给	停止	向右进给
SQ1-1	-	-	+
SQ1-2	+	+	-
SQ2-1	+	-	-
SQ2-2	-	+	+

(续表 3-1)

工作台横向及升降进给行程开关状态			
触点 \ 位置	向下或向前进给	停止	向上或向后进给
SQ3-1	+	-	-
SQ3-2	-	+	+
SQ4-1	-	-	+
SQ4-2	+	+	-
圆形工作台转换开关状态			
触点 \ 位置	圆形工作台工作	圆形工作台不工作	
SA11	-	+	
SA12	+	-	
SA13	-	+	

1. 水平工作台纵向（左右）进给运动控制

此时除了圆工作台转换开关 SA1 置于“断开”位置外，十字手柄必须置于中间零位。水平工作台纵向进给由操作手柄与行程开关 SQ1 和 SQ2 组合控制。若要工作台向右进给，则将纵向手柄扳向右，带动机械离合器，接通纵向进给运动的机械传动链，同时压动行程开关 SQ1，KM4 线圈得电，其主触点闭合，进给电动机 M2 正转，驱动工作台向右进给。KM4 得电的电流通路为：电路由 KM3 辅助动合触点开始，工作电流经 SQ6-2→SQ4-2→SQ3-2→SA11→SQ1-1→KM4 线圈→KM5 动断触点（右移）。工作台左移时电路的工作原理与向右时相似。工作台纵向进给的控制过程如图 3-2 所列。

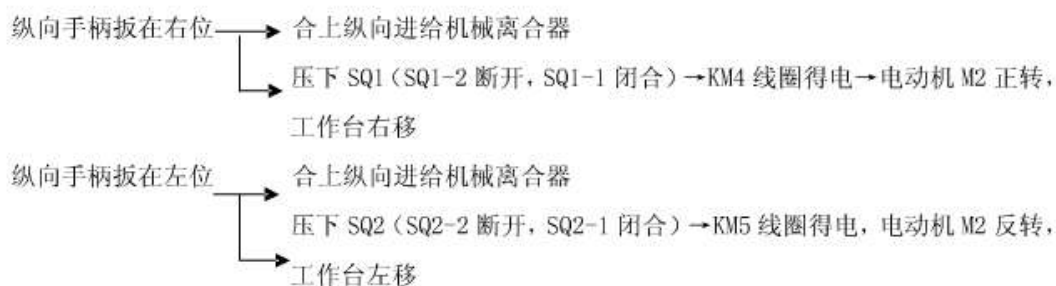


图 3-2 工作台纵向进给过程

由此电流通路中不难看到，如果操作者同时将十字手柄扳向工作位置，则 SQ4-2 和 SQ3-2 中必有一个断开，KM4 线圈不可能得电。这样，就利用这种电气联锁方式来实现工作台左右移动同前后及上下移动之间的互锁。纵向操作手柄扳到中间位置时，纵向机械离合器脱开，行程开关 SQ1 与 SQ2 不受压，因此进给电动机不转动，工作台停止移动。工作台两端安装有限位撞块，当工作台运行到达终点位置时，撞块撞击纵向操作手柄，使其回到中间位置，电动机 M2 终点停车，便实现了工作台纵向运动的极限终点停车。

2. 水平工作台横向（前后）和升降（上下）进给运动控制

水平工作台横向和升降进给运动时,纵向手柄应放在中间位置,圆工作台转换开关放在“断开”位置。工作台进给运动的选择和联锁是通过十字复式手柄和行程开关 SQ3、SQ4 组合控制。若要工作台向上进给,则将十字手柄打向上,便接通该运动方向的机械传动链,使得 SQ4 受压, KM5 得电, M2 反转, 工作台向上进给。KM5 得电的电流通路为: 工作电流经 SA13→SQ2-2→SQ1-2→SA11→SQ3-1→KM4 线圈→KM5 的动断触点(向上)。

上述电流通路中的动断触点 SQ2-2 和 SQ1-2 用于工作台前后及上下移动同左右移动间的互锁。另外,也设置了上下限位保护用终端撞块。工作台的向下移动控制原理与向上移动控制类似。

若要工作台向前进给,只需将十字手柄扳向前,就使得 SQ3 受压, KM4 得电, M2 正转, 工作台向前进给, 只需将十字手柄向后扳动来实现。

工作台横向与垂直方向进给控制过程如图 3-3 所示。控制电路由接触器 KM3 的辅助动合触点开始, 或者由 SA11 经 SQ4-1→KM5 线圈到 KM4 的动断触点(向下或向后)。



图 3-3 工作台横向与垂直方向进给过程

十字复式手柄扳到中间位置时,横向与垂直方向的机械离合器脱开,行程开关 SQ3 与 SQ4 均不受压,因此进给电动机停转,工作台停止移动。固定在床身上的挡块在工作台移动到极限位置时,撞击十字手柄,使其回到中间位置,切断电路,使工作台在进给终点停车。

3. 水平工作台各运动方向的联锁控制

在同一时间内,工作台只允许向一个方向移动,个运动方向之间的联锁是利用机械和电气两种方法来实现的。由于操作手柄在“工作”位置时,只存在一种运动选择,因此铣床直线进给运动之间的联锁只要满足两个操作手柄之间的联锁即可实现。联锁控制电路由两条电路并联组成:纵向手柄控制的行程开关 SQ1、SQ2 动断触点串联在一条支路上,十字复式手柄控制的行程开关 SQ3、SQ4 动断触点串联在另一条支路上。扳动任何一个操作手柄,只能切断其中一条支路,另一条支路仍能正常得电,是接触器 KM4 或 KM5 的线圈不失电;若同时扳动两个操作手柄,则两条支路均被切断,接触器 KM4 或 KM5 断电,工作台立即停止移动,从而防止由于机床运动干涉造成设备事故。

4. 水平工作台的快速移动

每个方向的移动都有两种速度,上面介绍的六个方向的进给都是慢速自动进给运动。要快速移动时,可在慢速移动中按下 SB5 或 SB6,则 KM6 得电吸合,快速电磁铁 YA 得电,工作台便按原方向继续慢速进给。

工作台也可在主轴不转时进行快速移动,这时可将电动机 M1 的换向开关 SA5 扳在停止位置,然后扳动所选方向的进给手柄,按下主轴起动按钮和快速按钮, KM4 或 KM5 及 KM6 得电,工作台便可沿选定方向快速移动。

5. 水平工作台进给变速冲动控制

与主轴变速类似,为了使变速时齿轮易于咬合,控制电路中也设置了瞬时冲动控制。变速应在工作台停止移动时进行,操作过程是:先起动主电动机 M1,拉出蘑菇形变速手轮,同时转动至所需要的进给速度,再把手轮用力往外一拉,并立即推回原位。在手轮拉到极限位置时,其连杆机构推动冲动开关 SQ6,使得 SQ6-2 断开, SQ6-1 闭合,由于手轮被很快推回原位,故 SQ6 短时动作, KM4 短时得电, M2 短时冲动。KM4 得电的电流通路为:工作电流经 SA13→SQ4-2→SQ3-2→SQ1-2→SQ2-2→SA12→KM4 线圈→KM5 动断触点。电动机 M2 正转,由于圆工作台的机械传动链已接上,故也跟着作单向运转,其旋转速度也可通过蘑菇形变速手轮进行调节。

由于圆工作台的控制电路中串联了 SQ1-SQ4 的动断触点,所以在扳动工作台任一方向的进给操作手柄时,都将使圆工作台停止转动,这就起到圆工作台转动与工作台三个方向运动的联锁保护作用。

另外,当圆工作台转换开关 SAQ 置于“断开”位置,而纵向及十字操作手柄置于中间“零位”时,也可用手动机械方式使它旋转。

3.2.4 冷却泵电动机M3 的控制

由转换开关 SA3 和控制接触器 KM1 来控制冷却泵电动机 M3 的启动和停止。

3.2.5 辅助电路及保护环节分析

机床的局部照明由控制变压器 TC 供给 36V 安全电压,转换开关 SA4 控制照明灯 EL。

M1、M2、M3 为连续工作制,由 FR1、FR2、FR3 热继电器的动断触点串接在控制电路中实现过载保护。当主轴电动机 M1 过载时,FR1 动作后便切除整个控制电路的电源;冷却泵电动机 M3 过载时,FR3 动作后便切除 M2、M3 控制电源;进给电动机 M2 过载时,FR2 动作后便切除自身控制电源。

由 FU1、FU2 实现主电路的短路保护,FU3 实现控制电路的短路保护,FU4 作为照明电路的短路保护。

第4章 西门子S7-200

4.1 PLC的基本定义

可编程控制器是计算机家族中的一员,是为工业控制应用而设计制造的。早期的可编程控制器称作可编程逻辑控制器 (Proguammable Logic Controller),简称PLC,它主要用来代替继电器实现逻辑控制。随着技术的发展,这种装置的功能已经大大超过了逻辑控制的范围,因此,今天这种装置称作可编程控制器,简称PC。但是为了避免与个人计算机(Personal Computer)的简称混淆,所以将可编程控制器简称PLC. 国际电工委员会(IEC)对PLC的定义是:可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统,专为在工业环境下应用而设计。他采用可编程序的存储器,用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令,并通过数字的、模拟的输入输出,控制各种类型的机械或生产过程。可编程序控制器及其有关设备,都应按易于与工作控制系统形成一个整体,易于扩充其功能的原则设计^[6]。

PLC 具有通用性强、使用方便、适应面广、可靠性高、抗干扰能力强、编程简单等特点。PLC 的内部继电器可代替所有用于逻辑控制的中间继电器,噪音低、使用设备寿命长、体积小,这是 PLC 的最大特点之一。因此 PLC 在工业自动化控制特别是顺序控制中的地位,在可预见的未来,是无法取代的。

4.2 西门子S7-200 基本介绍

根据实际情况,在铣床的电气改造过程中,保留原有的机械操作不变,将原来继电器控制的线路用 PLC 控制系统取代,本文采用西门子公司的 S7-200 作为控制器。西门子公司 SIMATIC S7-200 系列,从形状说,属于小型 PLC,可用于代替继电器的简单控制场合,也可用于复杂的自动化控制系统。S7-200 系列 PLC 有 CPU21X 和 CPU22X 两代产品,是典型的整体式 PLC,输入/输出模块、CPU 模块、电源模块均装在一个机壳里。当系统需要扩展时,则选用需要的扩展模块与基本单元连接。最大可以扩展到 248 点数字量 I/O 或 35 路模拟量 I/O,最多有 30 多 KB 程序和数据存储空间。其输入回路为直流双向光电耦合输入电路,输出有继电器和晶体管两种类型,需提供 24V 直流给外部元件,14 点输入,10 点输出。由于它有极强的通信功能,在大型网络控制系统中也能充分发挥其作用。

S7-200 系列 PLC 的指令丰富, 功能强, 易于掌握, 操作方便, 内置有高速计数器, 高速输出、PID 控制器、RS-485 通信编程接口、PPI 通信协议、MPI 通信协议和自由端口模式通信功能。数据存储区按存储器数据的长短可分为字节存储器、字存储器和双字存储器三类。字节存储器有 7 个, 它们分别是输入映像寄存器 I、输出映像寄存器 Q、变量存储器 V、内部位存储器 M、特殊存储器 SM、顺序控制状态寄存器 S 和局部变量存储器 L; 字存储器有 4 个, 它们是定时器 T、计数器 C、模拟量输入寄存器 AI 和模拟量输出寄存器 AQ; 双字存储器有两个, 它们是累加器 AC 和高速计数器 HC。

S7-200 的可靠性高, 可以用梯形图 (LAD)、语句表 (即指令表 STL) 和功能块图 (FBD) 三种语言来编程。本文将采用梯形图来对万能铣床的控制系统进行编程。梯形图程序指令的基本逻辑元素是触点、线圈、功能框和地址符。触点有动合、动断等类型, 用于代表输入控制信息, 当一个动合触点闭合时, 能流可从此触点流过; 线圈代表输出, 当线圈有能流流过时, 输出便被接通; 功能框代表一种复杂的操作, 它可以使程序大大地简化; 地址符用于说明触点、线圈、功能框的操作对象。

4.3 S7-200 可编程控制器常用指令

S7-200 指令强大, 按功能划分, 可分为逻辑顺序控制指令、过程控制指令、数据处理指令和特殊功能指令等。下面将简单介绍几种常用的位逻辑指令^[3]。

1. 常闭常开触点

常开触点梯形图如图 4-1 所示。常开触点断开时, 对应的存储器地址位 (bit) 当 0; 当常开触点闭合时, 对应的存储器地址位 (bit) 为 1。

常闭触点梯形图如图 4-2 所示。常闭触点断开时, 对应的存储器地址位 (bit) 当 1; 当常闭触点闭合时, 对应的存储器地址位 (bit) 为 0。

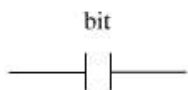


图 4-1 常开触点

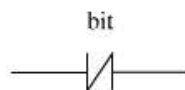


图 4-2 常闭触点

2. 输出指令

输出指令梯形图如图 4-3 所示。当执行输出指令时，新值被写入存储器的指定地址位 (bit)，在每次扫描周期的最后，CPU 才以批处理的方式将输出映像寄存器中的内容传送到输出点，接通输出。



图 4-3 输出指令

3. 定时器指令（接通延时定时器 TON）

接通延时定时器梯形图如图 4-4。IN 为定时器使能输入端；PT 为定时器的预设值端；梯形图方框的**为定时器的分辨率。每个定时器均有一个 16 位 (bit) 当前值寄存器及一个 (bit) 的状态位。当使能输入端接通时，接通延时定时器开始计时，当定时器的当前值大于等于预设值时，该定时器的状态位被置 1（即触点动作，常开触点闭合，常闭触点断开），当定时器继续计时，一直计到最大值 32767，并保持状态位，直到使能输入端断开，清除接通延时定时器的当前值定时器才复位。

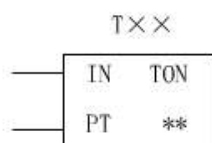


图 4-4 接通延时定时器梯形图

第 5 章 X62W 万能铣床电气控制 PLC 改造分析

X62W 万能铣床是对工件进行特定加工的一种高效率、自动化的专用加工设备。原有的控制电路为继电器、接触器控制，其触点多、线路复杂，使用多年后，故障率高、维修量大、维护不便、可靠性差、生产率低，并且不适应目前小批量、多品种、复杂零件的加工，为了充分利用机床，就需要对机床进行机电一体化改造。

5.2 对电气原理图的改造

由于万能铣床电气控制线路中有许多需手动控制。为使万能铣床能够更好的自动化控制，这里我对一些控制进行了改造。控制线路中的电源电路、主电路及照明电路保持不变，在控制电路中，变压器 TC 的输出及整流器 VC 的输出部分去掉。用可编程控制器改造后的 PLC 接线如图 5-1 所示。

5.2.1 对主轴电动机控制改造

为了保证各种联锁功能，将 SQ1~SQ6，SB1~SB6 按图示分别接入 PLC 的输入端。

1. 主轴正反转控制改造

由于主轴电动机的正转和反转是需手动转到转换开关 SA5 来选择，现将转换开关 SA5 进行改造，将转换开关 SA5 去掉，在继电器 KM3 触点处并联另一继电器触点 KM7，使其实现正反转的控制，当继电器 KM3 触点闭合时为正转，继电器 KM7 触点闭合时为反转。如图 5-1。

2. 冷却泵控制改造

原控制电路中，需转到转换开关 SA3 使其接通，才能使继电器 KM1 上电，操作不方便。现将转换开关 SA3 换成双金属片式温度继电器 KH（当温度达到设定温度时，使双金属片接触，常开触点闭合，从而使 KM1 继电器上电触点闭合，冷却泵运转），使其安装在电动机表面以便测量温度，当温度达到设定温度时，常开触点闭合，使 KM1 上电，KM1 常开触点闭合，使 M3 冷却泵接通电源转动。

5.2.2 对进给电动机控制改造

圆工作台的手动手柄使控制起来十分不方便，并且操作笨重，经过改造后将圆工作台转换开关 SA1 和 SA3 与 SA2 分别用一对常开和常闭触头接入端子，SA1 和 SA3 为常闭触头，SA2 为常开触头，当触点不动作时为普通工作台在运作，当触点动作后（常开触点闭合，常闭触点断开）为圆工作台运作。

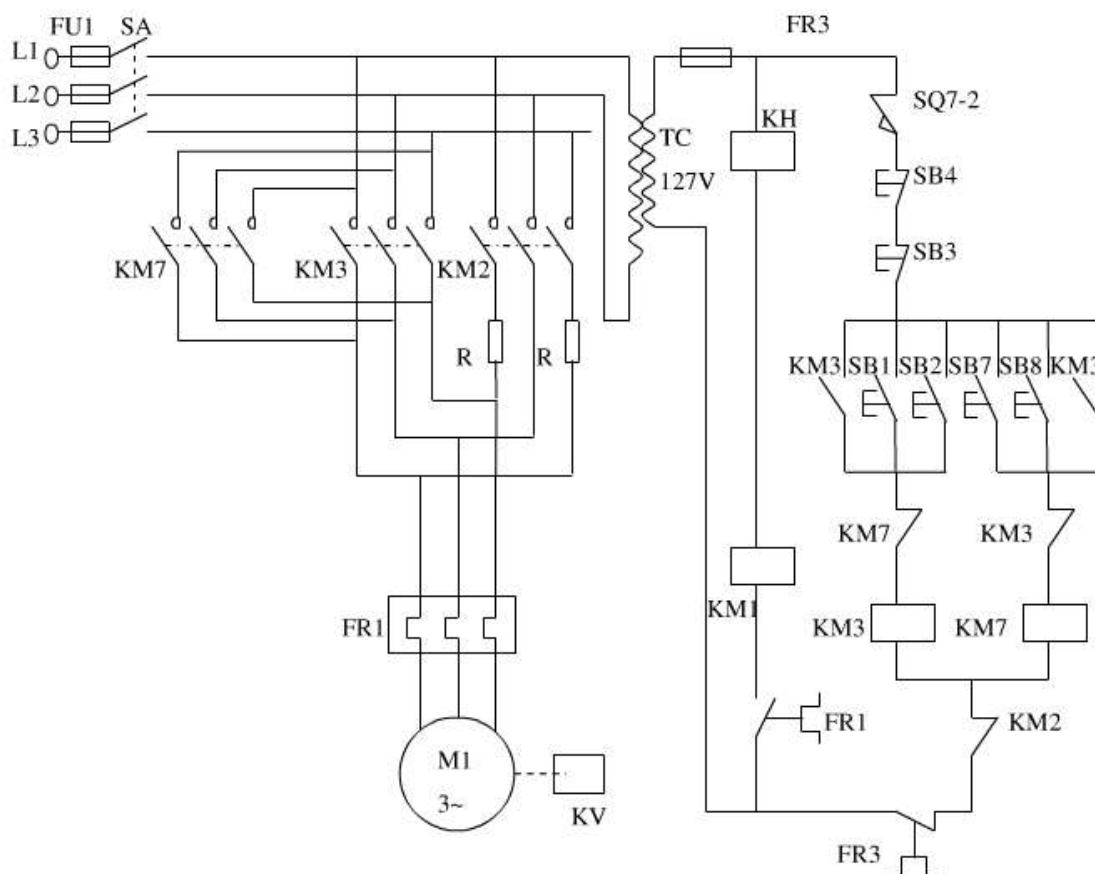


图 5-1 主轴电动机控制原理改造图

5.3 PLC的输入、输出地址分配

PLC 的输入、输出地址分配表 5-1、5-2 所示。如表可知，在原有基础上添加了主轴反转自动按钮 SB7 和 SB8, 控制冷却泵的温度继电器常开触点 KH。

表 6-1 输入端口分配

输入信号	端口
主轴正转启动 SB1、SB2	I0.0
主轴停止 SB3、SB4	I0.1
工作台快移 SB5、SB6	I0.2
主轴反转启动 SB7、SB8	I1.5
工作台右进给 SQ1	I0.3
工作台左进给 SQ2	I0.4
工作台前、下进给 SQ3	I0.5
工作台后、上进给 SQ4	I0.6
进给变速瞬动 SQ6	I0.7
主轴变速瞬动 SQ7	I1.0
速度继电器正向触点 KV1	I1.1
速度继电器反向触点 KV2	I1.2
圆工作台转换开关 SA11、SA13	I1.3
圆工作台转换开关 SA12	I1.4
温度继电器常开触点 KH	I1.6

表 5-2 输出端口分配

输出信号	端口
液压电动机接触器 KM1	Q0.0
主轴电动机制动接触器 KM2	Q0.1
主轴电动机正转起动接触器 KM3	Q0.2
进给电动机正转 KM4	Q0.3
进给电动机反转 KM5	Q0.4
主轴电动机反转起动接触器 KM6	Q0.6
快速进给电磁铁	Q0.5

5.4 PLC接线图的设计

根据 PLC 的输入输出点的分配表可画出 PLC 的输入输出接线图，如图 5-2 所示：

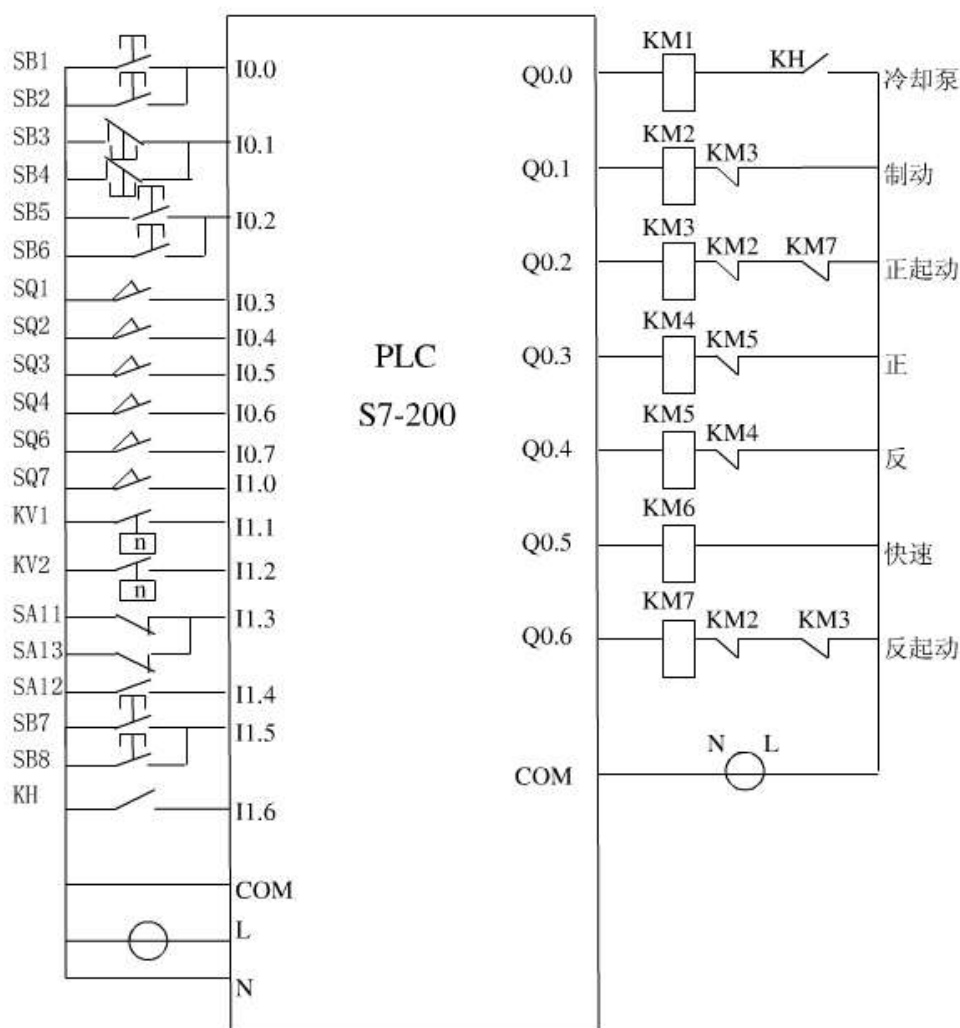
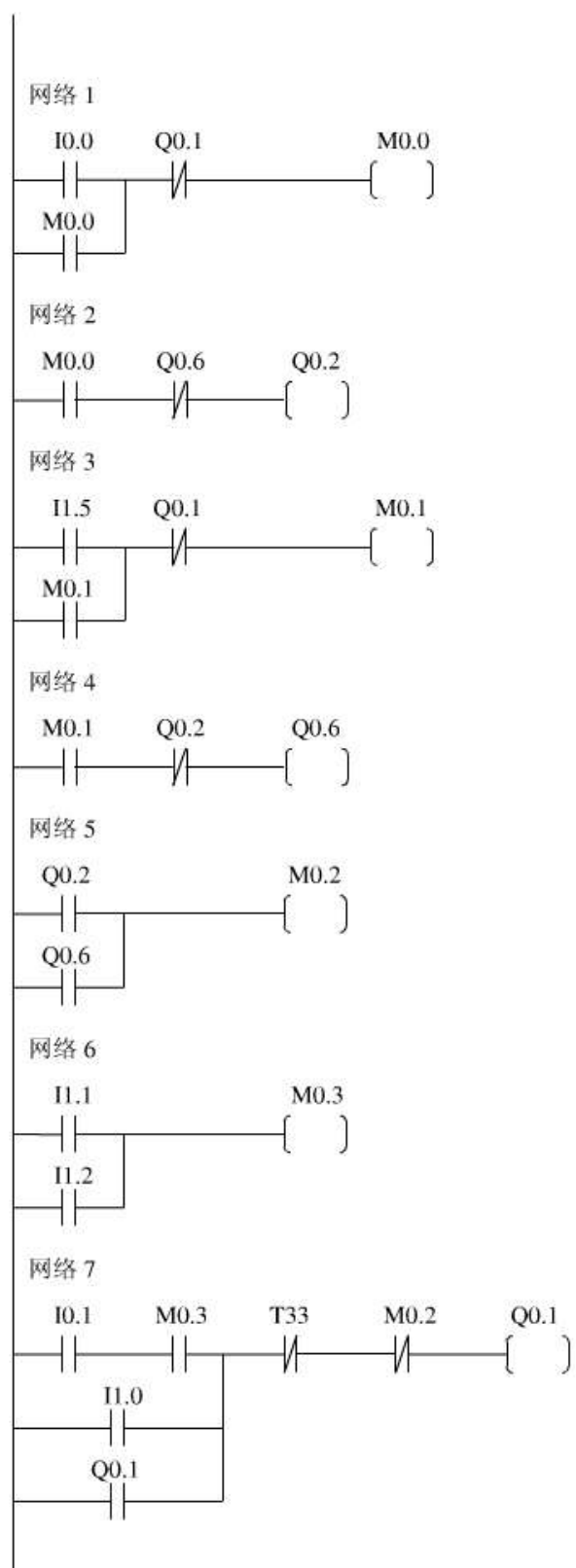
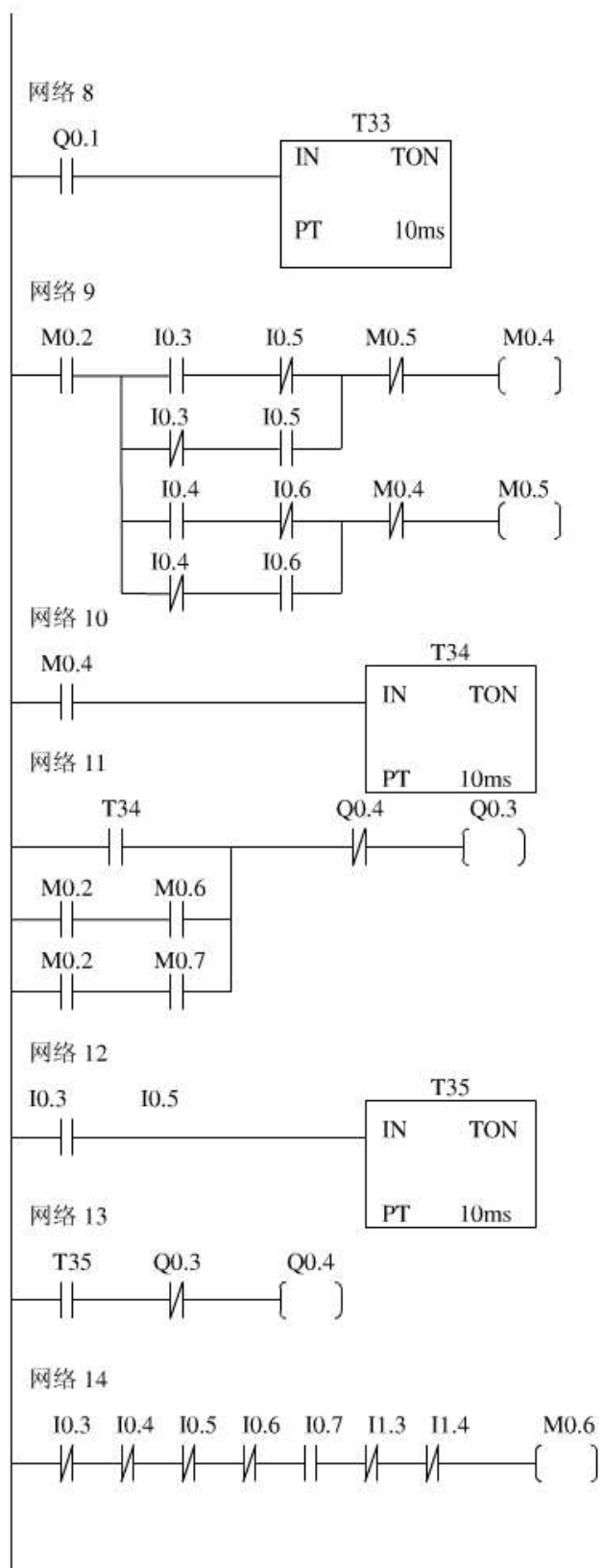


图 5-2 输入输出接线图

5.5 梯形图的设计与分析

根据 X62W 型万能铣床的控制原理，并经过改造后，可画出万能铣床 PLC 控制梯形图。如图 5-3 所示。





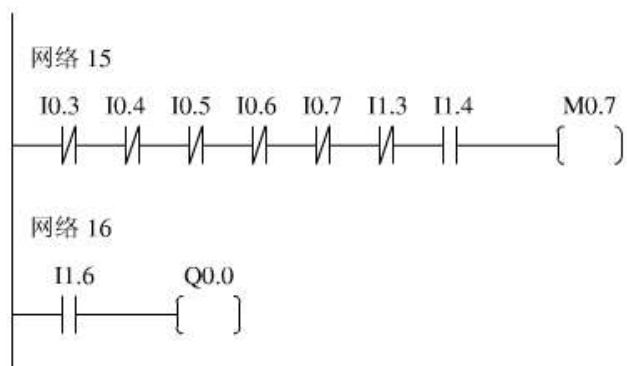


图 5-3 PLC 梯形图

第6章 总结

以上程序通过编程软件输入到**S7-200**控制器后，在接好I / O电路后，它完全实现了X62W万能铣床的控制要求。与原控制系统相比，采用PLC对**X62W**万能铣床进行改造后，开关动作由无触点的电子线路来完成，用软件程序代替了原继电器—接触器繁杂连线，提高了设备的自动化水平，极大地改善了设备的电气性能；系统具有操作简单，可靠性高，工艺参数修改方便等特点，有了故障诊断程序，减轻了维修人员的工作量。在生产规模较大的场合，可以将多台由PLC控制的机床与上位计算机联网，形成DCS系统，在现代工业控制中具有广阔的应用前景。

参考文献

- [1]朱献清. 电气技术识图. 李艺. 第1版. 北京: 机械工业出版社, 2007. 1
- [2]张万忠. 电器与PLC控制技术. 刘明芹. 第2版. 北京: 化学工业出版社, 2008. 5
- [3]温照方. SIMATIC S7-200 可编程序控制器教程. 第2版. 东营: 中国石油大学出版社, 2009. 4
- [4]王平、董磊, 等. 电气控制及可编程控制技术. 何新霞. 第1版. 东营: 中国石油大学出版社, 2003. 2
- [5]张志凤. X62W 型万能铣床控制电路的技术改造. 工艺与装备. 212003. 2007

致 谢

本论文是在老师的精心指导和关怀下完成的。在毕业期间，从选题、研究技术思路、主要研究内容到最后定稿，都倾注了他大量的精力与心血，给予了耐心、细致的指点，为我拟定了正确的研究方向。导师严谨的治学态度、渊博的学识、一丝不苟的工作作风以及乐观积极的人生态度将激励我在今后的工作和学习中不断上进。在此，本人向导师致以最诚挚的谢意！

在我完成论文的过程中，还得到了老师和同学们的支持和帮助，在此向他们表示衷心的感谢！

论文作者（签字）：李奎