

《机床电气控制系统 PLC 改造实训指导》

编委会

组长 朱世彪

主编 吴国中

前 言

《机床电气控制系统 PLC 改造》是一门实践性很强的学科，实践环节至关重要，只有通过实际训练项目，进行实际操作，才能学通学透机床电气控制系统的 PLC 改造。因此，必须重视和加强实践环节，使理论教学密切联系实际，在实践中培养学生的实际操作能力。为了满足实践教学的需要，提高实践教学质量，给学生创造一个理想的实践条件，我们编写了这本《机床电气控制系统 PLC 改造实训指导》。

本书的编写思想主要从四个方面出发：一是力求所有实训项目能满足企业生产的实际需要；二是力求所有实训项目能反映新技术的应用；三是力求所有实训项目能体现自动化类、机电类的实际工作经验和技能水平，且具有一定的广度和深度；四是力求所有实训项目具有很强的可操作性，都能在实训（或实验）室里完成，便于进行培训与考核。

本书的所有项目均以我院的实验实训设备为依托，根据不同的专业需要，设置了技能训练项目与工程训练项目，可以选取不同的项目作为实训内容。

本书在内容上努力做到“授人以渔”，重在传授方法，侧重实践操作。理论知识以够用为度，编写程序以基础指令为主，方便日后在不同流派的机型中进行移植。技能实践方面以培养掌握复杂操作和新技术操作的技能和增强分析、判断、排除各种实际故障的能力为重点。本书文字叙述尽量做到深入浅出，通俗易懂，图文并茂，可以帮助广大学生读者自学。

本书可与其它“可编程控制器”的书籍配套使用，也可独立使用。由于时间仓促，不足之处在所难免，恳切欢迎各位读者提出宝贵意见和建议，根据教学的需要和反馈意见及时对本书进行修订或重编。

目 录

项目一 CA6140 车床控制线路	1
任务一 点动与连续的复合控制线路的 PLC 改造	1
任务二 顺序控制线路的 PLC 改造	8
任务三 CA6140 车床控制线路的 PLC 改造	15
项目二 M7130 平面磨床控制线路	24
任务 M7130 磨床控制系统的 PLC 改造	24
项目三 Z37 摇臂钻床控制线路	32
任务一 双重联锁的正反转控制线路的 PLC 改造	32
任务二 电动机位置控制线路的 PLC 改造	40
任务三 Z37 摇臂钻床控制线路的 PLC 改造	46
项目四 T68 镗床控制线路	54
任务一 Y- Δ 降压起动控制线路的 PLC 改造	54
任务二 自动往复的行程控制线路的 PLC 改造	60
任务三 双速电动机控制线路的 PLC 改造	66
任务四 T68 镗床控制系统的 PLC 改造	72
项目五 X62W 铣床控制线路	84
任务一 单向反接控制线路的 PLC 改造	84
任务二 按时间原则控制的能耗制动控制线路的 PLC 改造	90
任务三 多地点起停控制线路的 PLC 改造	96
任务四 X62W 铣床控制系统的 PLC 改造	102

项目一 CA6140 车床控制线路

任务一 点动与连续的复合控制线路的 PLC 改造

一、实训目的与要求

1. 掌握电气元件的结构、工作原理及在电路中的作用。
2. 学会识读点动与连续的复合控制电气控制线路图,并能熟练的分析点动与连续的复合控制电路的工作原理。
3. 掌握按电气图装接电路的技能和工艺要求。
4. 学会利用万用表检查电气元件、主电路、控制电路的方法并根据检查结果或故障现象判断故障位置。
5. 通过对三相鼠笼式异步电动机点动与连续的控制线路的安装接线,掌握由电气原理图接成实际操作电路的方法。
6. 学会用 PLC 对点动与连续的复合控制线路进行改造。
7. 学会分析、排除继电器—接触控制线路故障的方法。

二、实训内容

1. 掌握三相异步电动机点动与连续控制电路的工作原理。
2. 练习用 PLC 对三相异步电动机点动与连续控制电路进行改造。
3. 通过对电动机控制箱线路的接线,掌握电动机控制箱安装的方法和工艺要求;
4. 掌握利用万用表检查电气元件、主电路、控制电路的方法并根据检查结果或故障现象判断故障位置。

三、电动机控制箱的安装与调试

1. 工作原理图

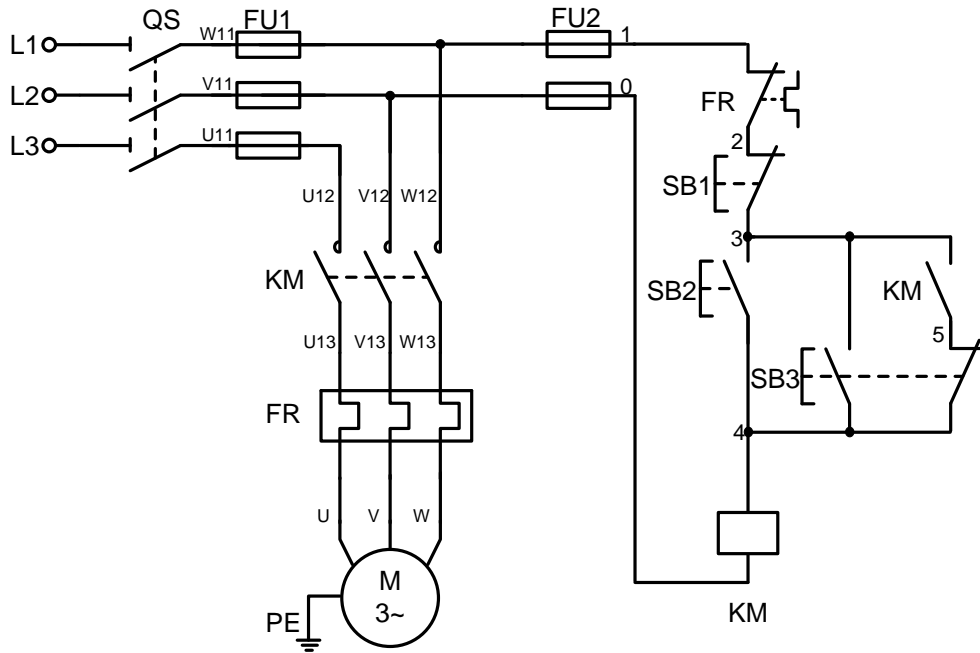


图 1-1. 1 工作原理图

2. 使用的主要工具、仪表及器材

(1) 电器元件（见表 1-1. 1）。

表 1-1. 1 元件明细表

代号	名称	推荐型号	推荐规格	数量
M	三相异步电动机	DQ10	4kW、220V、 Δ 接法、8. 8A、1420r/min	1
QS	组合开关	HZ10-25/3	三相、额定电流 25A	1
FU1	螺旋式熔断器	RL1-60/25	380V、60A、配熔体额定电流 25A	3
FU2	螺旋式熔断器	RL1-15/2	380V、1. 5A、配熔体额定电流 2A	2
KM	交流接触器	CJ10-20	20A、线圈电压 220V	1
FR	热继电器	JR16-20/3	三极，20A、整定电流 8. 8A	1
SB	按钮	LA10-3H	保护式、500V、5A、按钮数 3. 复合按钮	1
XT1	端子排	JX2-1015	10A、15 节、380V	1

(2) 工具

电笔、螺丝刀、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、电工刀等。

(3) 仪表

ZC7 (500V) 型兆欧表、DT-9700 型钳形电流表，MF47 型万用表（或数字式万用表 DT9205）。

(4) 器材

- 1) 控制板一块 (600mm× 500 mm× 20 mm)。
- 2) 导线规格：主电路采用 BV1.5 mm² (红色、绿色、黄色)；控制电路采用 BV1mm² (黑色)；按钮线采用 BVR0.75 mm² (红色)；接地线采用 BVR1.5 mm² (黄绿双色)。
- 3) 紧固件和编码套管按实际需要发给。

四、电动机控制箱安装的步骤及工艺要求：

1. 绘制并读懂电动机点动与连续控制线路电路图，给线路元件编号，明确线路所用元件及作用。
2. 按表 1-1. 1 配置所用电器元件并检验型号及性能。
3. 在控制板上按布置图 1-1. 2 安装电器元件，并标注上醒目的文字符号。
4. 按接线图 1-1. 3 和样板图 1-1. 4 进行板前明线布线和套编码套管。

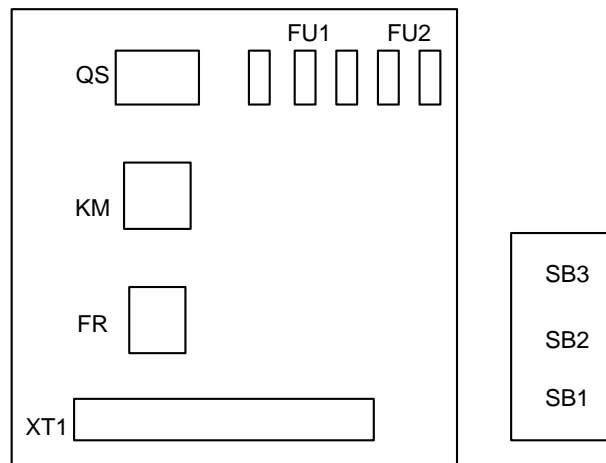


图 1-1. 2 点动与连续控制平面布置图

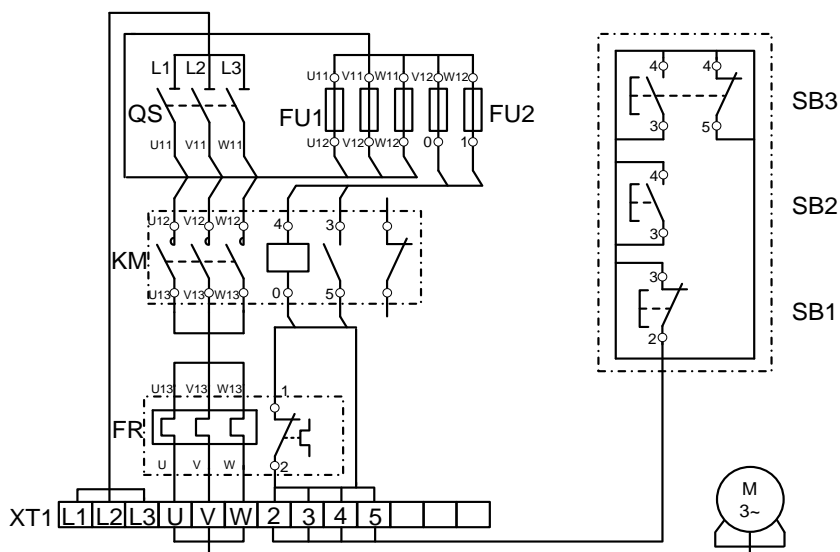


图 1-1. 3 点动与连续控制接线图

5. 根据电路图 1-1. 4 检查控制板布线的正确性。

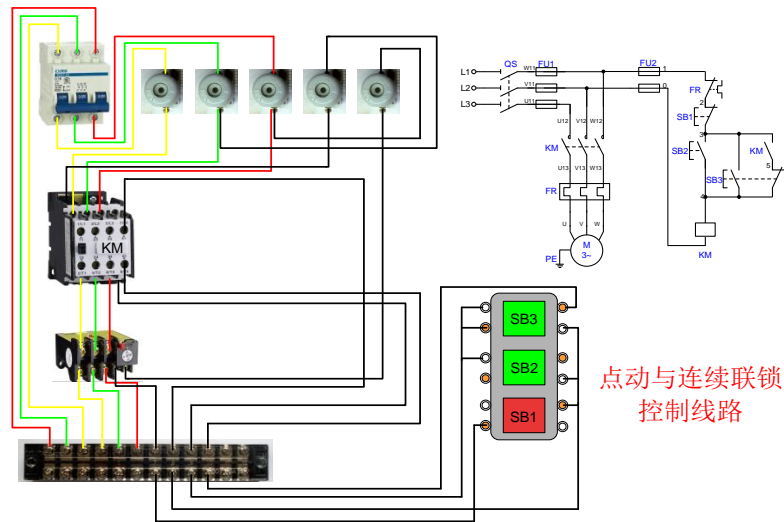


图 1-1. 4 点动与连续控制接线样板图

6. 安装电动机。
7. 连接电动机和按钮金属外壳的保护接地线。
8. 连接电源、电动机等控制板外部的导线。

表 1-1. 2 点动与连续控制 I/O 地址分配表

输入设备		PLC 输入继电器	输出设备		PLC 输出继电器
代号	功能		代号	功能	
SB1	停止按钮	X001	KM1	M1 正转接触器	Y001
SB2	连续控制	X002			
SB3	点动控制	X003			
FR	热继电器	X004			

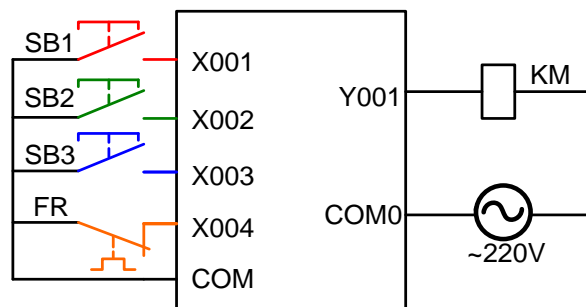


图 1-1. 5 点动与连续控制 PLC 接线图

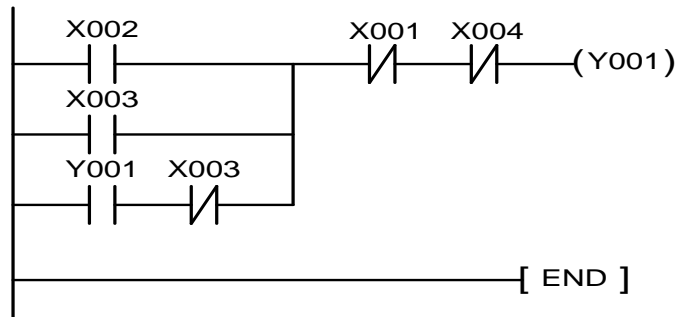


图 1-1. 6 点动与连续控制梯形图

9. 自检。

(1) 主电路的检查。

1) 按查号法检查。用查线法逐线核对。检查主电路时，可以手动来代替受电线圈励磁吸合时的情况进行检查。

2) 万用表检查法。将万用表打到 $R \times 10$ 挡（调零），断开控制线路（断开 FU2），用表笔分别测 U11、V11、W11 之间的阻值为 ∞ ；按下 KM 触点架，测得阻值应为电动机两相绕组直流电阻串联的阻值；松开 KM 的触点架。最后用表笔测 U11 和 W11 两端，按下 KM 触点架，测得电动机两相绕组直流电阻串联的阻值，

(2) 控制线路的检查。用查线号法对照原理和接线图分别检查按钮、自锁触点的布线；用万用表检查控制电路，连接 FU2，检查自锁触点、按钮、热继电器常闭触点、熔断器等的通断情况。

(3) 检查启动、停止和按钮控制。按下 SB2 测得 KM 线圈的电阻值，同时按下 SB1 和 SB3，测得阻值为 ∞ 。

(4) 检查自锁控制。按下 KM 触点架，测得 KM 线圈的电阻值。

10. 通电试车。接电前必须征得教师同意，并由教师接通电源和现场监护。

做好线路板的安装检查后，按安全操作规定进行试运行，即一人操作，一人监护。

先合上 QS，检查三相电源。再确保电动机不接入的情况下，按 SB2，接触器 KM 触点架吸合，长动。按下 SB1 接触器 KM 释放。按下 SB3，接触器 KM 触点架吸合，点动。松开 SB3，KM 释放。

11. 注意事项。

(1) 电动机必须安放平稳，并将其金属外壳可靠接地。

(2) 通电校验时，应先合上 QS，再检验 SB2 及 SB1（或 SB3）按钮的控制是否正常。

(3) 应做到安全操作。

五、常见故障分析：

常见故障主要有以下几方面原因。

1. 接通电源后，按启动按钮 SB2，接触器吸合，但电动机不转且发出“嗡嗡”声响；或者虽能启动，但转速很慢。

分析：这种故障大多是主回路一相断线或电源缺相。

2. 按下启动按钮，电动机只能点动正转控制。

分析：自锁触点用的是接触器常闭辅助触点。

3. 在电机旋转时，按下 SB1 不能停车。

分析：原因可能是 SB1 失效。

4. 合上 QS 后，熔断器 FU2 马上熔断。

分析：原因可能是 KM1 线圈、触头短路。

5. 合上 QS 后，熔断器 FU1 马上熔断。

分析：原因可能是 KM 短路，或电机相间短路，或正、反转主电路换相线接错。

6. 评分标准：

单位			姓名		
开始时间			结束时间		
项目	配 分	评分标准及要求			扣分
元器件清点、测试	5	没清点、测试元器件完好性扣除此项分数			
工艺与布线	40	接线工艺	导线不平直、长短选择不恰当、损伤导线绝缘层、未贴板走线或导线交叉，每处扣 1 分		
		电气接触	接触不良，接点松动、每处扣 2 分		
		电器元件安装位置	电器元件位置选择不恰当，安装顺序错误每处扣 5 分		
		连接点处理	导线接头过长或过短每处扣 1 分		
		接线错误（含未接线）	一处扣 10 分		
		损坏电器元件	每损坏一个电器元件扣 5 分		
通电试车	30	试运行一次不成功	扣 10 分		
		试运行二次不成功	再扣 10 分		
		试运行三次不成功	再扣 10 分		
		不试车或试车不成功后再不再试车	此项不得分		

(续表)

项目	配 分	评分标准及要求		扣分
时间	15	考试时间 20 分钟。规定最多可超时 5 分钟	超时前 2 分钟内 (含 2 分钟) 扣 5 分; 再超时 2 分钟, 扣 10 分, 满 5 分钟后, 不得继续操作, 没有试车机会。凡在前 10 分钟内 (不含 10 分钟), 实验成功者奖励 10 分, 再 5 分钟内实验成功者 (不含 10 分钟) 奖励 5 分, 其它时间内试验成功不享受此项奖励。	
安全、文明规范	10	操作现场不整洁、工具器件摆放凌乱	每项扣 1 分	
		发生一般事故:	如带电操作、考试中有大声喧哗等影响考试进度的行为等每次扣 5 分	
		发生重大事故	本次技能考试总成绩以 0 分计	
备注		每一项最高扣分不应超过该项配分 (除发生重大事故), 最后总成绩不得超过 100 分	总成绩	
监考人员		备注		

六、心得体会：

七、教师评语：

项目一 CA6140 车床控制线路

任务二 顺序控制线路的 PLC 改造

一、实训目的与要求

1. 掌握电气元件的结构、工作原理及在电路中的作用。
2. 进一步学习识读电气控制线路图,并能熟练的分析各种控制电路的工作原理。
3. 进一步训练按电气图装接电路的技能和工艺要求。
4. 学会利用万用表检查电气元件、主电路、控制电路的方法并根据检查结果或故障现象判断故障位置。
5. 通过对三相鼠笼式异步电动机顺序启动控制线路的安装接线,掌握由电气原理图接成实际操作电路的方法。
6. 学习利用 PLC 对异步电动机顺序启动控制线路进行改造。
7. 学会分析、排除继电器—接触控制线路故障的方法。

二、实训内容

1. 掌握三相异步电动机顺序启动控制电路的工作原理。
2. 通过对电动机控制箱线路的接线,掌握电动机控制箱安装的方法和工艺要求;
3. 练习用 PLC 对三相异步电动机顺序启动控制电路进行改造。
4. 掌握利用万用表检查电气元件、主电路、控制电路的方法并根据检查结果或故障现象判断故障位置。

三、电动机控制箱的安装与调试

1. 工作原理图

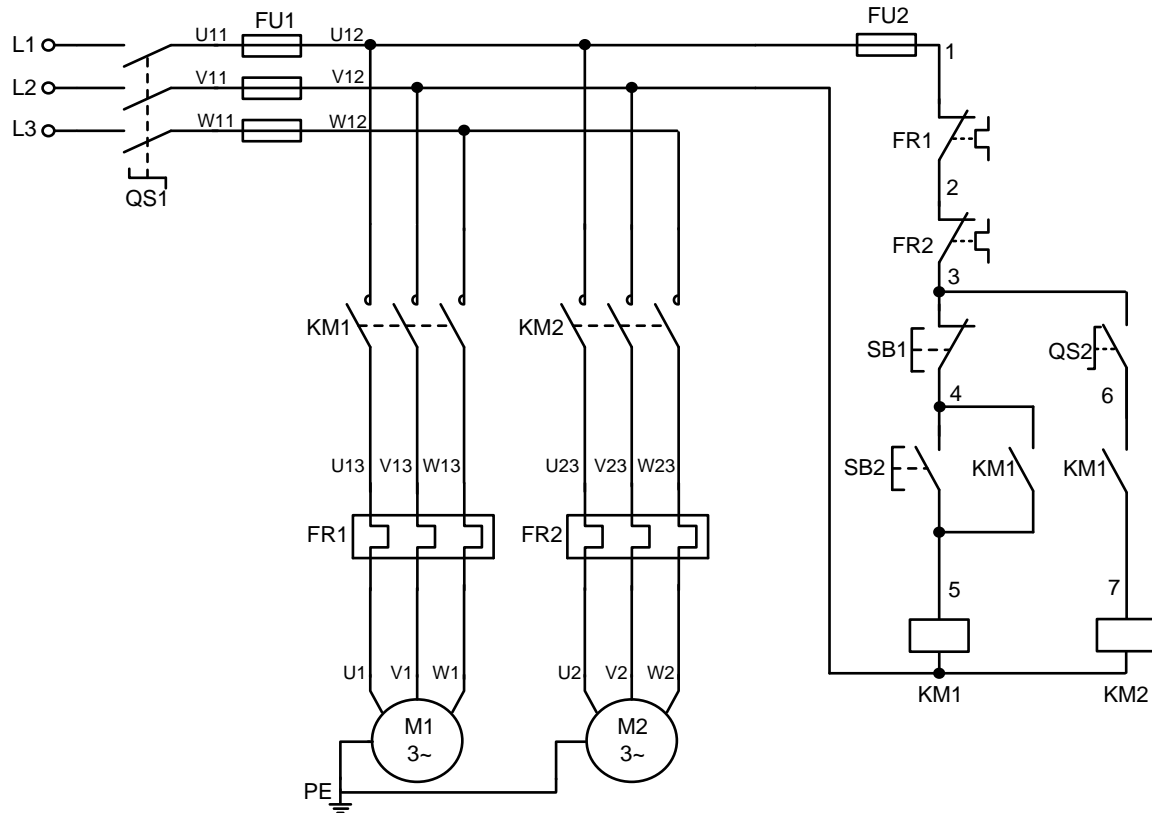


图 1-2. 1 工作原理图

2. 使用的主要工具、仪表及器材

(1) 电器元件 (见表 1-2. 1)。

表 1-2. 1 元件明细表

代号	名称	推荐型号	推荐规格	数量
M	三相异步电动机	DQ10	4kW、220V、 Δ 接法、8.8A、1420r/min	2
QS	组合开关	HZ10-25/3	三相、额定电流 25A	1
FU1	螺旋式熔断器	RL1-60/25	380V、60A、配熔体额定电流 25A	3
FU2	螺旋式熔断器	RL1-15/2	380V、1.5A、配熔体额定电流 2A	1
KM1	交流接触器	CJ10-20	20A、线圈电压 220V	2
FR	热继电器	JR16-20/3	三相、20A、整定电流 8.8A	2
SB	按钮	LA10-3H	保护式、500V、5A、按钮数 3. 复合按钮	2
XT1	端子排	JX2-1015	10A、15 节、380V	1

(2) 工具

电笔、螺丝刀、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、电工刀等。

(3) 仪表

ZC7 (500V) 型兆欧表、DT-9700 型钳形电流表, MF47 型万用表 (或数字式万用表 DT9205)。

(4) 器材

1) 控制板一块 (600mm× 500 mm× 20 mm)。

2) 导线规格: 主电路采用 BV1.5 mm² (红色、绿色、黄色); 控制电路采用 BV1mm² (黑色); 按钮线采用 BVR0.75 mm² (红色); 接地线采用 BVR1.5 mm² (黄绿双色)。

3) 紧固体和编码套管按实际需要发给。

四、电动机控制箱安装的步骤及工艺要求：

1. 绘制并读懂电动机顺序启动控制线路电路图, 给线路元件编号, 明确线路所用元件及作用。
2. 按表 1-2. 1 配置所用电器元件并检验型号及性能。
3. 在控制板上按布置图 1-2. 2 安装电器元件, 并标注上醒目的文字符号。
4. 按接线图 1-2. 3 和样板图 1-2. 4 进行板前明线布线和套编码套管。

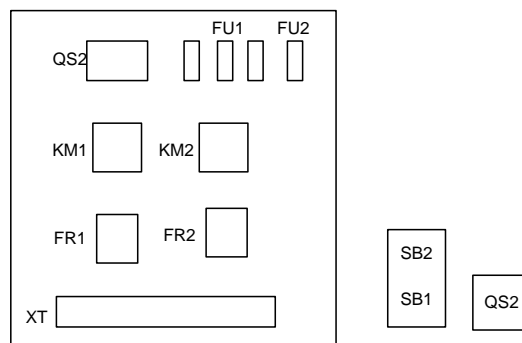


图 1-2. 2 顺序控制平面布置图

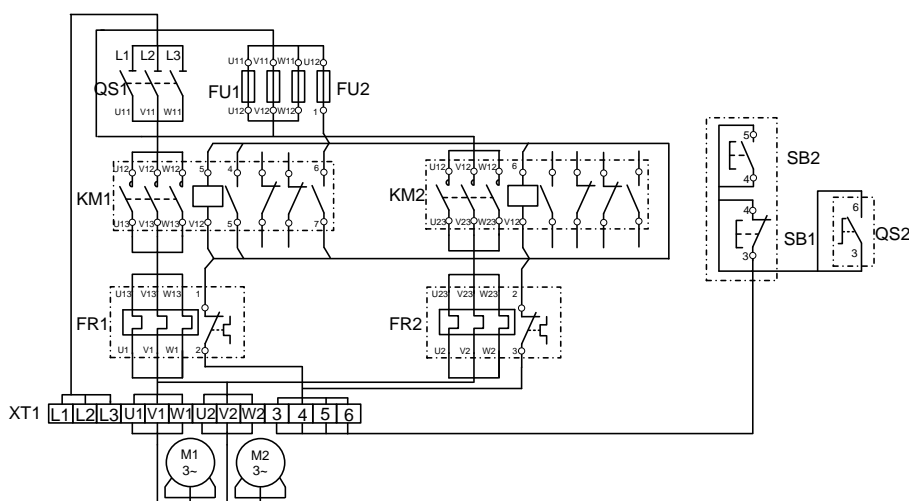


图 1-2. 3 顺序控制接线图

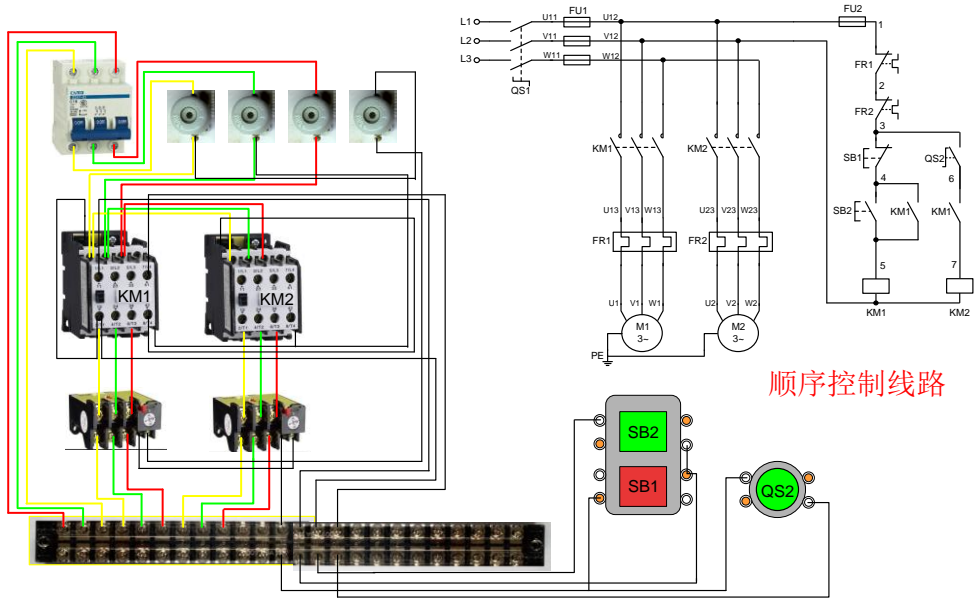


图 1-2. 4 顺序控制接线样板图

5. 根据电路图 1-2. 4 检查控制板布线的正确性。
6. 安装电动机。
7. 连接电动机和按钮金属外壳的保护接地线。
8. 连接电源、电动机等控制板外部的导线。

表 1-2. 2 PLC 改造顺序控制 I/O 分配表

输入设备		PLC 输入继电器	输出设备		PLC 输出继电器
代号	功能		代号	功能	
SB1	停止按钮	X001	KM1	M1 正转接触器	Y001
SB2	启动按钮	X002	KM2	M1 反转接触器	Y002
QS2	开关	X003			

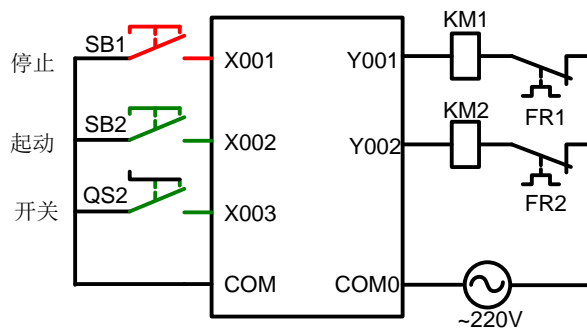


图 1-2. 5 PLC 外部接线图

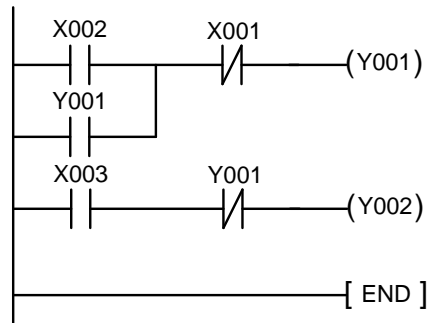


图 1-2. 6 PLC 梯形图

9. 自检。

(1) 主电路的检查。

1) 按查号法检查。用查线法逐线核对。检查主电路时，可以手动来代替受电线圈励磁吸合时的情况进行检查。

2) 万用表检查法。将万用表打到 $R \times 10$ 挡（调零），断开控制线路（断开 FU2），用表笔分别测 U11、V11、W11 之间的阻值为 ∞ ；按下 KM1 触点架，测得阻值应为电动机两相绕组直流电阻串联的阻值；松开 KM1 的触点架。按 KM2 触点架，测得同样结果；最后用表笔测 U11 和 W11 两端，按下 KM1 触点架，测得电动机两相绕组直流电阻串联的阻值。

(2) 控制线路的检查。用查线号法对照原理和接线图分别检查按钮、自锁触点的布线；用万用表检查控制电路，连接 FU2，检查自锁触点、按钮、热继电器常闭触点、熔断器等的通断情况。

(3) 检查启动、停止和按钮控制。按下 SB1 测得 KM 线圈的电阻值，按下 SB2，测得阻值为 ∞ 。

(4) 检查自锁控制。按下 KM1 和 KM2 触点架，测得 KM1 和 KM2 线圈的电阻值。

10. 通电试车。接电前必须征得教师同意，并由教师接通电源和现场监护。

做好线路板的安装检查后，按安全操作规定进行试运行，即一人操作，一人监护。

先合上 QS，检查三相电源。再确保电动机不接入的情况下，按 SB1，接触器 KM1 触点架吸合。按下 SB2 接触器 KM 释放。按下 SB3，接触器 KM 触点架吸合，点动。松开 SB3，KM 释放。

11. 注意事项。

(1) 电动机必须安放平稳，以防止在可逆运转时产生滚动而引起事故，并将其金属外壳可靠接地。

(2) 通电校验时，应先合上 QS，再检验 SB2 及 SB1（或 SB3）按钮的控制是否正常。

(3) 应做到安全操作。

五、常见故障分析：

该电路故障发生率比较高。常见故障主要有以下几方面原因。

1. 接通电源后，按启动按钮 SB2，接触器吸合，但电动机不转且发出“嗡嗡”声响；或者虽能启动，

但转速很慢。

分析：这种故障大多是主回路一相断线或电源缺相。

2. 按下启动按钮，电动机只能点动正转控制。

分析：自锁触点用的是接触器常闭辅助触点。

3. 在电机旋转时，按下 SB1 不能停车。

分析：原因可能是 SB1 失效。

4. 合上 QS 后，熔断器 FU2 马上熔断。

分析：原因可能是 KM1 线圈、触头短路。

5. 合上 QS 后，熔断器 FU1 马上熔断。

分析：原因可能是 KM 短路，或电机相间短路，或正、反转主电路换相线接错。

6. 评分标准：

单位			姓名		
开始时间			结束时间		
项目	配 分	评分标准及要求			扣 分
元器件清点、测试	5	没清点、测试元器件完好性扣除此项分数			
工艺与布线	40	接线工艺	导线不平直、长短选择不恰当、损伤导线绝缘层、未贴板走线或导线交叉，每处扣 1 分		
		电气接触	接触不良，接点松动、每处扣 2 分		
		电器元件安装位置	电器元件位置选择不恰当，安装顺序错误每处扣 5 分		
		连接点处理	导线接头过长或过短每处扣 1 分		
		接线错误（含未接线）	一处扣 10 分		
		损坏电器元件	每损坏一个电器元件扣 5 分		
通电试车	30	试运行一次不成功	扣 10 分		
		试运行二次不成功	再扣 10 分		
		试运行三次不成功	再扣 10 分		
		不试车或试车不成功 后不再试车	此项不得分		

(续表)

项目	配 分	评分标准及要求		扣分
时间	15	考试时间 20 分钟。规定最多可超时 5 分钟	超时前 2 分钟内 (含 2 分钟) 扣 5 分; 再超时 2 分钟, 扣 10 分, 满 5 分钟后, 不得继续操作, 没有试车机会。凡在前 10 分钟内 (不含 10 分钟), 实验成功者奖励 10 分, 再 5 分钟内实验成功者 (不含 10 分钟) 奖励 5 分, 其它时间内试验成功不享受此项奖励。	
安全、文明规范	10	操作现场不整洁、工具器件摆放凌乱	每项扣 1 分	
		发生一般事故:	如带电操作、考试中有大声喧哗等影响考试进度的行为等每次扣 5 分	
		发生重大事故	本次技能考试总成绩以 0 分计	
备注		每一项最高扣分不应超过该项配分 (除发生重大事故), 最后总成绩不得超过 100 分	总成绩	
监考人员		备注		

六、心得体会：

七、教师评语：

项目一 CA6140 车床控制线路

任务三 CA6140 车床控制线路的 PLC 改造

一、实训目的与要求

1. 加强识读电气控制线路图的技能, 熟练的分析各种控制电路的工作原理。
2. 加强按电气图装接电路的技能和工艺要求。
3. 学会利用万用表检查电气元件、主电路、控制电路的方法并根据检查结果或故障现象判断故障位置。
4. 通过对 CA6140 车床控制线路 PLC 改造线路的安装接线, 掌握由电气原理图接成实际操作电路的方法。
5. 学会分析、排除 CA6140 车床控制线路 PLC 改造线路故障的方法。

二、实训内容

1. 掌握 CA6140 车床控制线路的原理
2. 理解 PLC 改造 CA6140 车床的方案及线路的工作原理。
3. 通过对电动机控制箱线路的接线, 掌握电动机控制箱安装的方法和工艺要求;
4. 掌握利用万用表检查电气元件、主电路、控制电路的方法并根据检查结果或故障现象判断故障位置。

三、电动机控制箱的安装与调试

1. 工作原理图

CA6140 车床控制线路原理图如图 1-3. 1 所示。

CA6140 型普通车床是一种中型车床, 除有主轴电动机 M1 和冷却泵电动机 M2 外, 还设置了刀架快速移动电动机 M3。它的控制特点是:

- (1) 主拖动电动机一般选用三相笼型异步电动机, 为满足调速要求, 采用机械变速。
- (2) 为车削螺纹, 主轴要求正、反转。采用机械方法来实现。
- (3) 采用齿轮箱进行机械有级调速。主轴电动机采用直接启动, 为实现快速停车, 一般采用机械制动。
- (4) 设有冷却泵电动机且要求冷却泵电动机应在主轴电动机启动后方可选择启动与否; 当主轴电

动机停止时，冷却泵电动机应立即停止。

(5) 为实现溜板箱的快速移动，由单独的快速移动电动机拖动，采用点动控制。

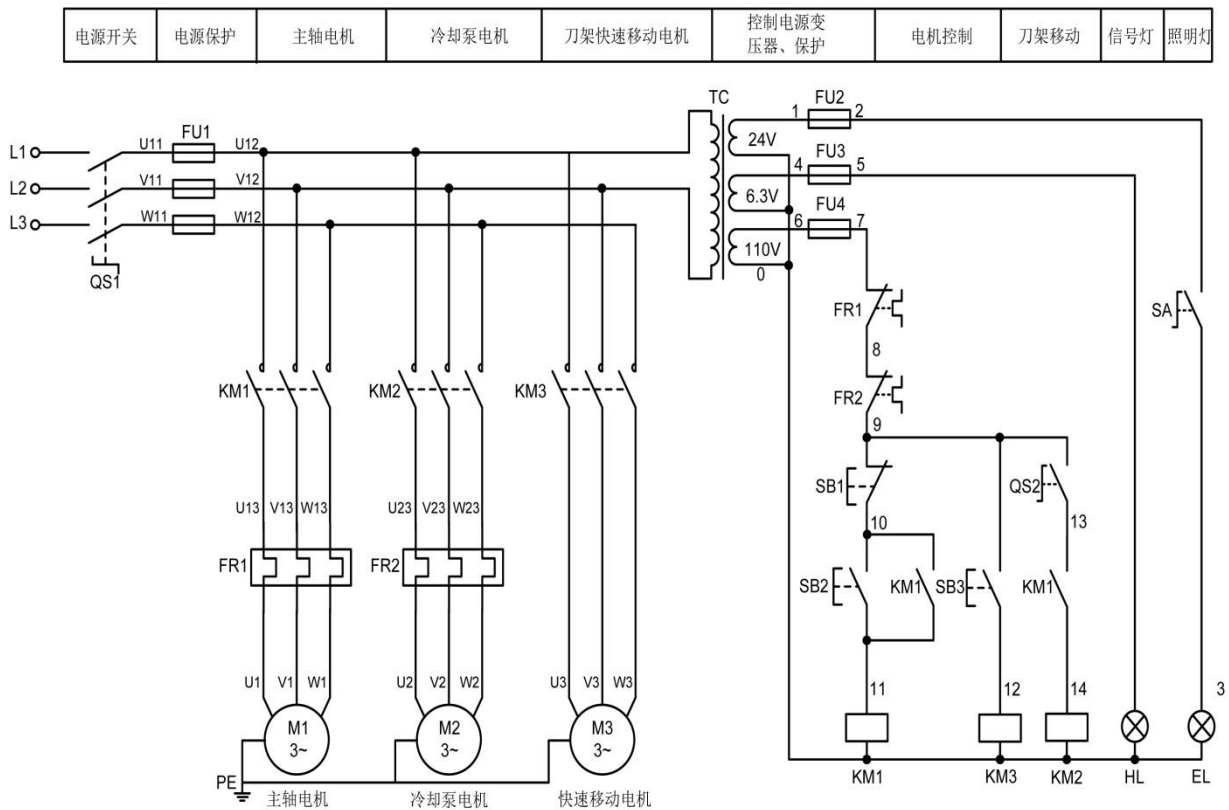


图 1-3. 1 CA6140 车床控制线路原理图

1) 主电路分析

图中 QS1 为电源开关。FU1 为主轴电动机 M1 的短路保护用熔断器，FR1 为其过载保护用热继电器。由接触器 KM1 的主触点控制主轴电动机 M1。

图中 KM2 为接通冷却泵电动机 M2 的接触器，FR2 为 M2 过载保护用热继电器。KM3 为接通快速移动电动机 M3 的接触器，由于 M3 点动短时运转，故不设置热继电器。

2) 控制电路分析

控制电路的电源由控制变压器 TC 的二次侧输出 110V 电压提供。

A. 主轴电动机 M1 的控制

当按下起动按钮 SB2 时，接触器 KM1 线圈通电，KM1 主触点闭合，KM 自锁触头闭合，M1 起动运转。KM 常开辅助触头闭合为 KM2 获电作准备。停车时，按下停止按钮 SB1 即可。主轴的正反控制采用多片摩擦离合器来实现的。

B. 冷却泵电动机 M2 的控制

主轴电机 M1 与冷却电机 M2 两台电机之间实现顺序控制。只有当电机 M1 启动运转后，合上旋钮开

关 QS2, KM2 才会获电, 其主触头闭合使电机 M2 运转。

C. 刀架的快速移动电机 M3 的控制

刀架快速移动的电路为点动控制, 刀架移动方向的改变, 是由进给操作手柄配合机械装置来实现的。如需要快速移动, 按下按钮 SB3 即可。

3) 照明、信号电路分析

照明灯 EL 和指示灯 HL 的电源分别由控制变压器 TC 二次侧输出 24V 和 6. 3V 电压提供。开关 SA 为照明开关。熔断器 FU3 和 FU4 分别作为指示灯 HL 和照明灯 EL 的短路保护。

2. 使用的主要工具、仪表及器材

(1) 电器元件 (见表 1-3. 1)。

表 1-3. 1 元 件 明 细 表

代号	名称	推荐型号	推荐规格	数量
M	三相异步电动机	DQ10	4kW、220V、 Δ 接法、8. 8A、1420r/min	2
M	三相异步电动机	YS-632-2-B3	0. 25kw 2800r/min	1
QS1	组合开关	HZ10-25/3	三相、额定电流 25A	1
FU1	螺旋式熔断器	RL1-60/25	380V、60A、配熔体额定电流 25A	3
FU2	螺旋式熔断器	RL1-15/2	380V、1. 5A、配熔体额定电流 2A	3
KM1	交流接触器	CJ10-20	20A、线圈电压 220V	3
FR	热继电器	JR16-20/3	三极, 20A、整定电流 8. 8A	2
SB	按钮	LA10-3H	保护式、500V、5A、按钮数 3. 复合按钮	3
QS2	单投刀开关	HS	110V	1
SA	选择开关	G07K111Y		1
EL	照明灯	E27	24V, 20W	1
HL	指示灯	FILN/M8	6. 3V, 0. 3W	1
XT1	端子排	JX2-1015	10A、15 节、380V	1
XT2	端子排	JX2-1010	10A、10 节、380V	1

(2) 工具

电笔、螺丝刀、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、电工刀等。

(3) 仪表

ZC7 (500V) 型兆欧表、DT-9700 型钳形电流表, MF47 型万用表 (或数字式万用表 DT9205)。

(4) 器材

1) 导线规格：主电路采用 BV1.5 mm² (红色、绿色、黄色)；控制电路采用 BV1mm² (黑色)；按钮线采用 BVR0.75 mm² (红色)；接地线采用 BVR1.5 mm² (黄绿双色)。

2) 紧固体和编码套管按实际需要发给。

四、电动机控制箱安装的步骤及工艺要求

1. 绘制并读懂电动机顺序启动控制线路电路图，给线路元件编号，明确线路所用元件及作用。
2. 按表 1-3. 1 配置所用电器元件并检验型号及性能。
3. 在控制板上按布置图 1-3. 2 安装电器元件，并标注上醒目的文字符号。

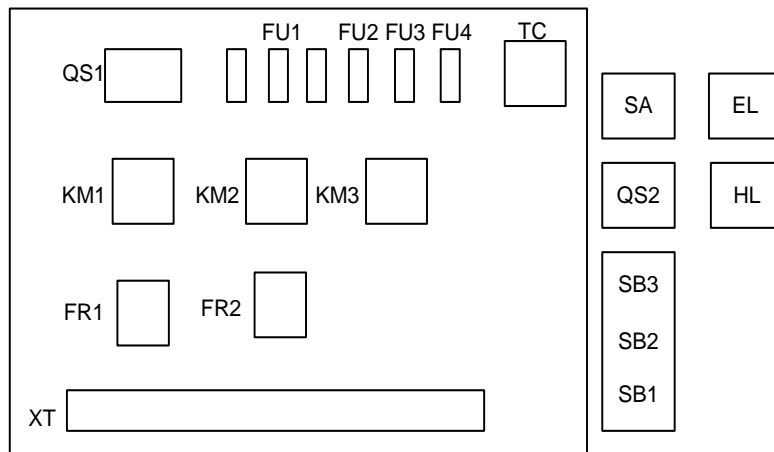


图 1-3. 2 CA6140 车床线路平面布置图

4. 按接线图 1-3. 3 进行板前明线布线和套编码套管。

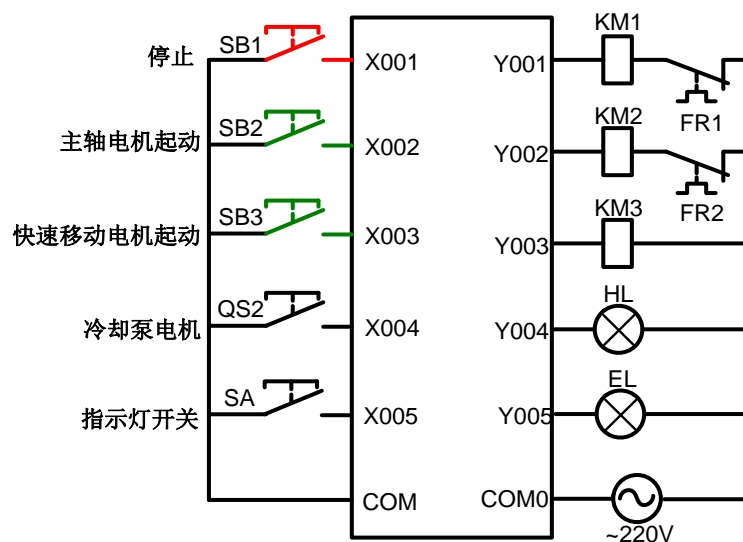


图 1-3. 3 外部接线图

5. 根据电路图 1-3. 3 检查控制板布线的正确性。
6. 安装电动机。
7. 连接电动机和按钮金属外壳的保护接地线。
8. 连接电源、电动机等控制板外部的导线。

表 1-3. 2 I/O 分配表

输入设备		PLC 输入继电器	输出设备		PLC 输出继电器
代号	功能		代号	功能	
SB1	停止按钮	X001	KM1	主轴电动机	Y001
SB2	主轴电动机启动	X002	KM2	冷却泵电动机	Y002
SB3	快速移动电机启动	X003	KM3	快速移动电动机	Y003
QS2	冷却泵电机	X004	HL	指示灯	Y004
SA	指示灯开关	X005	EL	照明灯	Y005

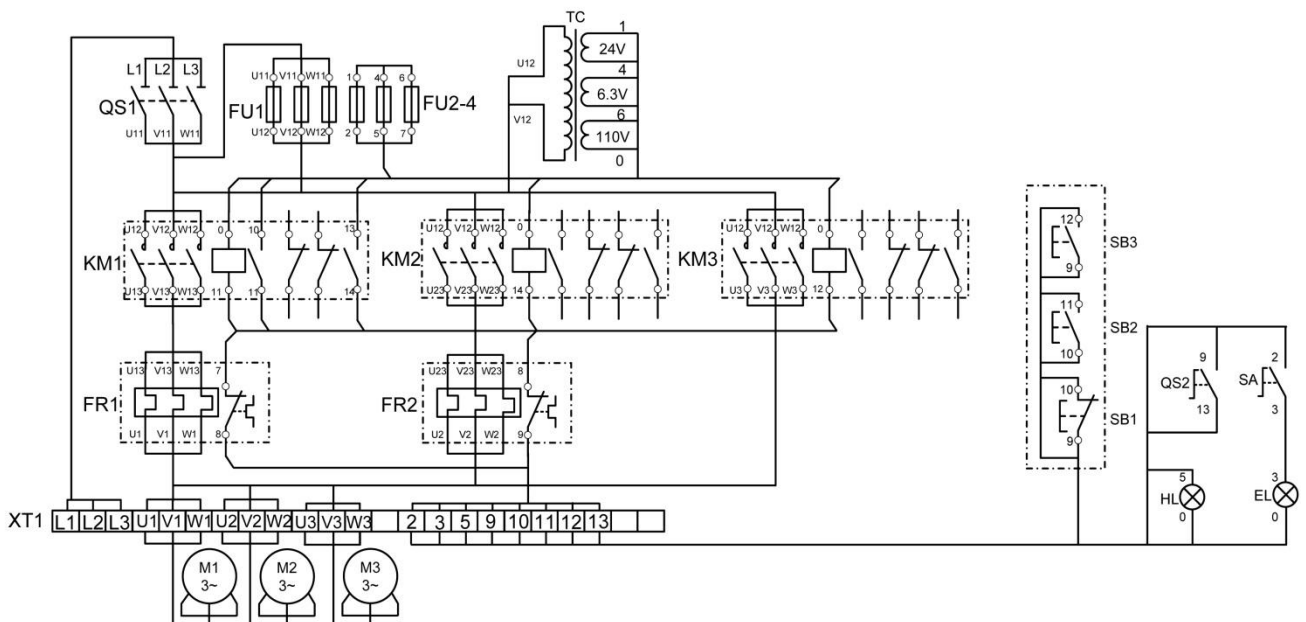


图 1-3. 4 CA6140 车床线路接线图

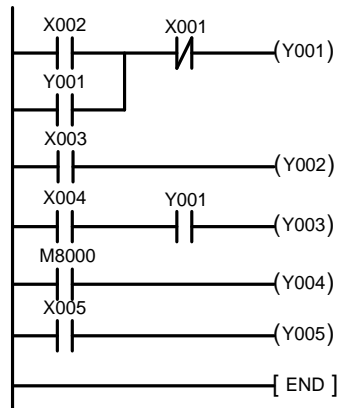


图 1-3. 5 梯形图

9. 自检。

(1) 准备工作

- 1) 查看装置背面各电器元件上的接线是否牢固，各熔断器是否安装良好；
- 2) 独立安装好接地线，设备下方垫好绝缘垫，将各开关置分断位；
- 3) 插上三相电源。

(2) 主电路的检查。

- 1) 按查号法检查。
- 2) 万用表检查法

(3) 控制线路的检查。

- 1) 用查线号法对照原理和接线图分别检查按钮、自锁触点的布线；
- 2) 用万用表检查控制电路，检查自锁触点、按钮、热继电器常闭触点、熔断器等的通断情况。
- 3) 检查启动、停止和按钮控制。
- 4) 检查自锁控制。

(4) 操作试运行

- 1) 使装置中漏电保护部分接触器先吸合，再合上 QS₁，电源指示灯亮；
- 2) 按 SB₃，快速移动电动机 M₃ 工作；
- 3) 按 QS₂，冷却电动机 M₂ 工作，相应指示灯亮；
- 4) 按 SB₂，主轴电动机 M₁ 正转，相应指示灯亮，按 SB₁，主轴电动机 M₁ 停止。

10. 通电试车。接电前必须征得教师同意，并由教师接通电源和现场监护。

做好线路板的安装检查后，按安全操作规定进行试运行，即一人操作，一人监护。

先合上 QS，检查三相电源。再确保电动机不接入的情况下，按 SB₁。

11. 注意事项。

- (1) 学生应根据故障现象，先在原理图中正确标出最小故障范围的线段，然后采用正确的检查和

排故方法并在定额时间内排除故障。

(2) 排除故障时，必须修复故障点，不得采用更换电器元件、借用触点及改动线路的方法，否则，作不能排除故障点扣分。

(3) 检修时，严禁扩大故障范围或产生新的故障，并不得损坏电器元件。

(4) 设备应指导教师指导下操作，安全第一。设备通电后，严禁在电器侧随意扳动电器件。进行排故训练，尽量采用不带电检修。若带电检修，则必须有指导教师在现场监护。

(5) 必须安装好各电机、支架接地线、设备下方垫好绝缘橡胶垫，厚度不小于 8mm，操作前要仔细查看各接线端，有无松动或脱落，以免通电后发生意外或损坏电器。

(6) 在操作中若发出不正常声响，应立即断电，查明故障原因待修。故障噪声主要来自电机缺相运行，接触器、继电器吸合不正常等。

(7) 发现熔芯熔断，应找出故障后，方可更换同规格熔芯。

(8) 在维修设置故障中不要随便互换线端处号码管。

(9) 操作时用力不要过大，速度不宜过快；操作频率不宜过于频繁。

(10) 实习结束后，应拔出电源插头，将各开关置分断位。

(11) 作好实习记录。

五．常见故障分析：

1. 该电路故障发生率比较高。常见故障主要有以下几方面。

表 1-3. 3 CA6140 车床线路常见故障表

故障开关	故障现象	备注
K1	冷却泵不工作	按下 QS2，冷却电机噪音很大。
K2	冷却泵不工作	按下 QS2，冷却电机噪音很大。
K3	快速电机不能启动	按下 SB3，快速电机噪音很大。
K4	机床不能启动	主轴、冷却泵和快速移动电机都不能启动。
K5	机床不能启动	主轴、冷却泵和快速移动电机都不能启动。 电源、照明正常。
K6	冷却泵、快速电机不能启动	主轴正常
K7	主轴电机不能自锁	主轴电机只能点动控制
K8	通电后快速电机就启动	
K9	主轴和冷却电机同时启动	
K10	冷却泵不工作	按下 QS2，无任何反应。

请学生根据任务一和任务二中学到的知识和技能分析产生以上故障的原因。

2. 评分标准:

单位			姓名		
开始时间			结束时间		
项目	配 分	评分标准及要求			扣分
元器件清点、测试	5	没清点、测试元器件完好性扣除此项分数			
工艺与布线	40	接线工艺	导线不平直、长短选择不恰当、损伤导线绝缘层、未贴板走线或导线交叉，每处扣 1 分		
		电气接触	接触不良，接点松动、每处扣 2 分		
		电器元件安装位置	电器元件位置选择不恰当，安装顺序错误每处扣 5 分		
		连接点处理	导线接头过长或过短每处扣 1 分		
		接线错误（含未接线）	一处扣 10 分		
		损坏电器元件	每损坏一个电器元件扣 5 分		
通电试车	30	试运行一次不成功	扣 10 分		
		试运行二次不成功	再扣 10 分		
		试运行三次不成功	再扣 10 分		
		不试车或试车不成功后再试车	此项不得分		
时间	15	考试时间 20 分钟。规定最多可超时 5 分钟	超时前 2 分钟内（含 2 分钟）扣 5 分；再超时 2 分钟，扣 10 分，满 5 分钟后，不得继续操作，没有试车机会。凡在前 10 分钟内（不含 10 分钟），实验成功者奖励 10 分，再 5 分钟内实验成功者（不含 10 分钟）奖励 5 分，其它时间内试验成功不享受此项奖励。		
安全、文明规范	10	操作现场不整洁、工具器件摆放凌乱	每项扣 1 分		
		发生一般事故：	如带电操作、考试中有大声喧哗等影响考试进度的行为等每次扣 5 分		
		发生重大事故	本次技能考试总成绩以 0 分计		
备注	每一项最高扣分不应超过该项配分（除发生重大事故），最后总成绩不得超过 100 分			总成绩	
监考人员				备注	

六、心得体会：

七、教师评语：

项目二 M7130 平面磨床控制线路

任务 M7130 磨床控制系统的 PLC 改造

一、实训目的与要求

1. 学习 M7130 磨床控制线路的原理。
2. 掌握 M7130 磨床控制线路电气图装接电路的技能和工艺要求。
3. 学会利用万用表检查电气元件、主电路、控制电路的方法并根据检查结果或故障现象判断故障位置。
4. 通过对 M7130 磨床控制线路的安装接线，掌握由电气原理图接成实际操作电路的方法。
5. 学会使用 PLC 对 M7130 磨床控制线路进行改造。
6. 学会分析、排除 M7130 磨床控制线路故障的方法。

二、实训内容

1. 掌握 M7130 磨床控制线路的工作原理。
2. 通过对电动机控制箱线路的接线，掌握电动机控制箱安装的方法和工艺要求；
3. 掌握利用万用表检查电气元件、主电路、控制电路的方法并根据检查结果或故障现象判断故障位置。
4. 使用 PLC 对 M7130 磨床控制线路进行改造。

三、M7130 型平面磨床电气控制电路分析

M7130 型卧轴矩台平面磨床采用多台电动机拖动，其电力拖动和电气控制、保护的要求是：

(1) 砂轮由一台笼型异步电动机拖动，因为砂轮的转速一般不需要调节，所以对砂轮电动机没有电气调速的要求，也不需要反转，可直接起动。

(2) 平面磨床的纵向和横向进给运动一般采用液压传动，所以需要由一台液压泵电动机驱动液压泵，对液压泵电动机也没有电气调速、反转和降压起动的要求。

(3) 同车床一样，也需要一台冷却泵电动机提供冷却液，冷却泵电动机与砂轮电动机也具有联锁关系，即要求砂轮电动机起动后才能开动冷却泵电动机。

(4) 平面磨床往往采用电磁吸盘来吸持工件。电磁吸盘要有退磁电路，同时，为防止在磨削加工时因电磁吸盘吸力不足而造成工件飞出，还要求有弱磁保护环节。

(5) 具有各种常规的电气保护环节(如短路保护和电动机的过载保护); 具有安全的局部照明装置。

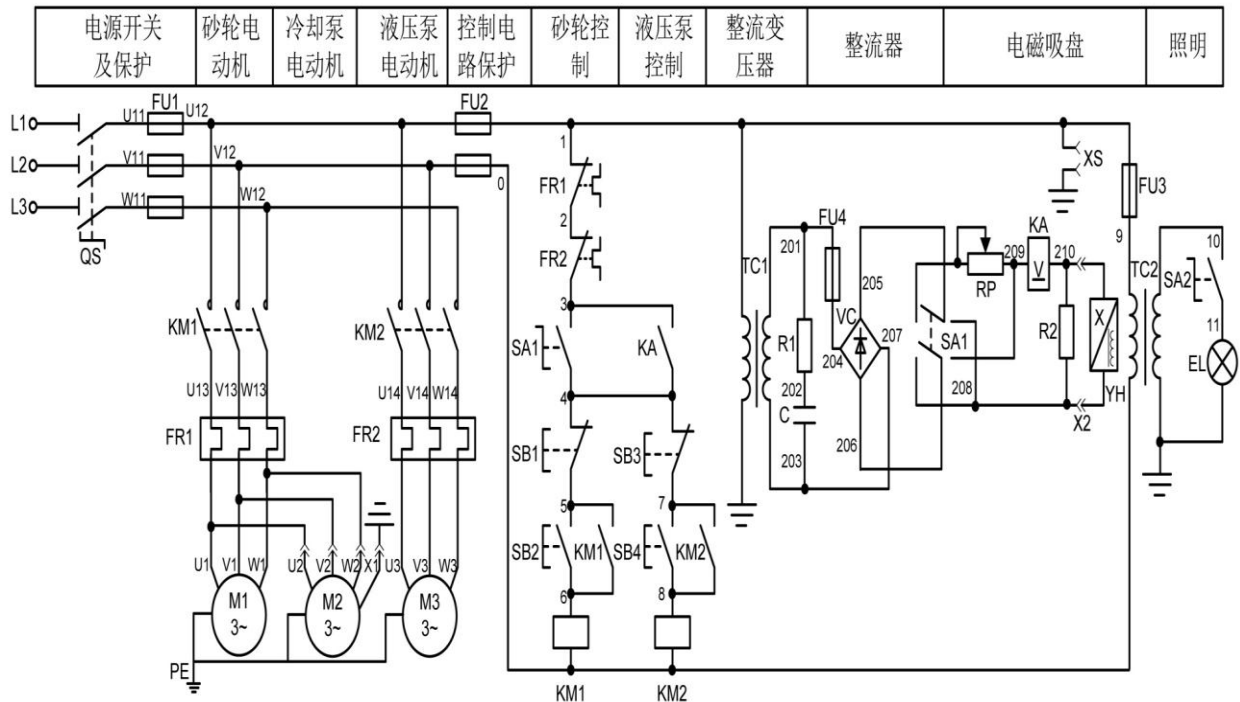


图 2-1 M7130 磨床控制线路工作原理图

1. M7130 磨床工作原理分析:

M7130 磨床控制线路工作原理图如图 2-1 所示。

(1) 主电路

三相交流电源由电源开关 QS 引入, 由 FU1 作全电路的短路保护。砂轮电动机 M1 和液压电动机 M3 分别由接触器 KM1、KM2 控制, 并分别由热继电器 FR1、FR2 作过载保护。由于磨床的冷却泵箱是与床身分开安装的, 所以冷却泵电动机 M2 由插头插座 X1 接通电源, 在需要提供冷却液时才插上。M2 受 M1 起动和停转的控制。由于 M2 的容量较小, 因此不需要过载保护。三台电动机均直接起动, 单向旋转。

(2) 控制电路

控制电路采用 380V 电源, 由 FU2 作短路保护。SB1、SB2 和 SB3、SB4 分别为 M1 和 M3 的起动、停止按钮, 通过 KM1、KM2 控制 M1 和 M3 的起动、停止。

(3) 电磁吸盘电路

电磁吸盘线圈通电后产生电磁吸力, 以吸持铁磁性材料的工件进行磨削加工。与机械夹具相比较, 电磁吸盘具有操作简便、不损伤工件的优点, 特别适合于同时加工多个小工件; 采用电磁吸盘的另一优点是工件在磨削时发热能够自由伸缩, 不至于变形。但是电磁吸盘不能吸持非铁磁性材料的工件, 而且

其线圈还必须使用直流电。

直流电压供给电磁吸盘线圈 YH。SA1 是电磁吸盘的控制开关，待加工时，将 SA1 扳至右边的“吸合”位置，触点接通，电磁吸盘线圈通电，产生电磁吸力将工件牢牢吸持。加工结束后，将 SA1 扳至中间的“放松”位置，电磁吸盘线圈断电，可将工件取下。如果工件有剩磁难以取下，可将 SA2 扳至左边的“退磁”位置，触点接通，可见此时线圈通以反向电流产生反向磁场，对工件进行退磁，注意这时要控制退磁的时间，否则工件会因反向充磁而更难取下。R2 用于调节退磁的电流。采用电磁吸盘的磨床还配有专用的交流退磁器，如果退磁不够彻底，可以使用退磁器退去剩磁，X2 是退磁器的电源插座。

(4) 电气保护环节

除常规的电路短路保护和电动机的过载保护之外，电磁吸盘电路还专门设有一些保护环节。

① 电磁吸盘的弱磁保护

采用电磁吸盘来吸持工件有许多好处，但在进行磨削加工时一旦电磁吸力不足，就会造成工件飞出事故。因此在电磁吸盘线圈电路中串入欠电流继电器 KA 的线圈，KA 的动合触点与 SA2 的一对动合触点并联，串接在控制砂轮电动机 M1 的接触器 KM1 线圈支路中，SA1 的动合触点只有在“退磁”档才接通，而在“吸合”档是断开的，这就保证了电磁吸盘在吸持工件时必须保证有足够的充磁电流，才能起动砂轮电动机 M1；在加工过程中一旦电流不足，欠电流继电器 KA 动作，能够及时地切断 KM1 线圈电路，使砂轮电动机 M1 停转，避免事故发生。如果不使用电磁吸盘，可以将其插头从插座 X3 上拔出，将 SA2 扳至“退磁”档，此时 SA2 的触点接通，不影响对各台电动机的操作。

② 整流器的过电压保护

在整流变压器 TI 的二次侧并联由 R1、C 组成的阻容吸收电路，用以吸收交流电路产生的过电压和在直流侧电路通断时产生的浪涌电压，对整流器进行过电压保护。

(5) 照明电路

照明变压器 T2 将 380V 交流电压降至 36V 安全电压供给照明灯 EL，EL 的一端接地，SA2 为灯开关，由 FU3 提供照明电路的短路保护。

四、M7130 磨床控制线路的 PLC 改造

通过以上对 M7130 磨床控制线路的分析，我们用 PLC 对 M7130 磨床控制线路进行改造。

1. PLC 改造 I/O 地址分配

用 PLC 对 M7130 磨床控制线路进行改造的 I/O 地址分配表如表 2-1 所示。

表 2-1 I/O 地址分配表

输入设备		PLC 输入 继电器	输出设备		PLC 输出 继电器
代号	功能		代号	功能	

KA	欠电流继电器 KA 输入	X000	KM1	砂轮电动机 M1 控制	Y000
SB1	砂轮启动按钮	X001	KM2	液压泵电动机 M3 控制	Y001
SB2	砂轮停止按钮	X002	KM3	冷却泵电动机 M2 控制	Y002
SB3	液压泵启动按钮	X003	KM4	电磁吸盘充磁控制	Y003
SB4	液压泵停止按钮	X004	KM5	电磁吸盘退磁控制	Y004
SB5	冷却泵启动按钮	X005	EL	照明灯	Y005
SB6	冷却泵停止按钮	X006			
SB7	电磁吸盘充磁按钮	X007			
SB8	电磁吸盘退磁按钮	X010			
SA	照明灯控制	X011			

2. 使用的主要工具、仪表及器材

(1) 电器元件 (见表 2-2)。

表 2-2 元件明细表

代号	名称	推荐型号	推荐规格	数量
M	三相异步电动机	DQ10	4kW、220V、 Δ 接法、8.8A、1420r/min	3
QS	组合开关	HZ10-25/3	三相、额定电流 25A	1
FU1	螺旋式熔断器	RL1-60/25	380V、60A、配熔体额定电流 25A	3
FU2	螺旋式熔断器	RL1-15/2	380V、1.5A、配熔体额定电流 2A	2
KM	交流接触器	CJ10-20	20A、线圈电压 220V	5
FR	热继电器	JR16-20/3	三极, 20A、整定电流 8.8A	1
SB	按钮	LA10-3H	保护式、500V、5A、按钮数 3. 复合按钮	8
XT1	端子排	JX2-1015	10A、15 节、380V	1

(2) 工具

电笔、螺丝刀、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、电工刀等。

(3) 仪表

ZC7 (500V) 型兆欧表、DT-9700 型钳形电流表, MF47 型万用表 (或数字式万用表 DT9205)。

(4) 器材

1) 导线规格: 主电路采用 BV1.5 mm² (红色、绿色、黄色); 控制电路采用 BV1mm² (黑色); 按钮线采用 BVR0.75 mm² (红色); 接地线采用 BVR1.5 mm² (黄绿双色)。

- 2) 紧固体和编码套管按实际需要发给。
- 3) PLC 外部接线图

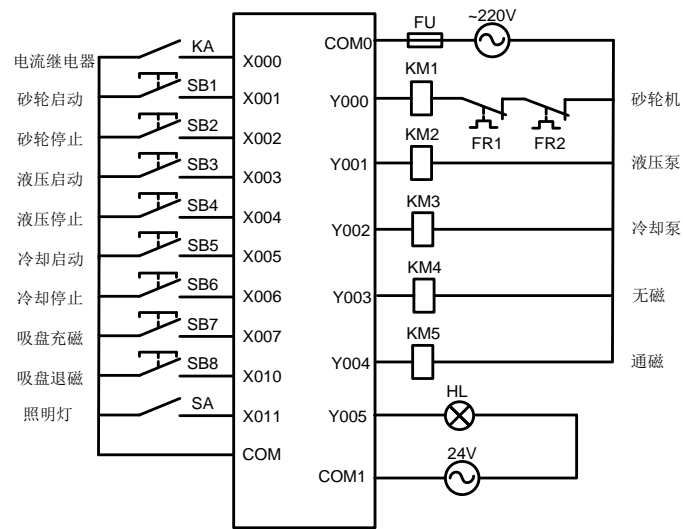


图 2-2 PLC 外部接线图

3. 梯形图

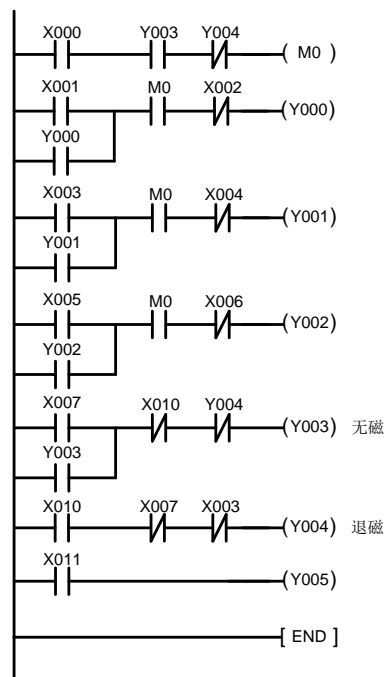


图 2-3 梯形图

五、电动机控制箱安装的步骤及工艺要求：

1. 绘制并读懂控制线路电路图，给线路元件编号，明确线路所用元件及作用。

2. 按表 2-2 配置所用电器元件并检验型号及性能。
3. 在控制板上按布置图 2-3 安装电器元件，并标注上醒目的文字符号。
4. 进行板前明线布线和套编码套管。
5. 安装电动机。
6. 连接电动机和按钮金属外壳的保护接地线。
7. 连接电源、电动机等控制板外部的导线。
8. 自检。
 - (1) 主电路的检查。
 - 1) 按查号法检查。
 - 2) 万用表检查法。
 - (2) 控制线路的检查。
 - (3) 检查启动、停止和按钮控制。
 - (4) 检查自锁控制。按下 KM 触点架，测得 KM 线圈的电阻值。
9. 通电试车。接电前必须征得教师同意，并由教师接通电源和现场监护。

做好线路板的安装检查后，按安全操作规定进行试运行，即一人操作，一人监护。

10. 注意事项。

(1) 严禁采用金属软管作为接地通道。在控制箱外部进行接线时，导线必须穿在导线通道内或敷设在机床底座内的通道里。所以导线不准有接头。在导线通道内敷设的导线进行接线时，必须集中思想，做到查出一根导线，立即套上编码套管，接上后再进行复验，以避免接错线。通道内导线每超过 10 根，应加 1 根备用线。

(2) 整流二极管要装上散热器，二极管的连接极性要正确。否则，会引起整流变压器短路，烧毁二极管和变压器。

(3) 在安装调试过程中，工具仪表的使用要符合要求。

(4) 通电操作时，必须有教师在现场监护。

(5) 严格遵守安全操作规程，做到文明生产。

(6) 防触电、防烫伤。

(7) 实训完毕注意要清场整理。

五、常见故障分析：

M7130 型平面磨床电路与其他机床电路的主要不同是电磁吸盘电路，在此主要分析电磁吸盘电路的故障。

1. 电磁吸盘没有吸力或吸力不足

如果电磁吸盘没有吸力，首先应检查电源，从整流变压器 T1 的一次侧到二次侧，再检查到整流器 VC 输出的直流电压是否正常；检查熔断器 FU1. FU2. FU4；检查 SA2 的触点、插头插座 X3 是否接触良好；检查欠电流继电器 KA 的线圈有无断路；一直检查到电磁吸盘线圈 YH 两端有无 110V 直流电压。如果电压正常，电磁吸盘仍无吸力，则需要检查 YH 有无断线。如果是电磁吸盘的吸力不足，则多半是工作电压低于额定值，如桥式整流电路的某一桥臂出现故障，使全波整流变成半波整流，VC 输出的直流电压下降了一半；也可能是 YH 线圈局部短路，使空载时 VC 输出电压正常，而接上 YH 后电压低于正常值 110V。

2. 电磁吸盘退磁效果差

应检查退磁回路有无断开或元件损坏。如果退磁的电压过高也会影响退磁效果，应调节 R2 使退磁电压一般为 5~10V。此外，还应考虑是否有退磁操作不当的原因，如退磁时间过长。

3. 控制电路接点的电器故障

平面磨床电路较容易产生的故障还有控制电路中由 SA1 和 KA 的动合触点并联的部分。如果 SA1 和 KA 的触点接触不良，使接点间不能接通，则会造成 M1 和 M2 无法正常起动，平时应特别注意检查。

4. 评分标准：

单位		姓名		
开始时间		结束时间		
项目	配分	评分标准及要求		扣分
元器件清点、测试	5	没清点、测试元器件完好性扣除此项分数		
工艺与布线	40	接线工艺	导线不平直、长短选择不恰当、损伤导线绝缘层、未贴板走线或导线交叉，每处扣 1 分	
		电气接触	接触不良，接点松动、每处扣 2 分	
		电器元件安装位置	电器元件位置选择不恰当，安装顺序错误每处扣 5 分	
		连接点处理	导线接头过长或过短每处扣 1 分	
		接线错误（含未接线）	一处扣 10 分	
		损坏电器元件	每损坏一个电器元件扣 5 分	
通电试车	30	试运行一次不成功	扣 10 分	
		试运行二次不成功	再扣 10 分	
		试运行三次不成功	再扣 10 分	
		不试车或试车不成功不	此项不得分	

		再试车		
时间	15	考试时间 20 分钟。规定最多可超时 5 分钟	超时前 2 分钟内（含 2 分钟）扣 5 分；再超时 2 分钟，扣 10 分，满 5 分钟后，不得继续操作，没有试车机会。凡在前 10 分钟内（不含 10 分钟），实验成功者奖励 10 分，再 5 分钟内实验成功者（不含 10 分钟）奖励 5 分，其它时间内试验成功不享受此项奖励。	
安全、文明规范	10	操作现场不整洁、工具器件摆放凌乱	每项扣 1 分	
		发生一般事故：	如带电操作、考试中有大声喧哗等影响考试进度的行为等每次扣 5 分	
		发生重大事故	本次技能考试总成绩以 0 分计	
备注			每一项最高扣分不应超过该项配分（除发生重大事故），最后总成绩不得超过 100 分	总成绩
监考人员			备注	

六、心得体会：

七、教师评语：

项目三 Z37 摇臂钻床控制线路

任务一 双重联锁的正反转控制线路的 PLC 改造

一、实训目的与要求

1. 掌握双重联锁的正反转控制线路的原理。
2. 熟练应用万用表检查电气元件、主电路、控制电路的方法并根据检查结果或故障现象判断故障位置。
3. 学习应用 PLC 改造双重联锁的正反转控制线路的方法。
4. 学会分析、排除双重联锁的正反转控制线路故障的方法。

二、实训内容

1. 掌握三相异步电动机双重联锁正反转控制电路的工作原理。
2. 通过对电动机控制箱线路的接线，掌握电动机控制箱安装的方法和工艺要求；
3. 掌握利用万用表检查电气元件、主电路、控制电路的方法并根据检查结果或故障现象判断故障位置。

三、电动机控制箱的安装与调试

1. 工作原理图

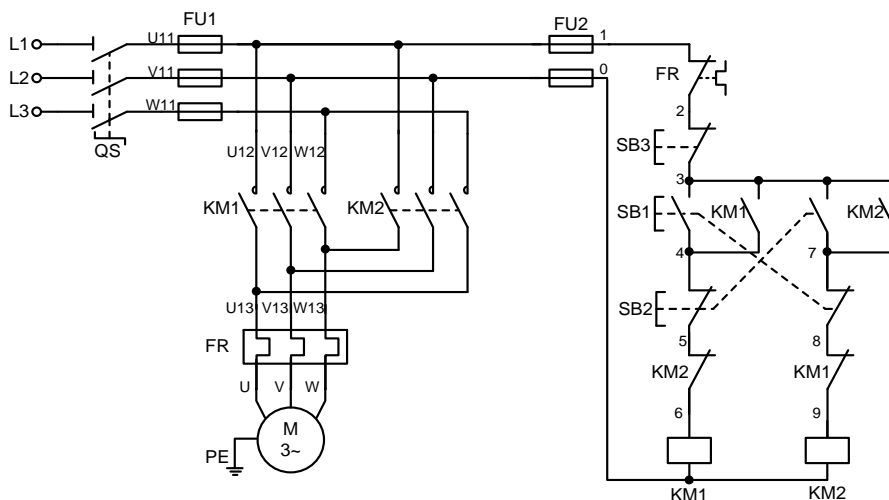


图 3-1.1 工作原理图

2. 使用的主要工具、仪表及器材

(1) 电器元件（见表 3-1. 1）。

表 3-1. 1 元件明细表

代号	名称	推荐型号	推荐规格	数量
M	三相异步电动机	DQ10	4kW、220V、 Δ 接法、8. 8A、1420r/min	1
QS	组合开关	HZ10-25/3	三相、额定电流 25A	1
FU1	螺旋式熔断器	RL1-60/25	380V、60A、配熔体额定电流 25A	3
FU2	螺旋式熔断器	RL1-15/2	380V、1. 5A、配熔体额定电流 2A	2
KM1	交流接触器	CJ10-20	20A、线圈电压 220V	2
FR	热继电器	JR16-20/3	三相，20A、整定电流 8. 8A	1
SB	按钮	LA10-3H	保护式、500V、5A、复合按钮	3
XT1	端子排	JX2-1015	10A、15 节、380V	1

(2) 工具

电笔、螺丝刀、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、电工刀等。

(3) 仪表

ZC7（500V）型兆欧表、DT-9700 型钳形电流表，MF47 型万用表（或数字式万用表 DT9205）。

(4) 器材

1) 控制板一块（600mm× 500 mm× 20 mm）。

2) 导线规格：主电路采用 BV1. 5 mm²（红色、绿色、黄色）；控制电路采用 BV1mm²（黑色）；按钮线采用 BVR0.75 mm²（红色）；接地线采用 BVR1.5 mm²（黄绿双色）。

3) 紧固体和编码套管按实际需要发给。

四、电动机控制箱安装的步骤及工艺要求：

1. 绘制并读懂双重互锁正、反转电动机控制线路电路图，给线路元件编号，明确线路所用元件及作用。

2. 按表 3-1. 1 配置所用电器元件并检验型号及性能。

3. 在控制板上按布置图 3-1. 2 安装电器元件，并标注上醒目的文字符号。

4. 按接线图 3-1. 3 和样板图 3-1. 4 进行板前明线布线和套编码套管。

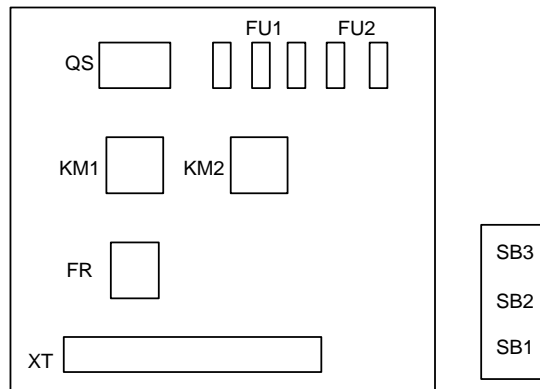


图 3-1. 2 双重联锁正、反转控制平面布置图

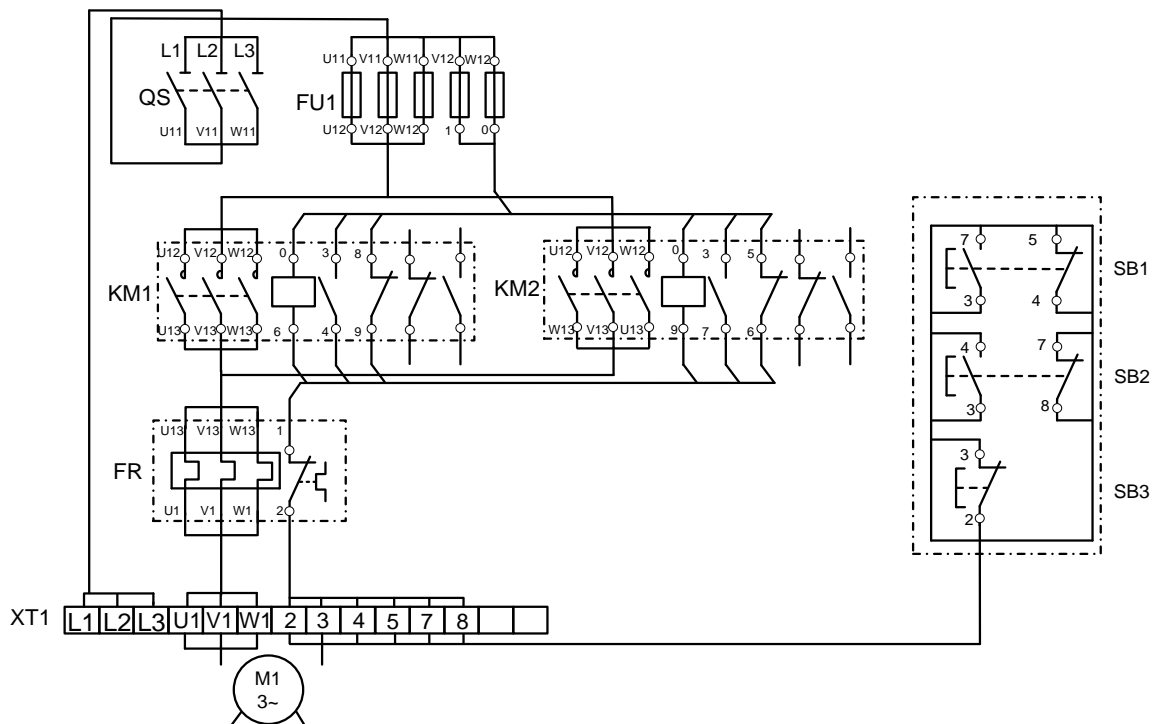


图 3-1. 4 双重联锁正、反转控制接线图

5. 根据电路图 3-1. 5 检查控制板布线的正确性。

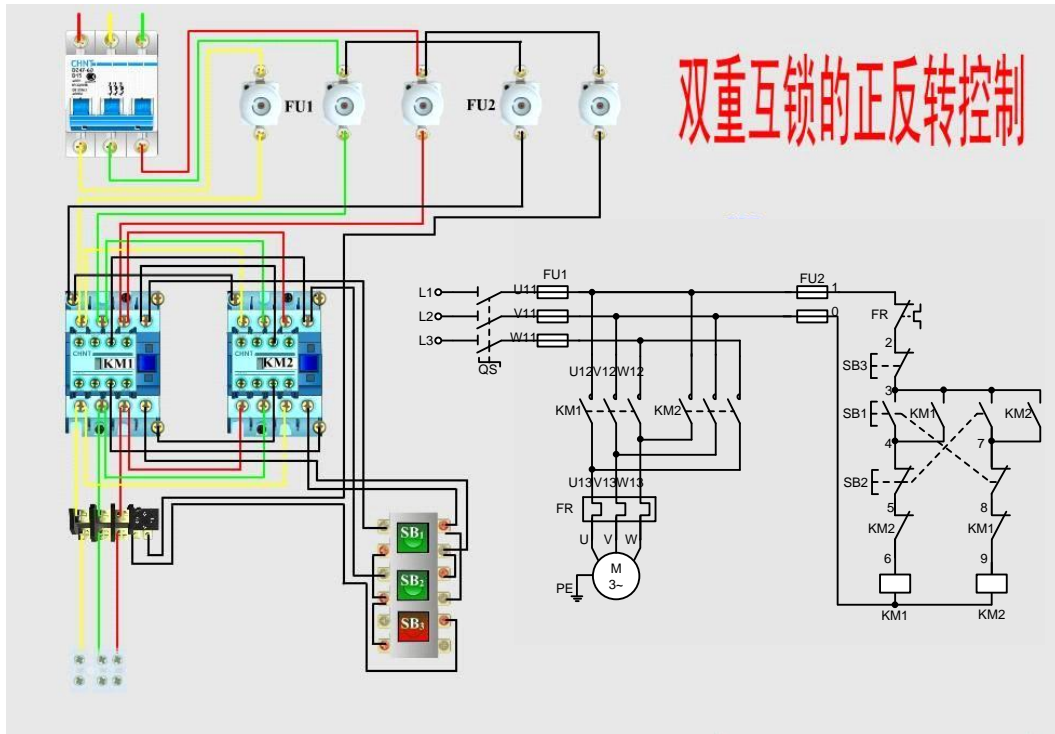


图 3-1. 5 双重联锁正、反转控制接线样板图

6. 安装电动机。
7. 连接电动机和按钮金属外壳的保护接地线。
8. 连接电源、电动机等控制板外部的导线。

表 3. 1. 2 I/O 地址分配表

输入设备		PLC 输入继电器	输出设备		PLC 输出继电器
代号	功能		代号	功能	
SB1	正转按钮	X001	KM1	正转接触器	Y001
SB2	反转按钮	X002	KM2	反转接触器	Y002
SB3	停止按钮	X003			

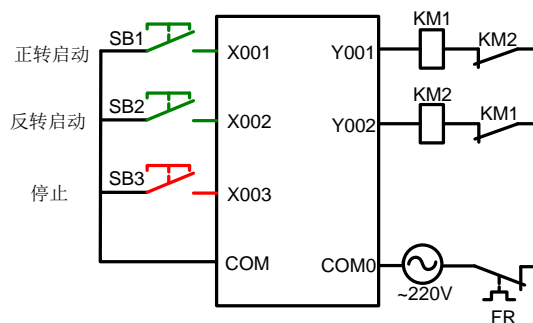


图 3-1. 6 PLC 接线图

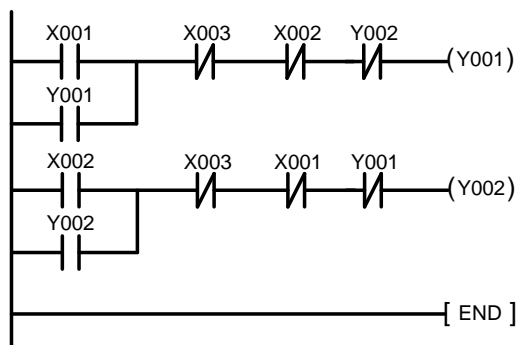


图 3-1. 7 梯形图

9. 自检。

(1) 主电路的检查。

1) 按查号法检查。重点检查交流接触器 KM1 和 KM2 之间的换相线，并用查线法逐线核对。检查主电路时，可以手动来代替受电线圈励磁吸合时的情况进行检查。

2) 万用表检查法。将万用表打到 $R \times 10$ 挡（调零），断开控制线路（断开 FU2），用表笔分别测 U11. V11. W11 之间的阻值为 ∞ ；按下 KM1 触点架，测得阻值应为电动机两相绕组直流电阻串联的阻值；松开 KM1 的触点架。按 KM2 触点架，测得同样结果；最后用表笔测 U11 和 W11 两端，按下 KM1 触点架，测得电动机两相绕组直流电阻串联的阻值，将 KM1 和 KM2 触点架同时按下，测得阻值为零，说明换相正确。

(2) 控制线路的检查。用查线号法对照原理和接线图分别检查按钮、自锁触点和联锁触点的布线；用万用表检查控制电路，连接 FU2，检查自锁触点、互锁触点、按钮、热继电器常闭触点、熔断器等的通断情况。

(3) 检查启动、停止和按钮控制。按下 SB2 测得 KM1 线圈的电阻值，同时按下 SB1，测得阻值为 ∞ 。同时按下 SB2 和 SB3 测得阻值为 ∞ ，松下 SB2，测得 KM2 线圈的阻值。

(4) 检查自锁、联锁控制。按下 KM1 触点架，测得 KM1 线圈的电阻值，同时按下 KM2 触点架，测得阻值为 ∞ 。反之，按下 KM2 触点架，测得 KM2 线圈阻值，同时按下 KM1 触点架，测得阻值为 ∞ 。

10. 通电试车。接电前必须征得教师同意，并由教师接通电源和现场监护。

做好线路板的安装检查后，按安全操作规定进行试运行，即一人操作，一人监护。

先合上 QS，检查三相电源。再确保电动机不接入的情况下，按 SB2，接触器 KM1 触点架吸合，按下 SB3 接触器 KM1 释放，KM2 触点架吸合。按下 SB1，接触器 KM2 释放。

断开 QS，接上电动机。再合上 QS，按下 SB2，电动机正转。按下 SB3，电动机反转。按下 SB1，电动机停转。

11. 注意事项。

- (1) 电动机必须安放平稳，以防止在可逆运转时产生滚动而引起事故，并将其金属外壳可靠接地。
- (2) 要注意主电路必须进行换相，否则，电动机只能进行单向运转。
- (3) 要特别注意接触器的联锁触点不能接错；否则将会造成主电路中二相电源短路事故。
- (4) 接线时，不能将正、反转接触器的自锁触点进行互换；否则只能进行点动控制。
- (5) 通电校验时，应先合上 QS，再检验 SB2（或 SB3）及 SB1 按钮的控制是否正常，并在按 SB2 后再按 SB3，观察有无联锁作用。
- (6) 应做到安全操作。

五、常见故障分析：

该电路故障发生率比较高。常见故障主要有以下几方面原因。

1. 接通电源后，按启动按钮（SB1 或 SB2），接触器吸合，但电动机不转且发出“嗡嗡”声响；或者虽能启动，但转速很慢。

分析：这种故障大多是主回路一相断线或电源缺相。

2. 控制电路时通时断，不起联锁作用。

分析：联锁触点接错，在正、反转控制回路中均用自身接触器的常闭触点做联锁触点。

3. 按下启动按钮，电路不动作。

分析：联锁触点用的是接触器常开辅助触点。

4. 电动机只能点动正转控制。

分析：自锁触点用的是另一接触器的常开辅助触点。

5. 按下 SB2，KM1 剧烈振动，启动时接触器“叭哒”就不吸了。

分析：联锁触点接到自身线圈的回路中。接触器吸合后常闭接点断开，接触器线圈断电释放，释放常闭接点又接通，接触器又吸合，接点又断开，所以会出现“叭哒”接触器不吸合的现象。

6. 在电机正转或反转时，按下 SB3 不能停车。

分析：原因可能是 SB3 失效。

7. 合上 QS 后，熔断器 FU2 马上熔断。

分析：原因可能是 KM1 或 KM2 线圈、触头短路。

8. 合上 QS 后，熔断器 FU1 马上熔断。

分析：原因可能是 KM1 或 KM2 短路，或电机相间短路，或正、反转主电路换相线接错。

9. 按下 SB1 后电机正常运行，再按下 SB2，FU1 马上熔断。

分析：原因是正、反转主电路换相线接错或 KM1、KM2 常闭辅助触头联锁不起作用。

10. 评分标准：

单位			姓名		
开始时间			结束时间		
项目	配分	评分标准及要求			扣分
元器件清点、测试	5	没清点、测试元器件完好性扣除此项分数			
工艺与布线	40	接线工艺	导线不平直、长短选择不恰当、损伤导线绝缘层、未贴板走线或导线交叉，每处扣 1 分		
		电气接触	接触不良，接点松动、每处扣 2 分		
		电器元件安装位置	电器元件位置选择不恰当，安装顺序错误每处扣 5 分		
		连接点处理	导线接头过长或过短每处扣 1 分		
		接线错误（含未接线）	一处扣 10 分		
		损坏电器元件	每损坏一个电器元件扣 5 分		
通电试车	30	试运行一次不成功	扣 10 分		
		试运行二次不成功	再扣 10 分		
		试运行三次不成功	再扣 10 分		
		不试车或试车不成功后再不试车	此项不得分		
时间	15	考试时间 20 分钟。规定最多可超时 5 分钟	超时前 2 分钟内（含 2 分钟）扣 5 分；再超时 2 分钟，扣 10 分，满 5 分钟后，不得继续操作，没有试车机会。凡在前 10 分钟内（不含 10 分钟），实验成功者奖励 10 分，再 5 分钟内实验成功者（不含 10 分钟）奖励 5 分，其它时间内试验成功不享受此项奖励。		
安全、文明规范	10	操作现场不整洁、工具器件摆放凌乱	每项扣 1 分		
		发生一般事故：	如带电操作、考试中有大声喧哗等影响考试进度的行为等每次扣 5 分		
		发生重大事故	本次技能考试总成绩以 0 分计		

备注		每一项最高扣分不应超过该项配分（除发生重大事故），最后总成绩不得超过 100 分	总成绩
监考人员		备注	

六、心得体会：

七、教师评语：

项目三 Z37 摇臂钻床控制线路

任务二 电动机位置控制线路的 PLC 改造

一、实训目的与要求

1. 通过对三相鼠笼式异步电动机位置控制线路的安装接线，掌握由电气原理图接成实际操作电路的方法。
2. 学会应用 PLC 对电动机位置控制线路进行改造。
3. 学会分析、排除电动机位置控制线路故障的方法。

二、实训内容

1. 掌握三相异步电动机位置控制电路的工作原理。
2. 通过对电动机控制箱线路的接线，掌握电动机控制箱安装的方法和工艺要求；
3. 检查电气元件、主电路、控制电路并根据检查结果或故障现象判断故障位置。
4. 掌握用 PLC 对电动机位置控制线路进行改造的方法。

三、电动机控制箱的安装与调试:

1. 工作原理图

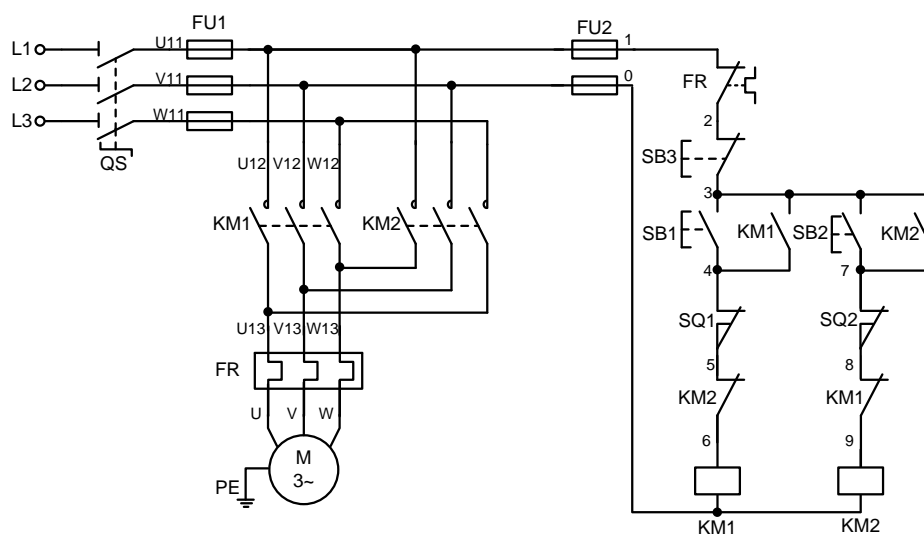


图 3-2. 1 位置控制线路工作原理图

2. 使用的主要工具、仪表及器材

(1) 电器元件（见表 1-2）。

表 3-2. 1 位置控制线路元件明细表

代号	名称	推荐型号	推荐规格	数量
M	三相异步电动机	DQ10	4kW、220V、 Δ 接法、8.8A、1420r/min	1
QS	组合开关	HZ10-25/3	三相、额定电流 25A	1
FU1	螺旋式熔断器	RL1-60/25	380V、60A、配熔体额定电流 25A	3
FU2	螺旋式熔断器	RL1-15/2	380V、1.5A、配熔体额定电流 2A	2
KM1	交流接触器	CJ10-20	20A、线圈电压 220V	1
FR	热继电器	JR16-20/3	三极，20A、整定电流 8.8A	1
SB	按钮	LA10-3H	保护式、500V、5A、按钮数 3. 复合按钮	3
XT1	端子排	JX2-1015	10A、15 节、380V	1

(2) 工具

电笔、螺丝刀、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、电工刀等。

(3) 仪表

ZC7（500V）型兆欧表、DT-9700 型钳形电流表，MF47 型万用表（或数字式万用表 DT9205）。

(4) 器材

1) 控制板一块（600mm× 500 mm× 20 mm）。

2) 导线规格：主电路采用 BV1.5 mm²（红色、绿色、黄色）；控制电路采用 BV1mm²（黑色）；按钮线采用 BVR0.75 mm²（红色）；接地线采用 BVR1.5 mm²（黄绿双色）。

3) 紧固体和编码套管按实际需要发给。

四、电动机控制箱安装的步骤及工艺要求：

1. 绘制并读懂电动机顺序启动控制线路电路图，给线路元件编号，明确线路所用元件及作用。
2. 按表 3-2. 1 配置所用电器元件并检验型号及性能。
3. 在控制板上按布置图 3-2. 2 安装电器元件，并标注上醒目的文字符号。
4. 按接线图 3-2. 3 和样板图 3-2. 4 进行板前明线布线和套编码套管。

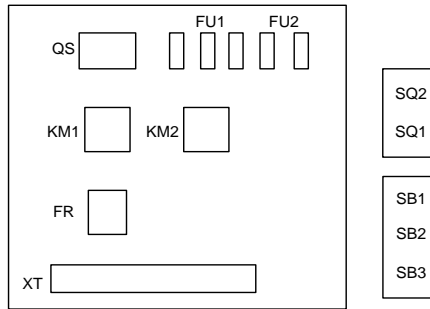


图 3-2. 2 位置控制线路平面布置图

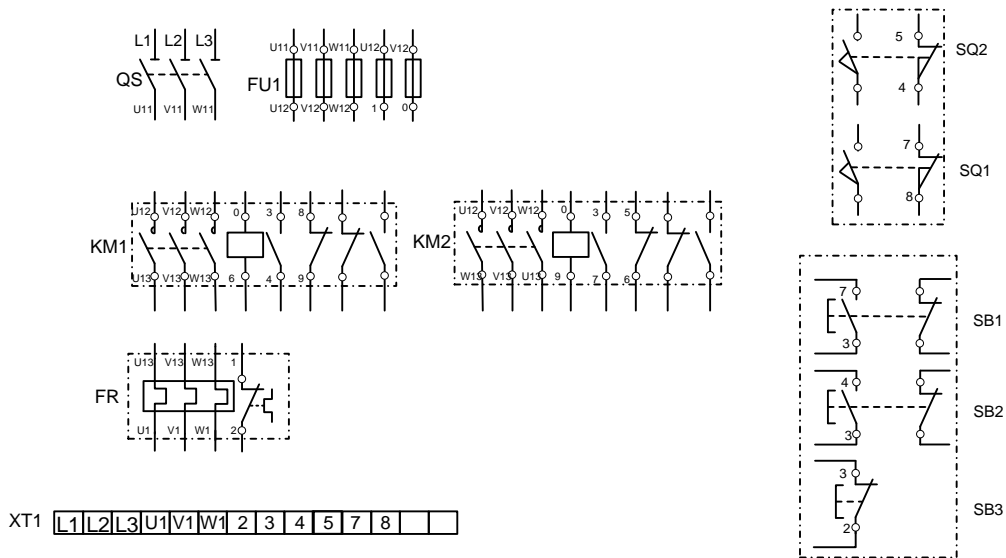


图 3-2. 3 位置控制线路接线图

5. 根据电路图 3-2. 3 检查控制板布线的正确性。
6. 安装电动机。
7. 连接电动机和按钮金属外壳的保护接地线。
8. 连接电源、电动机等控制板外部的导线。

表 3-2. 2 I/O 地址分配表

输入设备		PLC 输入 继电器	输出设备		PLC 输出 继电器
代号	功能		代号	功能	
SB1	M1 正转按钮	X001	KM1	M1 正转接触器	Y001
SB2	M1 反转按钮	X002	KM2	M1 反转接触器	Y002
SB3	停止	X003			
SQ1	正限位	X004			
SQ2	反限位	X005			

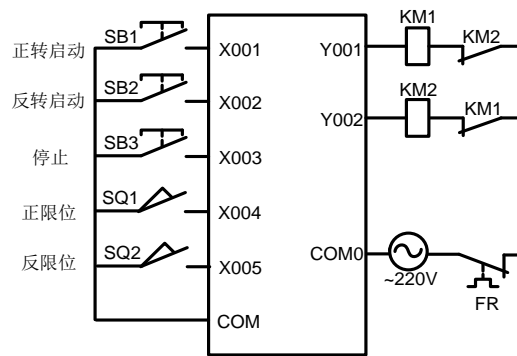


图 3-2. 4 位置控制线路 PLC 接线图

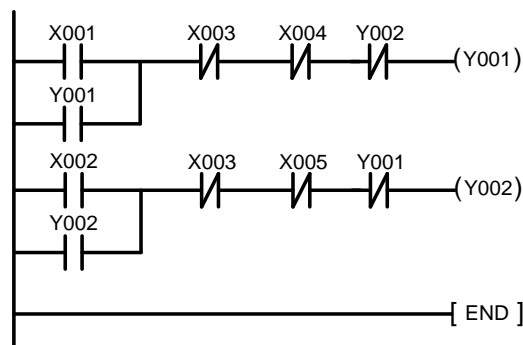


图 3-2. 5 位置控制线路 PLC 梯形图

9. 自检。

(1) 主电路的检查。

1) 按查号法检查。

2) 万用表检查法。

(2) 控制线路的检查。

(3) 检查启动、停止和按钮控制。

(4) 检查自锁控制。

10. 通电试车。接电前必须征得教师同意，并由教师接通电源和现场监护。

做好线路板的安装检查后，按安全操作规定进行试运行，即一人操作，一人监护。

11. 注意事项。

(1) 电动机必须安放平稳，以防止在可逆运转时产生滚动而引起事故，并将其金属外壳可靠接地。

(2) 通电校验时，应先合上 QS，再检验按钮的控制是否正常。

(3) 应做到安全操作。

五、常见故障分析：

常见故障主要有以下几方面原因。

1. 故障：自动往复运动走到头停住。

分析：原因可能是其中一个行程开关坏了，长闭开关保持长开状态。

2. 故障：自动往复运动自动不好用但手动好用。

分析：该运动的接触器自保触电损坏或该线松动故障。

3. 故障：自动往复不动作，开机跳闸。

分析：原因是电机故障，检查电机是否烧坏故障。

4. 故障：电路没电。

分析：开关跳闸，保险烧毁，检查有没有过载或烧毁的部件故障。

5. 故障：自动往复运动时走到一半就停了。

分析：往复运动的电机是否过载，热继电器是否电流过小故障。

6. 故障：往复运动到头之后不回头。

分析：往回走的接触器卡住了，或是烧毁了，早成接触器不动作故障。

7. 故障：往复运动碰到行程继续往前走。

分析：行程没动作，损坏或是位置不对。

8. 评分标准：

单位			姓名		
开始时间			结束时间		
项目	配 分	评分标准及要求			扣 分
元器件清点、测试	5	没清点、测试元器件完好性扣除此项分数			
工艺与布线	40	接线工艺	导线不平直、长短选择不恰当、损伤导线绝缘层、未贴板走线或导线交叉，每处扣 1 分		
		电气接触	接触不良，接点松动、每处扣 2 分		
		电器元件安装位置	电器元件位置选择不恰当，安装顺序错误每处扣 5 分		
		连接点处理	导线接头过长或过短每处扣 1 分		
		接线错误（含未接线）	一处扣 10 分		
		损坏电器元件	每损坏一个电器元件扣 5 分		

(续表)

项目	配分	评分标准及要求		扣分
通电试车	30	试运行一次不成功	扣 10 分	
		试运行二次不成功	再扣 10 分	
		试运行三次不成功	再扣 10 分	
		不试车或试车不成功 后不再试车	此项不得分	
时间	15	考试时间 20 分钟。规定最多可超时 5 分钟	超时前 2 分钟内 (含 2 分钟) 扣 5 分; 再超时 2 分钟, 扣 10 分, 满 5 分钟后, 不得继续操作, 没有试车机会。凡在前 10 分钟内 (不含 10 分钟), 实验成功者奖励 10 分, 再 5 分钟内实验成功者 (不含 10 分钟) 奖励 5 分, 其它时间内试验成功不享受此项奖励。	
安全、文明规范	10	操作现场不整洁、工具 器件摆放凌乱	每项扣 1 分	
		发生一般事故:	如带电操作、考试中有大声喧哗等影响考试进度的行为等每次扣 5 分	
		发生重大事故	本次技能考试总成绩以 0 分计	
备注		每一项最高扣分不应超过该项配分 (除发生重大事故), 最后总成绩不得超过 100 分	总成绩	
监考人员		备注		

六、心得体会：

七、教师评语：

项目三 Z37 摇臂钻床控制线路

任务三 Z37 摇臂钻床控制线路的 PLC 改造

一、实训目的与要求

1. 学会识读 Z37 摇臂钻床控制线路电气控制线路图,并能熟练的分析该电路的工作原理。
了解 Z37 型摇臂钻床的结构、运动形式及电力拖动的特点。
2. 通过对 Z37 摇臂钻床 PLC 改造控制线路的安装接线,掌握由电气原理图接成实际操作电路的方法。
3. 学会使用 PLC 对 Z37 摇臂钻床电气控制线路进行改造。
4. 学会分析、排除 Z37 摇臂钻床 PLC 改造控制线路故障的方法。

二、实训内容

1. 掌握 Z37 摇臂钻床控制线路电气控制线路的工作原理。
2. 通过对 Z37 摇臂钻床 PLC 改造控制线路的接线,掌握控制箱安装的方法和工艺要求;
3. 使用 PLC 对 Z37 摇臂钻床电气控制线路进行改造。
4. 掌握利用万用表检查电气元件、主电路、控制电路的方法并根据检查结果或故障现象判断故障位置。

三、Z37 摇臂钻床控制线路的工作原理分析

Z37 摇臂钻床主要由底座、内立柱、外立柱、摇臂、主轴箱、工作台等部分组成。内立柱固定在底座上,在它外面套着空心的外立柱,外立柱可绕着不动的内立柱回转 360° 。摇臂一端的套筒部分与外立柱滑动配合,借助于丝杠,摇臂可沿着外立柱上下移动,但两者不能作相对转动,因此摇臂与外立柱一起相对内立柱回转。

主轴箱是一个复合的部件,它包括主轴及主轴旋转和进给运动(轴向前进移动)的全部传动变速和操作机构。主轴箱安装于摇臂的水平导轨上,可通过手轮操作使它沿着摇臂上的水平导轨作径向移动。当需要钻削加工时,可利用夹紧机构将主轴箱紧固在摇臂导轨上,摇臂紧固在外立柱上,外立柱紧固在内立柱上,以保证加工时主轴不会移动,刀具也不会振动。

摇臂钻床的主运动是主轴带动钻头的旋转运动;进给运动是钻头的上下运动;辅助运动是指主轴箱沿摇臂水平移动、摇臂沿外立柱上下移动以及摇臂连同外立柱一起相对于内立柱的回转运动。

Z37 摇臂钻床控制线路的工作原理图如图 3-3. 1 所示。

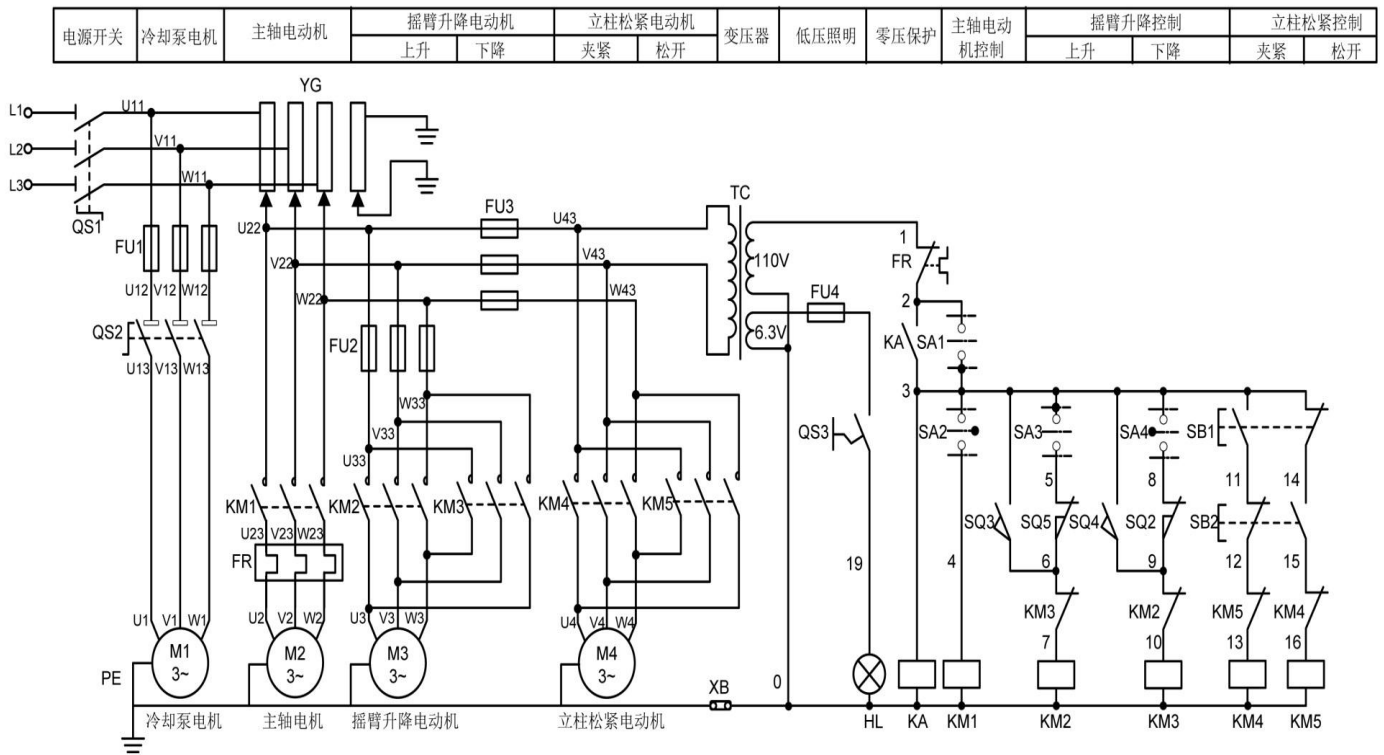


图 3-3. 1 Z37 摇臂钻床控制线路工作原理图

1. 电力拖动特点及控制要求

(1) 由于摇臂钻床的相对运动部件较多，故采用多台电动机拖动，以简化传动装置。主轴电动机 M2 承担钻削及进给任务，只要求单向旋转。主轴的正反转一般通过正反转摩擦离合器来实现，主轴转速和进刀量用变速机构调节。摇臂的升降和立柱的夹紧放松由电动机 M3 和 M4 拖动，要求双向旋转。冷却泵用电动机 M1 拖动。

(2) 钻床的各种工作状态都是通过十字开关 SA 操作的，为防止十字开关手柄停在任何工作位置时，因接通电源而产生误动作，本控制电路设有零压保护环节。

(3) 摇臂的升降要求有限位保护。

(4) 摇臂的夹紧与放松是由机械和电气联合控制。外立柱和主轴箱的夹紧与放松是由电动机配合液压装置来完成的。

(5) 钻削加工时，需要对刀具及工件进行冷却。由电动机 M1 拖动冷却泵输送冷却液。

2. 电气控制线路分析

(1) 主电路分析

Z37 摇臂钻床共有四台三相异步电动机，其中主轴电动机 M2 由接触器 KM1 控制，热继电器 KH 作过载保护，主轴的正反向控制是由双向片式摩擦离合器来实现的。摇臂升降电动机 M3 由接触器 KM2、KM3

控制，FU2 作短路保护。立柱松紧电动机 M4 由接触器 KM4 和 KM5 控制，FU3 作短路保护。冷却泵电动机 M1 是由组合开关 QS2 控制的，FU1 作短路保护。摇臂上的电气设备电源，是通过转换开关 QS1 及汇流环 YG 引入。

(2) 控制电路分析

合上电源开关 QS11，控制电路的电源由控制变压器 TC 提供 110v 电压。Z37 摇臂钻床控制电路采用十字开关 SA 操作，它有集中控制和操作方便等优点。十字开关由十字手柄和四个微动开关组成。根据工作需要，可将操作手柄分别扳在孔槽内五个不同位置上，即左、右、上、下和中间位置。手柄处在各个工作位置时的工作情况见表。为防止突然停电又恢复供电而造成的危险，电路设有零压保护环节。零压保护是由中间继电器 KA 和十字开关 SA 来实现的。

表 3-3. 1 十字开关 SA 操作说明

手柄位置	接通微动开关的触头	工作情况
中	均不通	控制电路断电不工作
左	SA (2-3)	KA 得电自锁，零压保护
右	SA (3-4)	KM1 获电，主轴旋转
上	SA (3-5)	KM2 获电，摇臂上升
下	SA (3-8)	KM3 获电，摇臂下降

(3) 照明电路分析

照明电路的电源也是由变压器 TC 将 380V 的交流电压降为 24V 安全电压来提供。照明灯 EL 由开关 QS3 控制，由熔断器 FU4 作短路保护。

PLC 对 Z37 摇臂钻床控制线路的改造

I/O 地址分配表

表 3-3. 2 I/O 地址分配表

输入设备		PLC 输入继电器	输出设备		PLC 输出继电器
代号	功能		代号	功能	
SB1	总起	X000	KM1	主轴电动机	Y000
SB2	总停	X001	KM2	摇臂上升	Y001
SB3	主轴电机启动	X002	KM3	摇臂下降	Y002
SB4	摇臂上升	X003	KM4	立柱夹紧	Y003
SB5	摇臂下降	X004	KM5	立柱松开	Y004

SB6	摇臂上升点动	X005	KM6	冷却泵	Y005
SB7	摇臂下降点动	X006	HL	照明灯	Y006
SB8	冷却泵电机启动	X007			
SB9	立柱夹紧	X010			
SB10	立柱松开	X011			
SQ1	上限位	X012			
SQ2	下限位	X013			
QS3	照明	X014			

2. 使用的主要工具、仪表及器材

(1) 电器元件 (见表 3-3. 3)。

表 3-3. 3 元件明细表

代号	名称	推荐型号	推荐规格	数量
M1	冷却泵电动机	JCB-22-2	0.125KW、2790r/min	1
M2	主轴电动机	Y132M-4	7.5KW、1440r/min	1
M3	摇臂升降电动机	Y100L2-4	3kw、1440 r/min	1
M4	立柱夹紧、松开电动机	Y802-4	0.75kw、1390 r/min	1

(续表)

代号	名称	推荐型号	推荐规格	数量
KM1	交流接触器	CJ10-20	20A、线圈电压 110V	1
KM2-KM5	交流接触器	CJ10-10	10A、线圈电压 110V	4
FU1. FU4	熔断器	RL1-15/2	15A、熔体 2A	4
FU2	熔断器	RL1-15/15	15A、熔体 15A	3
FU3	熔断器	RL1-15/5	15A、熔体 5A	3
QS1	组合开关	HZ2-25/3	25A	1
QS2	组合开关	HZ2-10/3	10A	1
FR	热继电器	JR36-20/3	整定电流 14. 1A	1
SQ1. SQ2	行程开关	LX5-11		2
SQ3	行程开关	LX5-11	1	
EL	照明灯	KZ 型	24V、40w	1

XT1	端子排	JX2-1015	10A、15 节、380V	1
SB	按钮	LA10-3H	保护式 500V、5A、复合按钮	10

(2) 工具

电笔、螺丝刀、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、电工刀等。

(3) 仪表

ZC7 (500V) 型兆欧表、DT-9700 型钳形电流表, MF47 型万用表 (或数字式万用表 DT9205)。4. 器材

1) 控制板一块 (600mm× 500 mm× 20 mm)。

2) 导线规格: 主电路采用 BV1.5 mm² (红色、绿色、黄色); 控制电路采用 BV1mm² (黑色); 按钮线采用 BVR0.75 mm² (红色); 接地线采用 BVR1.5 mm² (黄绿双色)。

3) 紧固体和编码套管按实际需要发给。

四、电动机控制箱安装的步骤及工艺要求：

1. 绘制并读懂电动机顺序启动控制线路电路图, 给线路元件编号, 明确线路所用元件及作用。
2. 按表 3-3. 3 配置所用电器元件并检验型号及性能。
3. 在控制板上按原理图 3-3. 1 安装电器元件, 并标注上醒目的文字符号。
4. 按 PLC 外部接线图 3-3. 2 进行板前明线布线和套编码套管。
5. 根据电路图 3-3. 2 检查控制板布线的正确性。
6. 安装电动机。
7. 连接电动机和按钮金属外壳的保护接地线。
8. 连接电源、电动机等控制板外部的导线。

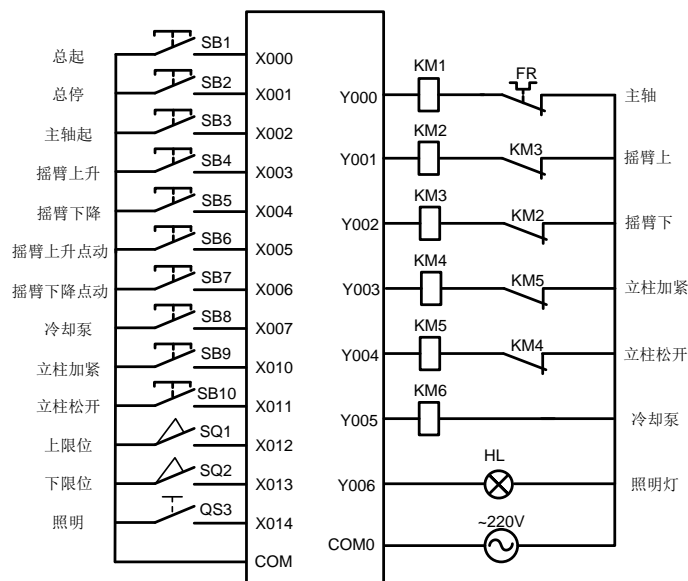


图 3-3. 2 PLC 外部接线图

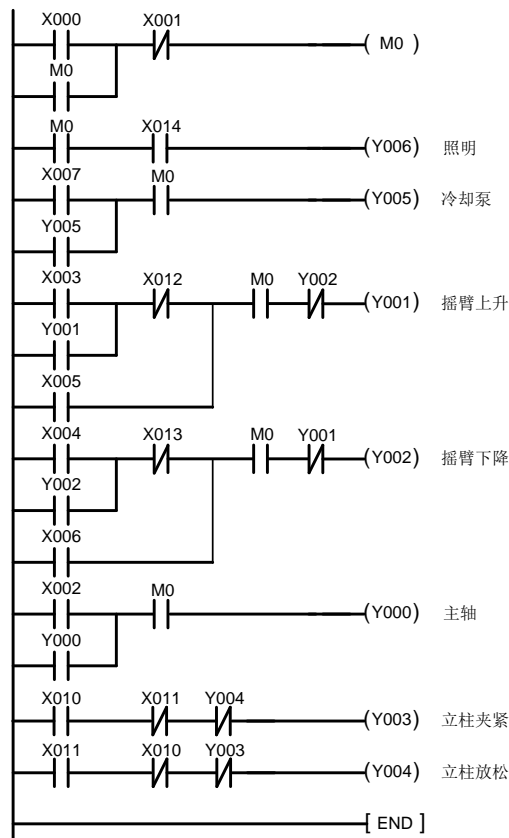


图 3-3. 3 梯形图

9. 自检。

(1) 主电路的检查。

1) 按查号法检查。

2) 万用表检查法。

(2) 控制线路的检查。

(3) 检查启动、停止和按钮控制。

(4) 检查自锁控制。10. 通电试车。接电前必须征得教师同意，并由教师接通电源和现场监护。

做好线路板的安装检查后，按安全操作规定进行试运行，即一人操作，一人监护。

10. 注意事项。

(1) 熟练掌握各个控制环节的原理及作用；

(2) 了解钻床的各种工作状态；

(3) 掌握钻床电器元件安装位置及走线情况；

(4) 检修时，不能改变升降电动机的电源相序，以免使摇臂升降反向，造成事故；

(5) 停电要验电，要有人监护；

(6) 实训完毕后注意清场。

五、常见故障分析：

常见故障主要有以下几方面原因。

1. 故障：主轴电动机 M2 不能启动

分析：电源开关 QS1、汇流环 YG 不正常。其次，接触器 KM1 的触头接触不是良。

2. 故障：电动机 M4 不能启动或不能停止

分析：接触器 KM4 和 KM5. 位置开关 SQ3 和组合开关 S2 的接线不良，有移位或熔焊。同时还要配合机械液压协调处理。

3. 评分标准：

单位		姓名		
开始时间		结束时间		
项目	配 分	评分标准及要求		扣分
元器件清点、测试	5	没清点、测试元器件完好性扣除此项分数		
工艺与布线	40	接线工艺	导线不平直、长短选择不恰当、损伤导线绝缘层、未贴板走线或导线交叉，每处扣 1 分	

(续表)

项目	配 分	评分标准及要求		扣分
工艺与布线		电气接触	接触不良，接点松动、每处扣 2 分	
		电器元件安装位置	电器元件位置选择不恰当，安装顺序错误每处扣 5 分	
		连接点处理	导线接头过长或过短每处扣 1 分	
		接线错误（含未接线）	一处扣 10 分	
		损坏电器元件	每损坏一个电器元件扣 5 分	
通电试车	30	试运行一次不成功	扣 10 分	
		试运行二次不成功	再扣 10 分	

		试运行三次不成功	再扣 10 分	
		不试车或试车不成功 后不再试车	此项不得分	
时间	15	考试时间 20 分钟。规定最多可超时 5 分钟	超超前 2 分钟内（含 2 分钟）扣 5 分；再超时 2 分钟，扣 10 分，满 5 分钟后，不得继续操作，没有试车机会。凡在前 10 分钟内（不含 10 分钟），实验成功者奖励 10 分，再 5 分钟内实验成功者（不含 10 分钟）奖励 5 分，其它时间内试验成功不享受此项奖励。	
安全、文明规范	10	操作现场不整洁、工具器件摆放凌乱	每项扣 1 分	
		发生一般事故：	如带电操作、考试中有大声喧哗等影响考试进度的行为等每次扣 5 分	
		发生重大事故	本次技能考试总成绩以 0 分计	
备注			每一项最高扣分不应超过该项配分（除发生重大事故），最后总成绩不得超过 100 分	总成绩
监考人员			备注	

六、心得体会：

七、教师评语：

项目四 T68 镗床控制线路

任务一 Y- Δ 降压起动控制线路的 PLC 改造

一、实训目的与要求

1. 掌握 Y- Δ 降压起动控制线路的工作原理。
2. 通过对三相鼠笼式异步电动机 Y- Δ 降压起动控制线路的安装接线，掌握由电气原理图接成实际操作电路的方法。
3. 学会应用 PLC 改造 Y- Δ 降压起动控制线路。
4. 学会分析、排除 Y- Δ 降压起动控制线路故障的方法。

二、实训内容

1. 掌握三相异步电动机 Y- Δ 降压起动控制线路的工作原理。
2. 通过对电动机 Y- Δ 降压起动控制线路的接线，掌握电动机控制箱安装的方法和工艺要求；
3. 应用 PLC 改造 Y- Δ 降压起动控制线路。
4. 掌握利用万用表检查电气元件、主电路、控制电路的方法并根据检查结果或故障现象判断故障位置。

三、电动机控制箱的安装与调试

1. 工作原理图：

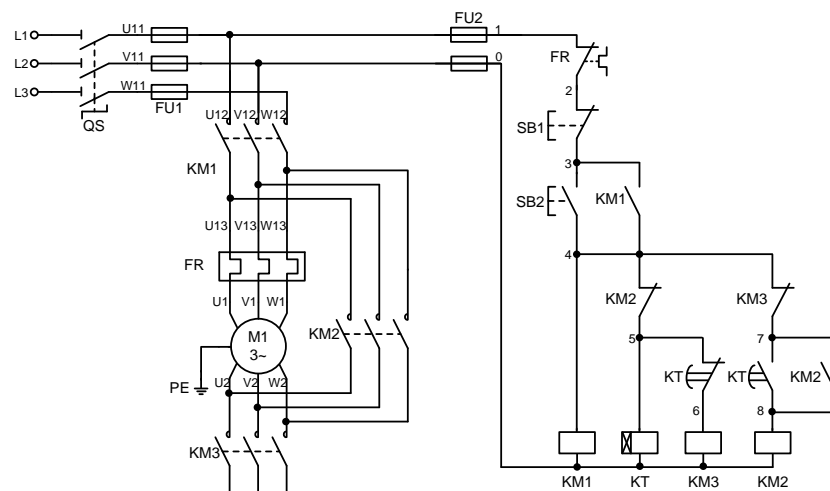


图 4-1.1 Y- Δ 降压起动控制线路电气原理图

2. 使用的主要工具、仪表及器材

(1) 电器元件（见表 4-1. 1）。

表 4-1. 1 元件明细表

代号	名称	推荐型号	推荐规格	数量
M	三相异步电动机	DQ10	4kW、220V、 Δ 接法、8. 8A、1420r/min	1
QS	组合开关	HZ10-25/3	三相、额定电流 25A	1
FU1	螺旋式熔断器	RL1-60/25	380V、60A、配熔体额定电流 25A	3
FU2	螺旋式熔断器	RL1-15/2	380V、1. 5A、配熔体额定电流 2A	2
KM	交流接触器	CJ10-20	20A、线圈电压 220V	3
FR	热继电器	JR16-20/3	三相，20A、整定电流 8. 8A	1
SB	按钮	LA10-3H	保护式、500V、5A、按钮数 3. 复合按钮	2
KT	时间继电器	ASY-2D	AC380V	1
XT1	端子排	JX2-1015	10A、15 节、380V	1

(2) 工具

电笔、螺丝刀、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、电工刀等。

(3) 仪表

ZC7（500V）型兆欧表、DT-9700 型钳形电流表，MF47 型万用表（或数字式万用表 DT9205）。

(4) 器材

1) 控制板一块（600mm× 500 mm× 20 mm）。

2) 导线规格：主电路采用 BV1. 5 mm²（红色、绿色、黄色）；控制电路采用 BV1mm²（黑色）；按钮线采用 BVR0. 75 mm²（红色）；接地线采用 BVR1. 5 mm²（黄绿双色）。

3) 紧固体和编码套管按实际需要发给。

四、电动机控制箱安装的步骤及工艺要求：

1. 检查所选电器元件的质量。
2. 在控制板上按图安装线槽和所有电器元件，并贴上醒目的文字符号。
3. 根据电路图进行接线并检查控制板内部布线的正确性。
4. 安装电动机。
5. 连接电动机和按钮金属外壳的保护接地线。
6. 连接电源、电动机等控制板的外部导线。
7. 自检。

8. 交验。交验合格后通电试车。

接电前必须征得教师同意，并由教师接通电源和现场监护。

做好线路板的安装检查后，按安全操作规定进行试运行，即一人操作，一人监护。

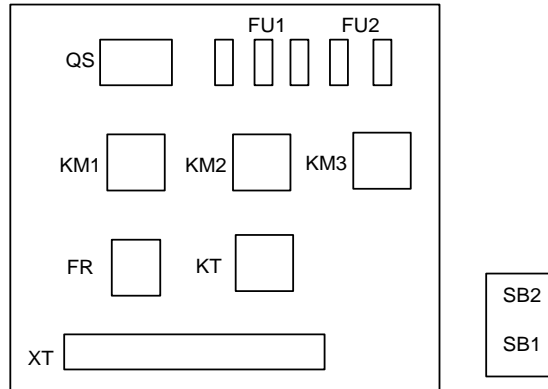


图 4-1. 2 Y-Δ降压起动控制线路平面布置图

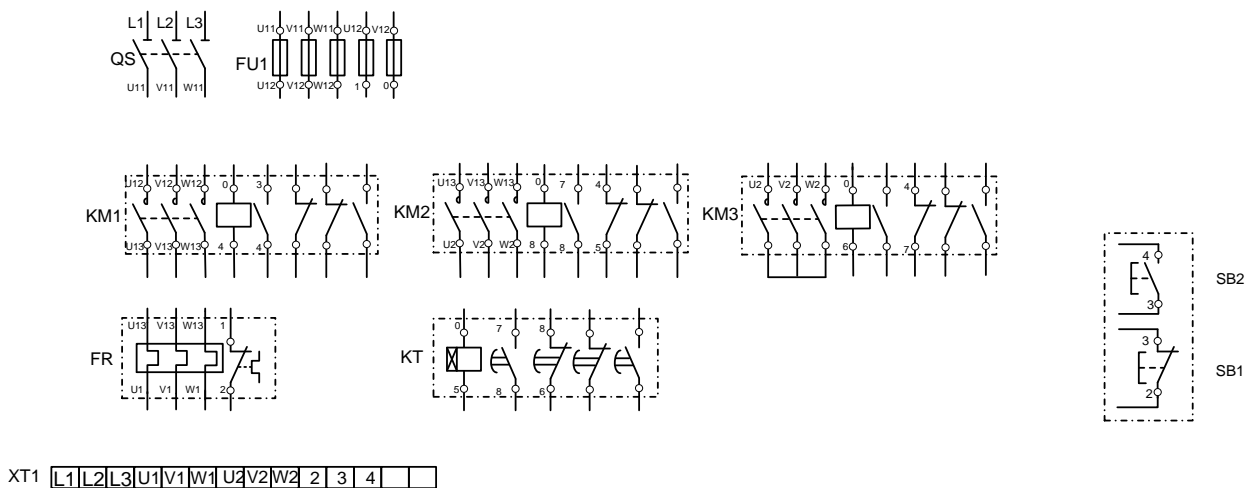


图 4-1. 3 Y-Δ降压起动控制线路接线图

表 4-1. 2 I/O 地址分配表

输入设备		PLC 输入继电器	输出设备		PLC 输出继电器
代号	功能		代号	功能	
SB1	启动	X001	KM1	KM1 线圈	Y001
SB2	停止	X002	KM2	星型启动	Y002
			KM3	三角形运行	Y003

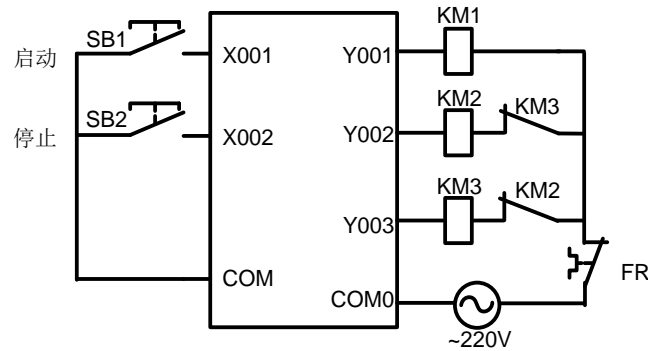


图 4-1. 4 PLC 外部接线图

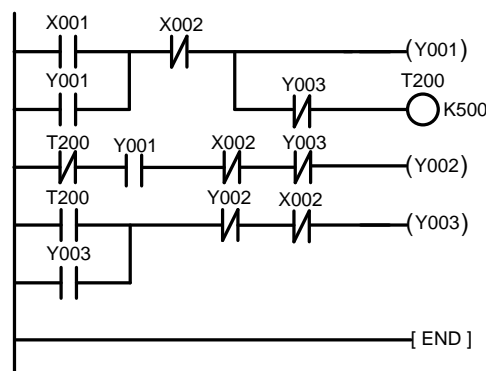


图 4-1. 5 梯形图

9. 注意事项。

(1) 用 Y- Δ 降压启动控制的电动机，必须有 6 个出线端子，且定子绕组在 Δ 形接法时的额定电压等于三相电源的线电压。

(2) 接线时，要保证电动机 Δ 接法的正确性。

(3) 接触器 KMY 的进线必须从三相定子绕组的末端引入，若误将其首端引入，则在 KMY 吸合时，会产生三相电源短路。

(4) 通电校验前，要再检查一下熔体及时间继电器、热继电器的各整定值是否符合要求。

(5) 通电试车时，必须有老师在现场监护，学生应根据电路的控制要求独立进行校验，若出现有故障时也应自行排除。

(6) 安装训练必须在规定的时间内完成。同时要做到安全操作和文明生产。

五、常见故障分析：

常见故障主要有以下几方面原因。

1. 故障：电路上电后，按下启动按钮，KT、KM1 不得电。

分析：进 KM1 主触头线没有接牢。

2. 故障：电路上电后，按下启动按钮，KT、KM1、KM3 吸合，但 Y- Δ 转化不成功。

分析：KT 线圈断。

3. 评分标准：

单位			姓名		
开始时间			结束时间		
项目	配 分	评分标准及要求			扣分
元器件清点、测试	5	没清点、测试元器件完好性扣除此项分数			
工艺与布线	40	接线工艺	导线不平直、长短选择不恰当、损伤导线绝缘层、未贴板走线或导线交叉，每处扣 1 分		
		电气接触	接触不良，接点松动、每处扣 2 分		
		电器元件安装位置	电器元件位置选择不恰当，安装顺序错误每处扣 5 分		
		连接点处理	导线接头过长或过短每处扣 1 分		
		接线错误（含未接线）	一处扣 10 分		
		损坏电器元件	每损坏一个电器元件扣 5 分		
通电试车	30	试运行一次不成功	扣 10 分		
		试运行二次不成功	再扣 10 分		
		试运行三次不成功	再扣 10 分		
		不试车或试车不成功 后不再试车	此项不得分		
时间	15	考试时间 20 分钟。规定最多可超时 5 分钟	超时前 2 分钟内（含 2 分钟）扣 5 分；再超时 2 分钟，扣 10 分，满 5 分钟后，不得继续操作，没有试车机会。凡在前 10 分钟内（不含 10 分钟），实验成功者奖励 10 分，再 5 分钟内实验成功者（不含 10 分钟）奖励 5 分，其它时间内试验成功不享受此项奖励。		
安全、文明规范	10	操作现场不整洁、工具 器件摆放凌乱	每项扣 1 分		
		发生一般事故：	如带电操作、考试中有大声喧哗等影响考试进度的行为等每次扣 5 分		
		发生重大事故	本次技能考试总成绩以 0 分计		
备注	每一项最高扣分不应超过该项配分（除发生重大事故），最后总成绩不得超过 100 分			总成绩	
监考人员				备注	

六、心得体会：

七、教师评语：

项目四 T68 镗床控制线路

任务二 自动往复的行程控制线路的 PLC 改造

一、实训目的与要求

1. 学习电动机自动往复行程控制线路的原理和控制规律。
2. 通过对工作台自动往返循环控制线路的实际安装接线、掌握由电气原理图变换成安装接线图的方法、掌握行程控制中行程开关的作用、以及在机床电路中的应用。
3. 学会应用 PLC 对异步电动机自动往复行程控制线路进行改造。
4. 学会分析、排除异步电动机自动往复行程控制线路故障的方法。

二、实训内容

1. 掌握三相异步电动机自动往复行程控制线路的工作原理。
2. 通过对电动机控制箱线路的接线，掌握电动机控制箱安装的方法和工艺要求；
3. 应用 PLC 对异步电动机自动往复行程控制线路进行改造。
4. 掌握利用万用表检查电气元件、主电路、控制电路的方法并根据检查结果或故障现象判断故障位置。

三、电动机控制箱的安装与调试

1. 工作原理图

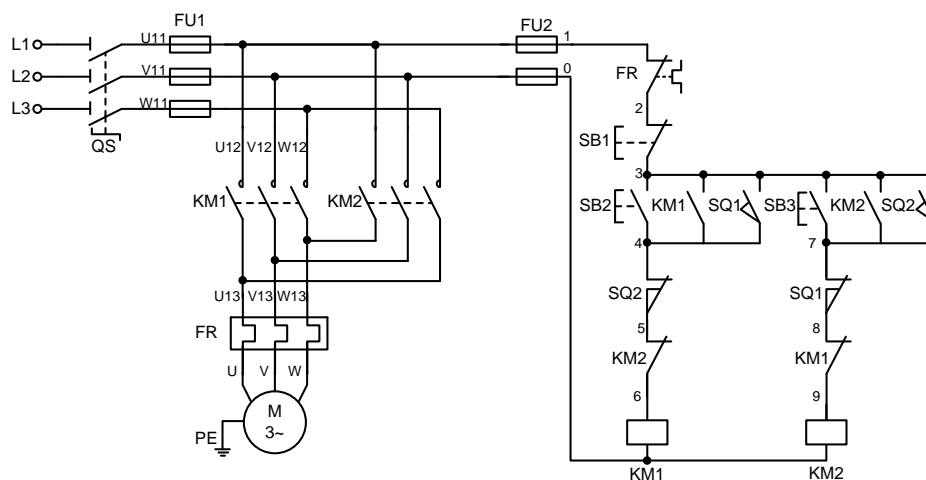


图 4-2.1 自动往复的行程控制线路电气原理图

2. 使用的主要工具、仪表及器材

(1) 电器元件（见表 4-2. 1）。

表 4-2. 1 元件明细表

代号	名称	推荐型号	推荐规格	数量
M	三相异步电动机	DQ10	4kW、220V、 Δ 接法、8. 8A、1420r/min	1
QS	组合开关	HZ10-25/3	三相、额定电流 25A	1
FU1	螺旋式熔断器	RL1-60/25	380V、60A、配熔体额定电流 25A	3
FU2	螺旋式熔断器	RL1-15/2	380V、1. 5A、配熔体额定电流 2A	2
KM	交流接触器	CJ10-20	20A、线圈电压 220V	2
FR	热继电器	JR16-20/3	三极，20A、整定电流 8. 8A	1
SB	按钮	LA10-3H	保护式、500V、5A、按钮数 3. 复合按钮	2
XT1	端子排	JX2-1015	10A、15 节、380V	1
SQ	行程开关	LX19-212		2

(2) 工具

电笔、螺丝刀、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、电工刀等。

(3) 仪表

ZC7（500V）型兆欧表、DT-9700 型钳形电流表，MF47 型万用表（或数字式万用表 DT9205）。

(4) 器材

1) 控制板一块（600mm× 500 mm× 20 mm）。

2) 导线规格：主电路采用 BV1. 5 mm²（红色、绿色、黄色）；控制电路采用 BV1mm²（黑色）；按钮线采用 BVR0. 75 mm²（红色）；接地线采用 BVR1. 5 mm²（黄绿双色）。

3) 紧固体和编码套管按实际需要发给。

四、电动机控制箱安装的步骤及工艺要求：

1. 绘制并读懂电动机顺序启动控制线路电路图，给线路元件编号，明确线路所用元件及作用。
2. 按表 4-2. 1 配置所用电器元件并检验型号及性能。
3. 在控制板上按布置图 4-2. 2 安装电器元件，并标注上醒目的文字符号。
4. 按接线图 4-2. 3 和样板图 4-2. 4 进行板前明线布线和套编码套管。

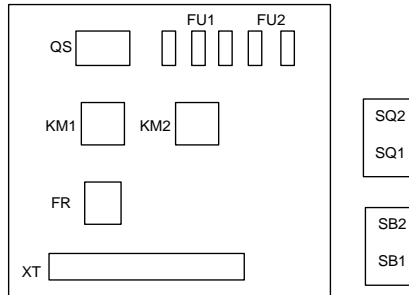


图 4-2. 2 自动往复的行程控制线路平面布置图

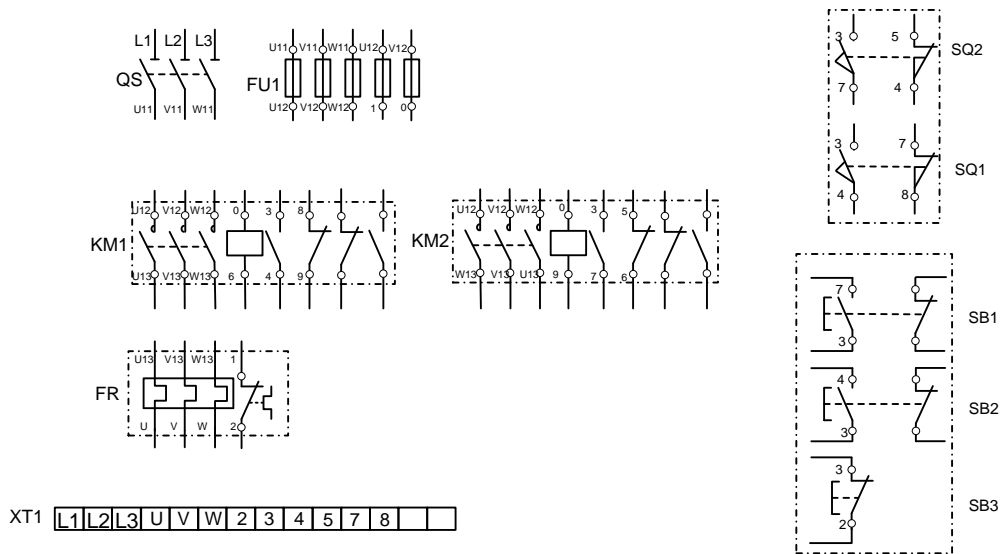


图 4-2. 3 自动往复的行程控制线路接线图

5. 根据电路图 4-2. 3 检查控制板布线的正确性。
6. 安装电动机。
7. 连接电动机和按钮金属外壳的保护接地线。
8. 连接电源、电动机等控制板外部的导线。

表 4. 2. 2 I/O 地址分配表

输入设备		PLC 输入 继电器	输出设备		PLC 输出 继电器
代号	功能		代号	功能	
SB1	M1 正转按钮	X001	KM1	M1 正转接触器	Y001
SB2	M1 反转按钮	X002	KM2	M1 反转接触器	Y002
SB3	停止	X003			
SQ1	正限位	X004			
SQ2	反限位	X005			

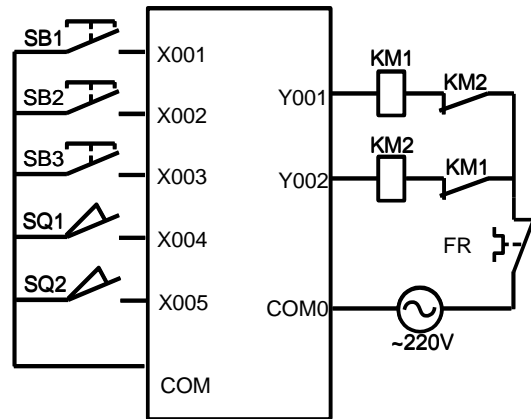


图 4-2. 4 PLC 外部接线图

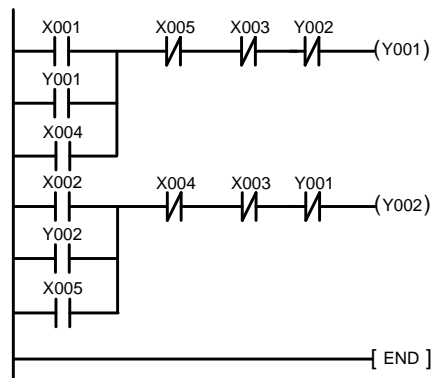


图 4-2. 5 梯形图

9. 自检。

(1) 主电路的检查。

1) 按查号法检查。

2) 万用表检查法。

(2) 控制线路的检查。

(3) 检查启动、停止和按钮控制。

(4) 检查自锁控制。按下 KM 触点架，测得 KM 线圈的电阻值。

10. 通电试车。接电前必须征得教师同意，并由教师接通电源和现场监护。

按下按钮 SB2，使电动机正转约十秒钟。用手按下按钮 SQ2，模拟工作台左进到终点，观察电动机应停止正转并变为反转。反转约半分钟，用手压下 SQ1，模拟工作台右进到终点，观察电动机应停止反转并变为正转。

做好线路板的安装检查后，按安全操作规定进行试运行，即一人操作，一人监护。

11. 注意事项。

- (1) 电动机必须安放平稳，以防止在可逆运转时产生滚动而引起事故，并将其金属外壳可靠接地。
- (2) 通电校验时，应先合上 QS，再检验 SB2 按钮的控制是否正常。
- (3) 应做到安全操作。

五、常见故障分析：

常见故障主要有以下几方面原因。

1. 故障：自动往复运动走到头不走了。

分析：一侧的行程开关坏了，长闭开关保持长开状态。

2. 故障：自动往复不动作，开机跳闸。

分析：控制该往复运动的电机故障，检查电机是否烧坏。

3. 故障：自动往复运动时走到一半就停了。

分析：往复运动的电机是否过载，热继电器是否电流过小。

4. 故障：往复运动到头之后不回头。

分析：往回走的接触器卡住了，或是烧毁了，早成接触器不动作故障。

5. 故障：往复运动碰到行程继续往前走分析。

分析：行程没动作，损坏或是位置不对。

6. 评分标准：

单位			姓名		
开始时间			结束时间		
项目	配 分	评分标准及要求			扣分
元器件清点、测试	5	没清点、测试元器件完好性扣除此项分数			
工艺与布线	40	接线工艺	导线不平直、长短选择不恰当、损伤导线绝缘层、未贴板走线或导线交叉，每处扣 1 分		
		电气接触	接触不良，接点松动、每处扣 2 分		
		电器元件安装位置	电器元件位置选择不恰当，安装顺序错误每处扣 5 分		
		连接点处理	导线接头过长或过短每处扣 1 分		
		接线错误（含未接线）	一处扣 10 分		
		损坏电器元件	每损坏一个电器元件扣 5 分		

(续表)

项目	配 分	评分标准及要求		扣分
通电试车	30	试运行一次不成功	扣 10 分	
		试运行二次不成功	再扣 10 分	
		试运行三次不成功	再扣 10 分	
		不试车或试车不成功后不再试车	此项不得分	
时间	15	考试时间 20 分钟。规定最多可超时 5 分钟	超时前 2 分钟内(含 2 分钟)扣 5 分;再超时 2 分钟,扣 10 分,满 5 分钟后,不得继续操作,没有试车机会。凡在前 10 分钟内(不含 10 分钟),实验成功者奖励 10 分,再 5 分钟内实验成功者(不含 10 分钟)奖励 5 分,其它时间内试验成功不享受此项奖励。	
安全、文明规范	10	操作现场不整洁、工具器件摆放凌乱	每项扣 1 分	
		发生一般事故:	如带电操作、考试中有大声喧哗等影响考试进度的行为等每次扣 5 分	
		发生重大事故	本次技能考试总成绩以 0 分计	
备注		每一项最高扣分不应超过该项配分(除发生重大事故),最后总成绩不得超过 100 分		总成绩
监考人员		备注		

六、心得体会：

七、教师评语：

项目四 T68 镗床控制线路

任务三 双速电动机控制线路的 PLC 改造

一、实训目的与要求

1. 掌握双速电动机控制线路的原理及双速电动机接线方法。
2. 通过对双速电动机控制线路的安装接线，掌握由电气原理图接成实际操作电路的方法。
3. 学会利用 PLC 对双速电动机控制线路进行改造。
4. 学会分析、排除双速电动机控制线路故障的方法。

二、实训内容

1. 掌握双速电动机控制线路的工作原理。
2. 通过对电动机控制箱线路的接线，掌握电动机控制箱安装的方法和工艺要求；
3. 利用 PLC 对双速电动机控制线路进行改造。
4. 掌握利用万用表检查电气元件、主电路、控制电路的方法并根据检查结果或故障现象判断故障位置。

三、电动机控制箱的安装与调试

1. 工作原理图

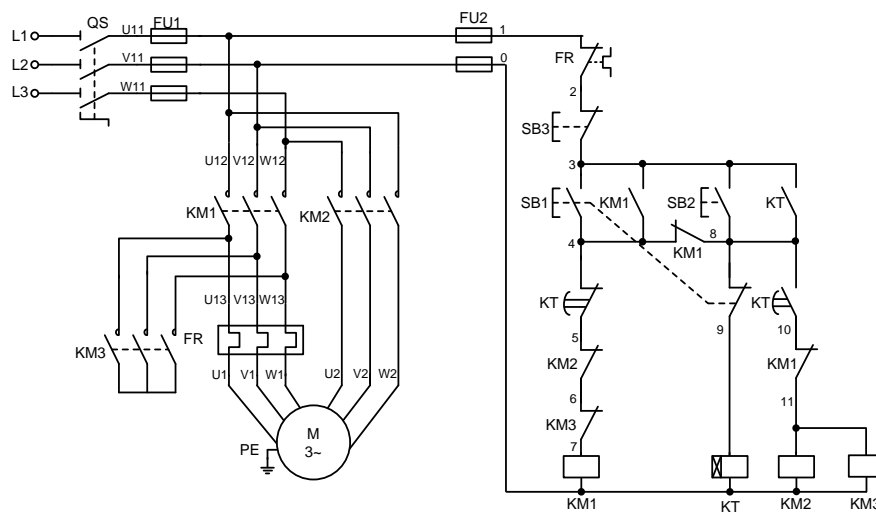


图 4-3.1 双速电动机控制线路电气原理图

2. 使用的主要工具、仪表及器材

(1) 电器元件（见表 4-3. 1）。

表 4-3. 1 元件明细表

代号	名称	推荐型号	推荐规格	数量
M	三相异步电动机	YD2-180L-8/6	AC380V/3P, △/YY, 1450rpm/2900rpm, 2.5KW/4.4KW。	1
QS	组合开关	HZ10-25/3	三相、额定电流 25A	1
FU1	螺旋式熔断器	RL1-60/25	380V、60A、配熔体额定电流 25A	3
FU2	螺旋式熔断器	RL1-15/2	380V、1.5A、配熔体额定电流 2A	2
KM	交流接触器	CJ10-20	20A、线圈电压 220V	3
FR	热继电器	JR16-20/3	三相, 20A、整定电流 8.8A	1
KT	时间继电器	ASY-2D	AC380V	1
SB	按钮	B2-BE102C	绿色	2
XT1	端子排	JX2-1015	10A、15 节、380V	1

(2) 工具

电笔、螺丝刀、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、电工刀等。

(3) 仪表

ZC7 (500V) 型兆欧表、DT-9700 型钳形电流表, MF47 型万用表 (或数字式万用表 DT9205)。

(4) 器材

1) 控制板一块 (600mm×500 mm×20 mm)。

2) 导线规格: 主电路采用 BV1.5 mm² (红色、绿色、黄色); 控制电路采用 BV1mm² (黑色); 按钮线采用 BVR0.75 mm² (红色); 接地线采用 BVR1.5 mm² (黄绿双色)。

3) 紧固体和编码套管按实际需要发给。

四、电动机控制箱安装的步骤及工艺要求：

1. 绘制并读懂电动机顺序启动控制线路电路图, 给线路元件编号, 明确线路所用元件及作用。
2. 按表 4-3. 1 配置所用电器元件并检验型号及性能。
3. 在控制板上按布置图 4-3. 2 安装电器元件, 并标注上醒目的文字符号。
4. 按接线图 4-3. 3 和样板图 4-3. 4 进行板前明线布线和套编码套管。

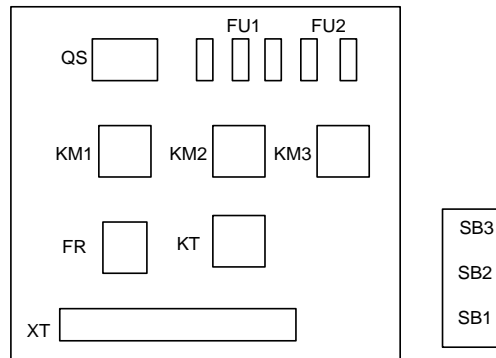


图 4-3. 2 顺序控制平面布置图

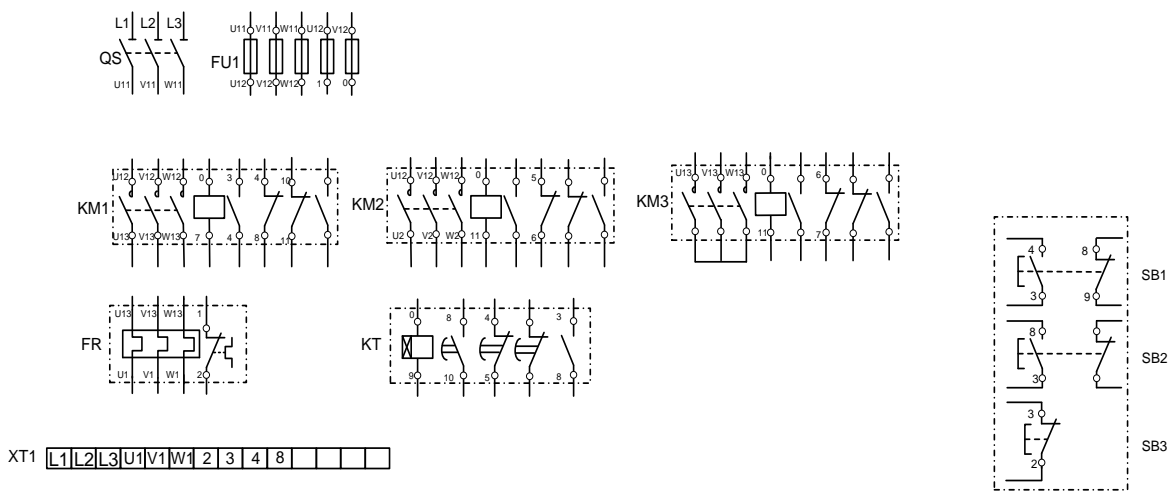


图 4. -3. 3 顺序控制接线图

5. 根据电路图 4-3. 3 检查控制板布线的正确性。
6. 安装电动机。
7. 连接电动机和按钮金属外壳的保护接地线。
8. 连接电源、电动机等控制板外部的导线。

表 4-3. 2 I/O 分配表

输入设备		PLC 输入继电器	输出设备		PLC 输出继电器
代号	功能		代号	功能	
SB1	低速启动按钮	X001	KM1	低速接触器	Y001
SB2	高速启动按钮	X002	KM2, KM3	高速接触器	Y002
SB3	停止	X003			

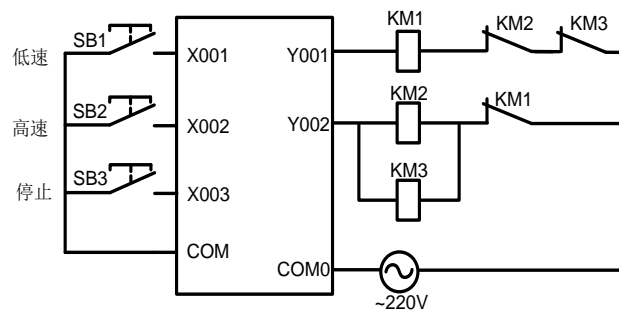


图 4-3. 4 PLC 外部接线图

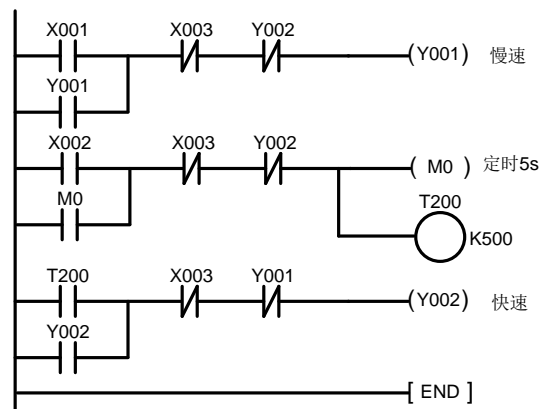


图 4-3. 5 梯形图

9. 自检。

(1) 主电路的检查。

1) 按查号法检查。

2) 万用表检查法。

(2) 控制线路的检查

(3) 检查启动、停止和按钮控制。

(4) 检查自锁控制。按下 KM 触点架，测得 KM 线圈的电阻值。

10. 通电试车。接电前必须征得教师同意，并由教师接通电源和现场监护。

做好线路板的安装检查后，按安全操作规定进行试运行，即一人操作，一人监护。

11. 注意事项。

(1) 电动机必须安放平稳，以防止在可逆运转时产生滚动而引起事故，并将其金属外壳可靠接地。

(2) 通电校验时，应先合上 QS，再检验 SB2 及 SB1（或 SB3）按钮的控制是否正常。

(3) 应做到安全操作。

五、常见故障分析：

1. 双速电动机的故障与普通电机一样，故障有缺相运行、过载、线圈烧坏、扫膛、开路、短路、匝间短路、漏电、轴承损坏等。其他低压电器的故障也同前面的任务相同。请同学们根据自己在实践中遇到的实际问题分析故障原因，并写在实训报告中。

(1) 故障：

分析：

(2) 故障：

分析：

2. 评分标准：

单位			姓名		
开始时间			结束时间		
项目	配 分	评分标准及要求			扣分
元器件清点、测试	5	没清点、测试元器件完好性扣除此项分数			
工艺与布线	40	接线工艺	导线不平直、长短选择不恰当、损伤导线绝缘层、未贴板走线或导线交叉，每处扣 1 分		
		电气接触	接触不良，接点松动、每处扣 2 分		
		电器元件安装位置	电器元件位置选择不恰当，安装顺序错误每处扣 5 分		
		连接点处理	导线接头过长或过短每处扣 1 分		
		接线错误（含未接线）	一处扣 10 分		
		损坏电器元件	每损坏一个电器元件扣 5 分		
通电试车	30	试运行一次不成功	扣 10 分		
		试运行二次不成功	再扣 10 分		
		试运行三次不成功	再扣 10 分		
		不试车或试车不成功后不再试车	此项不得分		
时间	15	考试时间 20 分钟。规定最多可超时 5 分钟	超时前 2 分钟内（含 2 分钟）扣 5 分；再超时 2 分钟，扣 10 分，满 5 分钟后，不得继续操作，没有试车机会。凡在前 10 分钟内（不含 10 分钟），实验成功者奖励 10 分，再 5 分钟内实验成功者（不含 10 分钟）奖励 5 分，其它时间内试验成功不享受此项奖励。		

(续表)

项目	配分	评分标准及要求		扣分
安全、文明规范	10	操作现场不整洁、工具 器件摆放凌乱	每项扣 1 分	
		发生一般事故	如带电操作、考试中有大声喧哗等影响考试 进度的行为等每次扣 5 分	
		发生重大事故	本次技能考试总成绩以 0 分计	
备注		每一项最高扣分不应超过该项配分 (除发生重大事故), 最后总成绩 不得超过 100 分	总成绩	
监考人员		备注		

六、心得体会：

七、教师评语：

项目四 T68 镗床控制线路

任务四 T68 镗床控制系统的 PLC 改造

一、实训目的与要求

1. 掌握 T68 镗床控制线路的工作原理。
2. 学习利用 PLC 对 T68 镗床进行电气改造。
3. 对 T68 镗床 PLC 改造线路的安装接线。
4. 学会分析、排除 T68 镗床控制线路故障的方法。

二、实训内容

1. 掌握 T68 镗床控制电路的工作原理。
2. 通过对电动机控制箱线路的接线，掌握电动机控制箱安装的方法和工艺要求；
3. 掌握利用万用表检查电气元件、主电路、控制电路的方法并根据检查结果或故障现象判断故障位置。

三、T68 镗床控制系统分析

镗床主要用于孔的精加工，可分为卧式镗床、落地镗床、坐标镗床和金钢镗床等。卧式镗床应用较多，它可以进行钻孔、镗孔、扩孔、铰孔及加工端平面等，使用一些附件后，还可以车削圆柱表面、螺纹，装上铣刀可以进行铣削。镗床在加工时，一般是将工件固定在工作台上，由镗杆或平旋盘（花盘）上固定的刀具进行加工。

- 1) 前立柱：固定地安装在床身的右端，在它的垂直导轨上装有可上下移动的主轴箱。
- 2) 主轴箱：其中装有主轴部件，主运动和进给运动变速传动机构以及操纵机构。
- 3) 后立柱：可沿着床身导轨横向移动，调整位置，它上面的镗杆支架可与主轴箱同步垂直移动。

如有需要，可将其从床身上卸下。

- 4) 要作台：由下溜板，上溜板和回转工作台三层组成。下溜板可沿床身顶面上的水平导轨作纵向移动，上溜板可沿下溜板顶部的导轨作横向移动，回转工作台可以上溜板的环形导轨上绕垂直轴线转位，能使要件在水平面内调整至一定角度位置，以便在一次安装中对互相平等或成一角度的孔与平面进行加工。

电源开关	总短路保护	主轴电动机		短路保护	快进电动机		控制电源	电源指示	照明	主轴		主轴、进给速度 变换控制	主轴点动和制动控制		主轴		快速移动控制	
		正转、低速、反转、高速			正转	反转				正转	反转		低速	高速	正转	反转		

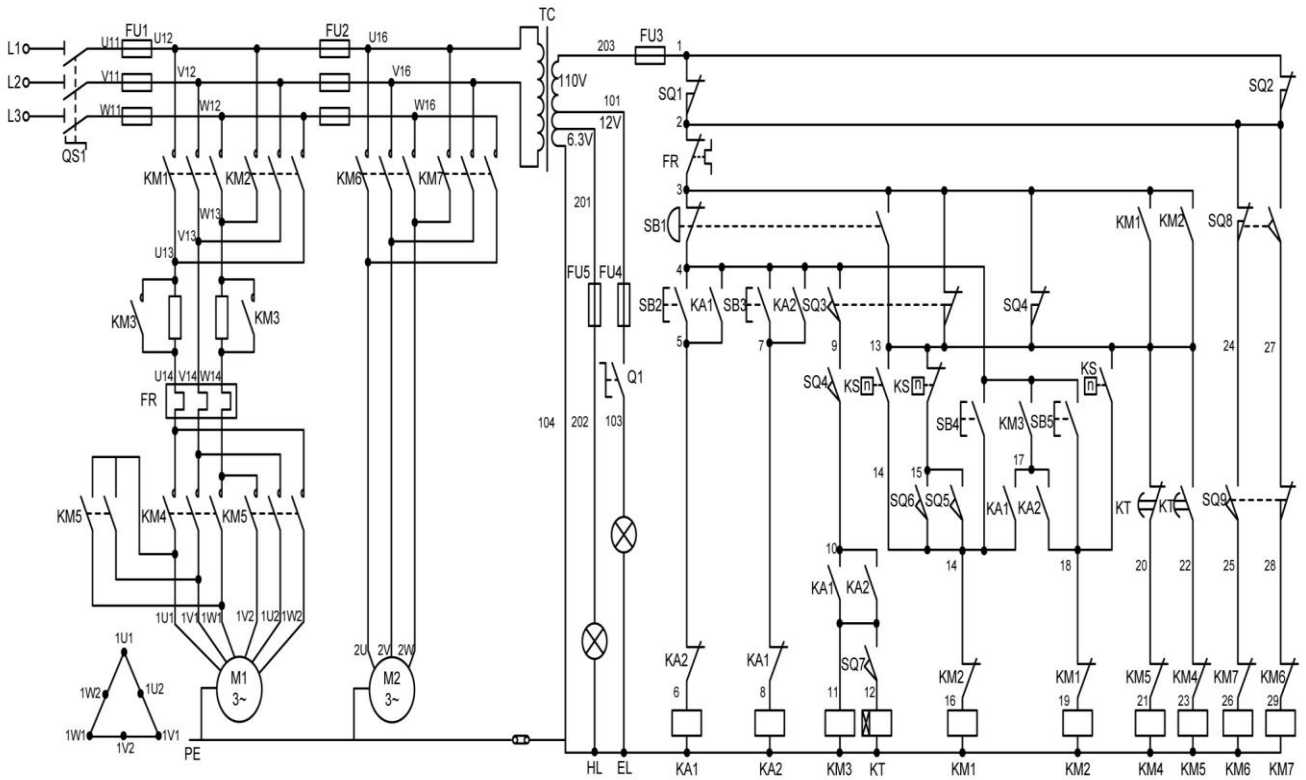


图 4-4. 1 T68 镗床电气原理图

卧式镗床加工时运动有：

1) 主运动：主轴的旋转与平旋盘的旋转运动。

2) 进给运动：主轴在主轴箱中的进出进给；平旋盘上刀具的径向进给；主轴箱的升降，即垂直进给；工作台的横向和纵向进给。这些进给运动都可以进行手动或机动。

3) 辅助运动：回转工作台的转动；主轴箱、工作台等的进给运动上的快速调位移动；后立柱的纵向调位移动；尾座的垂直调位移动。

1. T68 镗床电气原理图：

电气原理图如图 4-4. 1 所示。

T68 型卧式镗床运动对电气控制电路的要求：

- 1) 主运动与进给运动由一台双速电动机拖动，高低速可选择；
- 2) 主电动机要求正反转以及点动控制；
- 3) 主电动机应设有快速准确的停车环节；
- 4) 主轴变速应有变速冲动环节；

- 5) 快速移动电动机采用正反转点动控制方式;
- 6) 进给运动和工作台不平移动两者只能取一, 必须要有互锁。

2. T68 镗床电气原理分析

(一) 主电路

T68 卧式镗床电气控制线路有两台电动机: 一台是主轴电动机 M1, 作为主轴旋转及常速进给的动力, 同时还带动润滑油泵; 另一台为快速进给电动机 M2, 作为各进给运动的快速移动的动力。

M1 为双速电动机, 由接触器 KM4、KM5 控制: 低速时 KM4 吸合, M1 的定子绕组为三角形联结, $n_N=1460$ r/min; 高速时 KM5 吸合, KM5 为两只接触器并联使用, 定子绕组为双星形联结, $n_N=2880$ r/min。KM1、KM2 控制 M1 的正反转。KV 为与 M1 同轴的速度继电器, 在 M1 停车时, 由 KV 控制进行反接制动。为了限制起、制动电流和减小机械冲击, M1 在制动、点动及主轴和进给的变速冲动时串入了限流电阻器 R, 运行时由 KM3 短接。热继电器 FR 作 M1 的过载保护。

M2 为快速进给电动机, 由 KM6、KM7 控制正反转。由于 M2 是短时工作制, 所以不需要用热继电器进行过载保护。

QS 为电源引入开关, FU1 提供全电路的短路保护, FU2 提供 M2 及控制电路的短路保护。

(二) 控制电路

由控制变压器 TC 提供 110V 工作电压, FU3 提供变压器二次侧的短路保护。控制电路包括 KM1~KM7 七个交流接触器和 KA1、KA2 两个中间继电器, 以及时间继电器 KT 共十个电器的线圈支路, 该电路的主要功能是对主轴电动机 M1 进行控制。在起动 M1 之前, 首先要选择好主轴的转速和进给量 (在主轴和进给变速时, 与之相关的行程开关 SQ3~SQ6 的状态见表 7—1), 并且调整好主轴箱和工作台的位置 (在调整好行程开关 SQ1、SQ2 的动断触点 (1—2) 均处于闭合接通状态)。

1. M1 的正反转控制

SB2、SB3 分别为正、反转起动按钮, 下面以正转起动为例:

按下 SB2→KA1 线圈通电自锁→KA1 动合触点 (10—11) 闭合, KM3 线圈通电→KM3 主触点闭合短接电阻 R; KA1 另一对动合触点 (14—17) 闭合, 与闭合的 KM3 辅助动合触点 (4—17) 使 KM1 线圈通电→KM1 主触点闭合; KM1 动合辅助触点 (3—13) 闭合, KM4 通电, 电动机 M1 低速起动。

同理, 在反转起动运行时, 按下 SB3, 相继通电的电器为: KA2→KM3→KM2→KM4。

2. M1 的高速运行控制

若按上述起动控制, M1 为低速运行, 此时机床的主轴变速手柄置于“低速”位置, 微动开关 SQ7 不吸合, 由于 SQ7 动合触点 (11—12) 断开, 时间继电器 KT 线圈不通电。要使 M1 高速运行, 可将主轴变速手柄置于“高速”位置, SQ7 动作, 其动合触点 (11—12) 闭合, 这样在起动控制过程中 KT 与 KM3 同时通电吸合, 经过 3s 左右的延时后, KT 的动断触点 (13—20) 断开而动合触点 (13—22) 闭合, 使 KM4

线圈断电而 KM5 通电，M1 为 YY 联结高速运行。无论是当 M1 低速运行时还是在停车时，若将变速手柄由低速挡转至高速挡，M1 都是先低速起动或运行，再经 3s 左右的延时后自动转换至高速运行。

3. M1 的停车制动

M1 采用反接制动，KV 为与 M1 同轴的反接制动控制用的速度继电器，它在控制电路中有三对触点：动合触点（13—18）在 M1 正转时动作，另一对动合触点（13—14）在反转时闭合，还有一对动断触点（13—15）提供变速冲动控制。当 M1 的转速达到约 120 r/min 以上时，KV 的触点动作；当转速降至 40r/min 以下时，KV 的触点复位。下面以 M1 正转高速运行、按下停车按钮 SB1 停车制动为例进行分析：

按下 SB1→SB1 动断触点（3—4）先断开，先前得电的线圈 KA1、KM3、KT、KM1、KM5 相继断电→然后 SB1 动合触点（3—13）闭合，经 KV-1 使 KM2 线圈通电→KM4 通电 M1 D 形接法串电阻反接制动→电动机转速迅速下降至 KV 的复归值→KV-1 动合触点断开，KM2 断电→KM2 动合触点断开，KM4 断电，制动结束。

如果是 M1 反转时进行制动，则由 KV-2（13—14）闭合，控制 KM1、KM4 进行反接制动。

4. M1 的点动控制

SB4 和 SB5 分别为正反转点动控制按钮。当需要进行点动调整时，可按下 SB4（或 SB5），使 KM1 线圈（或 KM2 线圈）通电，KM4 线圈也随之通电，由于此时 KA1、KA2、KM3、KT 线圈都没有通电，所以 M1 串入电阻低速转动。当松开 SB4（或 SB5）时，由于没有自锁作用，所以 M1 为点动运行。

表 4-4. 1 主轴和进给变速行程开关 SQ3~SQ6 状态表

	相关行程开关的触点	①正常工作时	②变速时	③变速后手柄推不上时
主轴变速	SQ3（4—9）	+	-	-
	SQ3（3—13）	-	+	+
	SQ5（14—15）	-	-	+
	SQ4（9—10）	+	-	-
进给变速	SQ4（3—13）	-	+	+
	SQ6（14—15）	-	+	+

图中：+表示接通 -表示断开

5. 主轴的变速控制

主轴的各种转速是由变速操纵盘来调节变速传动系统而取得的。在主轴运转时，如果要变速，可不必停车。只要将主轴变速操纵盘的操作手柄拉出（如图 7—17 所示，将手柄拉至②的位置），与变速手柄有机械联系的行程开关 SQ3、SQ5 均复位（见表 7—1），此后的控制过程如下（以正转低速运行为例）：

将变速手柄拉出→SQ3 复位→SQ3 动合触点断开→KM3 和 KT 都断电→KM1 断电 KM4 断电，M1 断电后由于惯性继续旋转。

SQ3 动断触点 (3-13) 后闭合, 由于此时转速较高, 故 KV-1 动合触点为闭合状态→KM2 线圈通电→KM4 通电, 电动机 D 接法进行制动, 转速很快下降到 KV 的复位值→KV-1 动合触点断开, KM2. KM4 断电, 断开 M1 反向电源, 制动结束。

转动变速盘进行变速, 变速后将手柄推回→SQ3 动作→SQ3 动断触点 (3-13) 断开; 动合触点 (4-9) 闭合, KM1. KM3. KM4 重新通电, M1 重新起动。

由以上分析可知, 如果变速前主电动机处于停转状态, 那么变速后主电动机也处于停转状态。若变速前主电动机处于正向低速 (D 形联结) 状态运转, 由于中间继电器仍然保持通电状态, 变速后主电动机仍处于 D 形联结下运转。同样道理, 如果变速前电动机处于高速 (YY) 正转状态, 那么变速后, 主电动机仍先联结成 D 形, 再经 3s 左右的延时, 才进入 YY 联结高速运转状态。

6. 主轴的变速冲动

SQ5 为变速冲动行程开关, 在不进行变速时, SQ5 的动合触点 (14-15) 是断开的; 在变速时, 如果齿轮未啮合好, 变速手柄就合不上, 则 SQ5 被压合→SQ5 的动合触点 (14-15) 闭合→KM1 由 (13-15-14-16) 支路通电→KM4 线圈支路也通电→M1 低速串电阻起动→当 M1 的转速升至 120r/min 时→KV 动作, 其动断触点 (13-15) 断开→KM1、KM4 线圈支路断电→KV-1 动合触点闭合→KM2 通电→KM4 通电, M1 进行反接制动, 转速下降→当 M1 的转速降至 KV 复位值时, KV 复位, 其动合触点断开, M1 断开制动电源; 动断触点 (13-15) 又闭合→KM1、KM4 线圈支路再次通电→M1 转速再次上升……, 这样使 M1 的转速在 KV 复位值和动作值之间反复升降, 进行连续低速冲动, 直至齿轮啮合好以后, 方能将手柄推合至图 7-17 中①的位置, 使 SQ3 被压合, 而 SQ5 复位, 变速冲动才告结束。

7. 进给变速控制

与上述主轴变速控制的过程基本相同, 只是在进给变速控制时, 拉动的是进给变速手柄, 动作的行程开关是 SQ4 和 SQ6。

8. 快速移动电动机 M2 的控制

为缩短辅助时间, 提高生产效率, 由快速移动电动机 M2 经传动机构拖动镗头架和工作台作各种快速移动。运动部件及运动方向的预选由装在工作台前方的操作手柄进行, 而控制则是由镗头架的快速操作手柄进行。当扳动快速操作手柄时, 将压合行程开关 SQ8 或 SQ9, 接触器 KM6 或 KM7 通电, 实现 M2 快速正转或快速反转。电动机带动相应的传动机构拖动预选的运动部件快速移动。将快速移动手柄扳回原位时, 行程开关 SQ5 或 SQ6 不再受压, KM6 或 KM7 断电, 电动机 M2 停转, 快速移动结束。

9. 联锁保护

为了防止工作台及主轴箱与主轴同时进给, 将行程开关 SQ1 和 SQ2 的动断触点并联接在控制电路 (1-2) 中。当工作台及主轴箱进给手柄在进给位置时, SQ1 的触点断开; 而当主轴的进给手柄在进给位置时, SQ2 的触点断开。如果两个手柄都处在进给位置, 则 SQ1、SQ2 的触点都断开, 机床不能工作。

(三) 照明电路和指示灯电路

由变压器 TC 提供 24V 安全电压供给照明灯 EL, EL 的一端接地, SA 为灯开关, 由 FU4 提供照明电路的短路保护。XS 为 24V 电源插座。HL 为 6V 的电源指示灯。

1. 使用的主要工具、仪表及器材

(1) 电器元件 (见表 4-4. 2)。

表 4-4. 2 元件明细表

代号	名称	推荐型号	推荐规格	数量
M1	三相异步电动机	JJD02-51-214	7.5kW、2190/1440r/min	1
M2	电动机	J02-32-4	3kW、1430r/min	1
QS	组合开关	HZ10-25/3	三相、额定电流 25A	1
FU1	螺旋式熔断器	RL1-60/25	380V、60A、配熔体额定电流 25A	3
FU2	螺旋式熔断器	RL1-10	2A	4
KM1-5	交流接触器	CJ10-40	20A、线圈电压 220V	5
KM6-7	交流接触器	CJ10-10	20A、线圈电压 220V	2
FR	热继电器	JR16-20/3	三极, 20A、整定电流 8.8A	1
SB	按钮	LA10-3H	保护式、500V、5A、复合按钮	5
XT1	端子排	JX2-1015	10A、15 节、380V	1
XT2	端子排	JX2-1010	10A、10 节、380V	1

(2) 工具

电笔、螺丝刀、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、电工刀等。

(3) 仪表

ZC7 (500V) 型兆欧表、DT-9700 型钳形电流表, MF47 型万用表 (或数字式万用表 DT9205)。

(4) 器材

1) 控制板一块 (600mm× 500 mm× 20 mm)。

2) 导线规格: 主电路采用 BV1.5 mm² (红色、绿色、黄色); 控制电路采用 BV1mm² (黑色); 按钮线采用 BVR0.75 mm² (红色); 接地线采用 BVR1.5 mm² (黄绿双色)。

3) 紧固体和编码套管按实际需要发给。

四、电动机控制箱安装的步骤及工艺要求:

1. 绘制并读懂电动机顺序启动控制线路电路图, 给线路元件编号, 明确线路所用元件及作用。

2. 按表 4-4. 2 配置所用电器元件并检验型号及性能。

表 4-4. 3 I/O 分配表

输入设备		PLC 输入 继电器	输出设备		PLC 输出 继电器
代号	功能		代号	功能	
SB1	M1 正转按钮	X001	KM1	主轴电动机 M1 正转接触器	Y000
SB2	M1 反转按钮	X002	KM2	主轴电动机 M1 反转接触器	Y001
SB3	M1 正转点动按钮	X003	KM3	制动电阻 R 短接接触器	Y002
SB4	M1 反转点动按钮	X004	KM4	主轴电动机 M1 低速运转接触器	Y003
SB6	M1 停止按钮	X000	KM5	主轴电动机 M1 高速运转接触器	Y004
SQ	高低速转换行程开关	X005	KM6	快速移动电动机 M2 正转接触器	Y005
SQ1	主轴变速行程开关	X006	KM7	快速移动电动机 M2 反转接触器	Y006
SQ2	主轴变速行程开关	X007			
SQ3	进给变速行程开关	X010			
SQ4	进给变速行程开关	X011			
SQ5	工作台或主轴机动进给限位	X012			
SQ6	主轴或主轴箱机动进给限位	X013			
SQ7	快速电动机 M2 的正转限位	X014			
SQ8	快速电动机 M2 的反转限位	X015			
FR	M1 热继电器动合触点	X016			
KS1	速度继电器正转触点	X017			
KS2	速度继电器反转触点	X020			

3. 在控制板上按布置图 4-4. 2 安装电器元件，并标注上醒目的文字符号。
4. 按 PLC 外部接线图 4-4. 3 进行明线布线和套编码套管。
5. 检查控制板布线的正确性。
6. 安装电动机。
7. 连接电动机和按钮金属外壳的保护接地线。
8. 连接电源、电动机等控制板外部的导线。

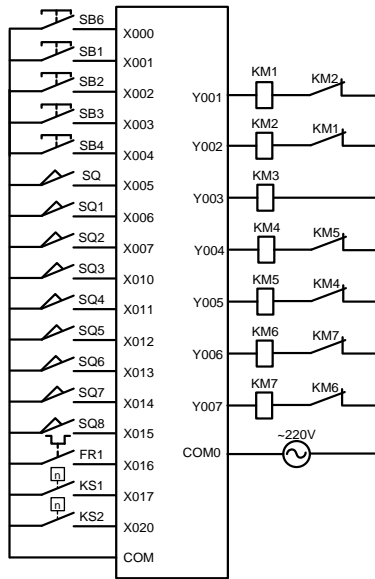


图 4-4. 2 外部接线图

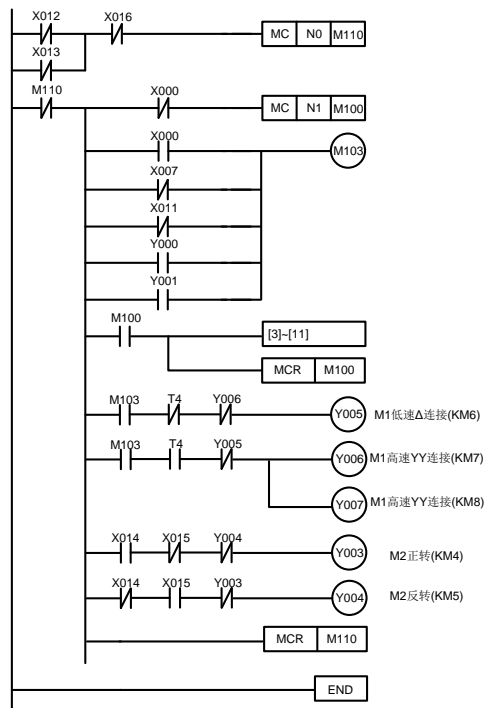


图 4-4. 3 梯形图【3】~【11】

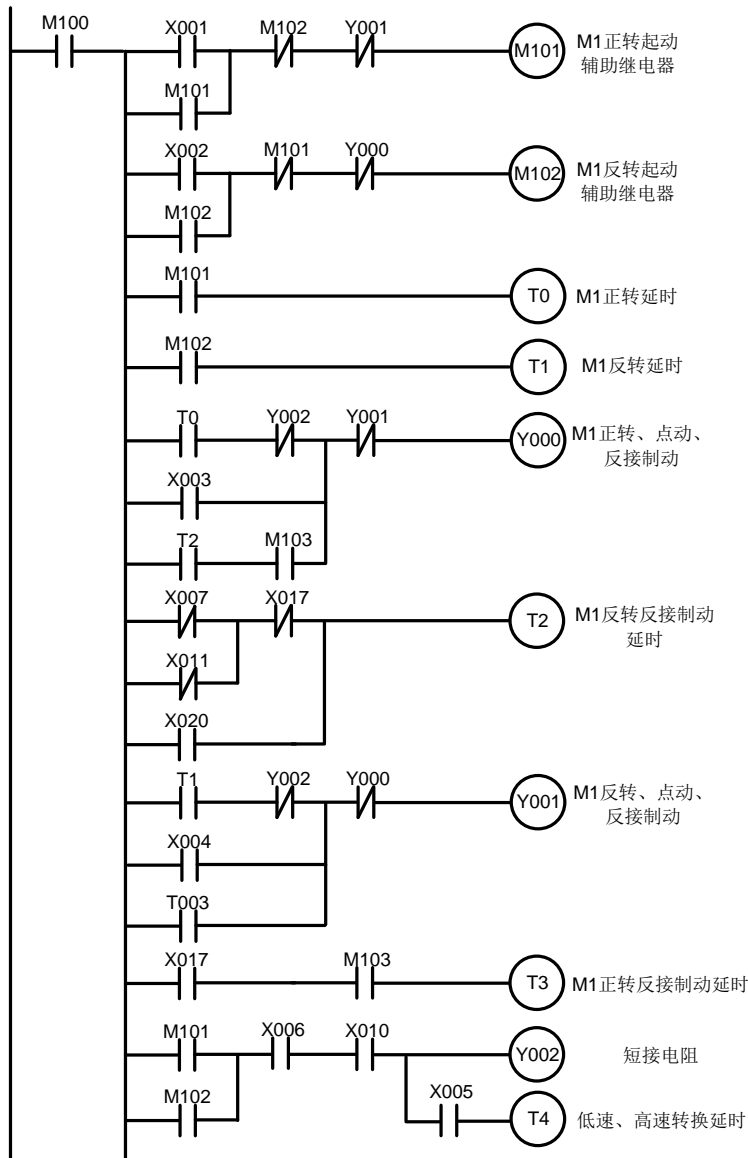


图 4-4. 4 PLC 图

9. 自检。

- (1) 主电路的检查。
- (2) 控制线路的检查。
- (3) 检查启动、停止和按钮控制。

10. 通电试车。接电前必须征得教师同意，并由教师接通电源和现场监护。

做好线路板的安装检查后，按安全操作规定进行试运行，即一人操作，一人监护。

11. 注意事项。

- (1) 电动机必须安放平稳
- (2) 通电校验时，应先合上 QS，再检验 SB2 及 SB1（或 SB3）按钮的控制是否正常。
- (3) 应做到安全操作。

五、常见故障分析：

1. 故障：主轴电动机 M1 不能启动。

分析：①熔断器 FU1. FU2. FU4 的其中一个有熔断。

②压合 SQ1. SQ2 动作。

③热继电器 FR 动作，使电动机不能启动。

2. 故障：只有高速档，没有低速档。

分析：①接触器 KM4 已损坏；

②接触器 KM5 动断触点损坏；

③时间继电器 KT 延时断开动断触点坏了；

④SQ 一直处于通的状态，只有高速。

3. 故障：只有低速档，没有高速档。

分析：①时间继电器 KT 不动作

②行程开关 SQ 安装的位置移动；

③SQ 一直处于断的状态；

④接触器 KM5 损坏；

⑤KM4 动断触点损坏。

4. 故障：主轴电动机 M1，进给电动机 M2 都不工作。

分析：①熔断器 FU1. FU2. FU4 的熔断。

②变压器 TC 损坏。

5. 故障：主轴电机不能点动工作。

分析：SB1 线至 SB4 或 SB5 线断路。

6. 故障：点动可以工作，直接操作 SB2. SB3 按钮不能启动

分析：接触器 KM3 线圈或动合辅助触点损坏。

7. 故障：进给电动机 M2 快速移动正常，主轴电动机 M1 不工作

分析：热继电器 FR 动断触点断开。

8. 故障：主轴电动机 M1 工作正常，进给电动机 M2 缺相

分析：①熔断器 FU2 中有一个熔体熔断。

②KM6. KM7 同时损坏造成缺相的现象不多见。

9. 故障：正向启动正常，反向无制动，且反向启动不正常。

分析：①故障在 KM1 动断触点或在 KM2 线圈。

②KM2 主触点接触不良。

③SR2 触点未闭合。

10. 故障：变速时，电动机不能停止。

分析：位置开关 SQ3 或 SQ4 动合触点短接。

11. 评分标准：

单位			姓名		
开始时间			结束时间		
项目	配 分	评分标准及要求			扣分
元器件清点、测试	5	没清点、测试元器件完好性扣除此项分数			
工艺与布线	40	接线工艺	导线不平直、长短选择不恰当、损伤导线绝缘层、未贴板走线或导线交叉，每处扣 1 分		
		电气接触	接触不良，接点松动、每处扣 2 分		
		电器元件安装位置	电器元件位置选择不恰当，安装顺序错误每处扣 5 分		
		连接点处理	导线接头过长或过短每处扣 1 分		
		接线错误（含未接线）	一处扣 10 分		
		损坏电器元件	每损坏一个电器元件扣 5 分		
通电试车	30	试运行一次不成功	扣 10 分		
		试运行二次不成功	再扣 10 分		
		试运行三次不成功	再扣 10 分		
		不试车或试车不成功后不再试车	此项不得分		
时间	15	考试时间 20 分钟。规定最多可超时 5 分钟	超时前 2 分钟内（含 2 分钟）扣 5 分；再超时 2 分钟，扣 10 分，满 5 分钟后，不得继续操作，没有试车机会。凡在前 10 分钟内（不含 10 分钟），实验成功者奖励 10 分，再 5 分钟内实验成功者（不含 10 分钟）奖励 5 分，其它时间内试验成功不享受此项奖励。		
安全、文明规范	10	操作现场不整洁、工具器件摆放凌乱	每项扣 1 分		
		发生一般事故：	如带电操作、考试中有大声喧哗等影响考试进度的行为等每次扣 5 分		
		发生重大事故	本次技能考试总成绩以 0 分计		
备注	每一项最高扣分不应超过该项配分（除发生重大事故），最后总成绩不得超过 100 分			总成绩	

监考人员		备注	
------	--	----	--

六、心得体会：

七、教师评语：

项目五 X62W 铣床控制线路

任务一 单向反接控制线路的 PLC 改造

一、实训目的与要求

1. 掌握速度继电器的结构、工作原理及在电路中的作用。
2. 掌握单向反接控制线路的工作原理及注意事项。
3. 了解制动电阻的作用及大小配置。
4. 通过对单向反接控制线路的安装接线，掌握由电气原理图接成实际操作电路的方法。
5. 学会使用 PLC 对单向反接控制线路进行改造。
6. 学会分析、排除单向反接控制线路故障的方法。

二、实训内容

1. 掌握单向反接控制线路的工作原理。
2. 通过对电动机控制箱线路的接线，掌握电动机控制箱安装的方法和工艺要求；
3. 使用 PLC 对单向反接控制线路进行改造。
4. 检查电气元件、主电路、控制电路并根据检查结果或故障现象判断故障位置。

三、电动机控制箱的安装与调试

1. 工作原理图：

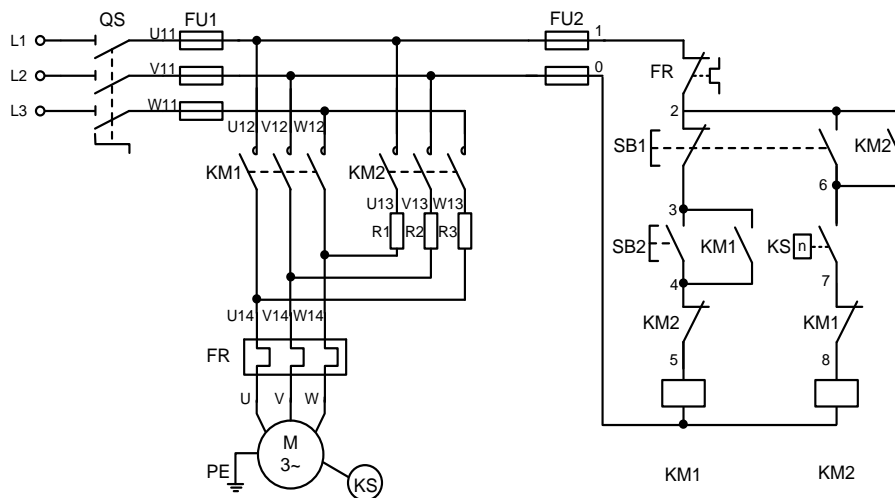


图 5-1. 1 单向反接控制线路电气原理图

2. 使用的主要工具、仪表及器材

(1) 电器元件（见表 5-1. 1）。

表 5-1. 1 元件明细表

代号	名称	推荐型号	推荐规格	数量
M	三相异步电动机	DQ10	4kW、220V、 Δ 接法、8. 8A、1420r/min	1
QS	组合开关	HZ10-25/3	三相、额定电流 25A	1
FU1	螺旋式熔断器	RL1-60/25	380V、60A、配熔体额定电流 25A	3
FU2	螺旋式熔断器	RL1-15/2	380V、1. 5A、配熔体额定电流 2A	2
KM	交流接触器	CJ10-20	20A、线圈电压 220V	2
FR	热继电器	JR16-20/3	三极，20A、整定电流 8. 8A	1
SB	按钮	LA10-3H	保护式、500V、5A、按钮数 3. 复合按钮	1
XT1	端子排	JX2-1015	10A、15 节、380V	1
KS	速度继电器	JFZO-1	300~1000r/min	1

(2) 工具

电笔、螺丝刀、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、电工刀等。

(3) 仪表

ZC7（500V）型兆欧表、DT-9700 型钳形电流表，MF47 型万用表（或数字式万用表 DT9205）。

(4) 器材

1) 控制板一块（600mm× 500 mm× 20 mm）。

2) 导线规格：主电路采用 BV1. 5 mm²（红色、绿色、黄色）；控制电路采用 BV1mm²（黑色）；按钮线采用 BVR0. 75 mm²（红色）；接地线采用 BVR1. 5 mm²（黄绿双色）。

3) 紧固体和编码套管按实际需要发给。

四、电动机控制箱安装的步骤及工艺要求：

1. 绘制并读懂电动机顺序启动控制线路电路图，给线路元件编号，明确线路所用元件及作用。
2. 按表 5-1. 1 配置所用电器元件并检验型号及性能。
3. 在控制板上按布置图 5-1. 2 安装电器元件，并标注上醒目的文字符号。
4. 进行板前明线布线和套编码套管。

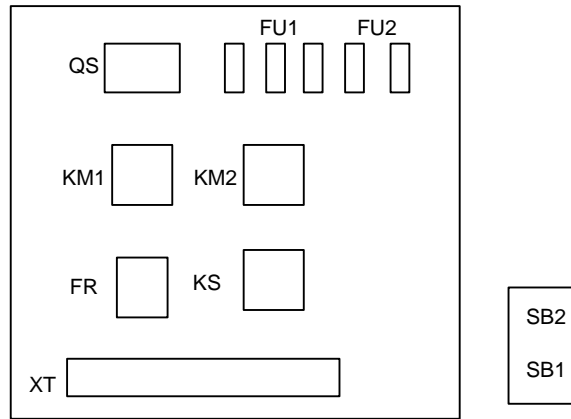


图 5-1. 2 单向反接控制线路平面布置图

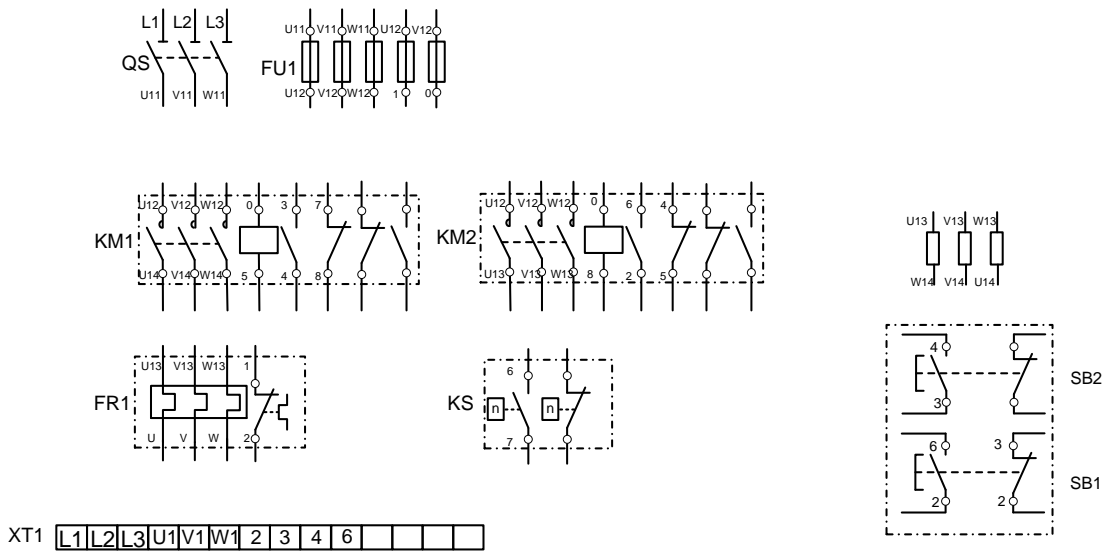


图 5-1. 3 单向反接控制线路接线图

5. 检查控制板布线的正确性。
6. 安装电动机。
7. 连接电动机和按钮金属外壳的保护接地线。
8. 连接电源、电动机等控制板外部的导线。

表 5-1. 2 I/O 分配表

输入设备		PLC 输入 继电器	输出设备		PLC 输出 继电器
代号	功能		代号	功能	
SB1	启动	X001	KM1	正转接触器	Y001
SB2	反接制动	X002	KM2	反接制动	Y002
KS	速度继电器	X003	KM3		

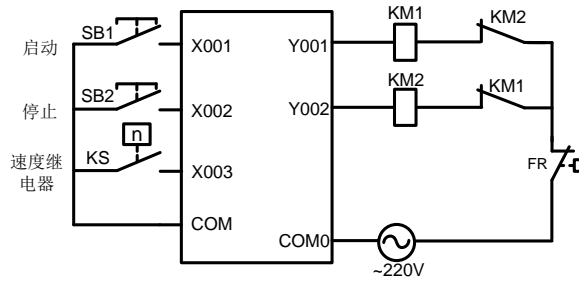


图 5-1. 4 PLC 外部接线图

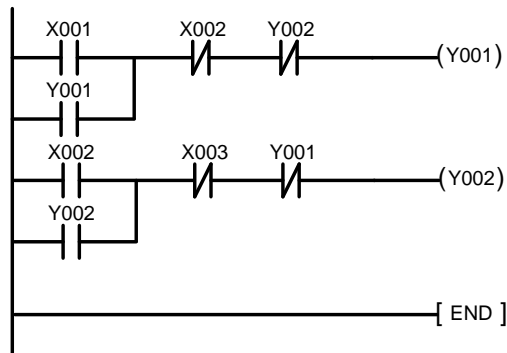


图 5-1. 5 梯形图

9. 自检。

(1) 主电路的检查。

1) 按查号法检查。

2) 万用表检查法。

(2) 控制线路的检查。

(3) 检查启动、停止和按钮控制。

(4) 检查自锁控制。

10. 通电试车。接电前必须征得教师同意，并由教师接通电源和现场监护。

做好线路板的安装检查后，按安全操作规定进行试运行，即一人操作，一人监护。

按停止按钮使电动机进入反接制动停车，注意观察电动机反接制动情况，用转速表观察电动机转速以及速度继电器动作时的转速。

11. 注意事项。

(1) 电动机必须安放平稳，以防止在可逆运转时产生滚动而引起事故，并将其金属外壳可靠接地。

(2) 一定要切实检查互锁线路是否正确。

(3) 通电校验时，应先合上 QS，再检验按钮的控制是否正常。

(4) 应做到安全操作。

五、常见故障分析：

常见故障主要有以下几方面原因。

1. 故障：电路上电后，按下启动按钮 SB2，接触器 KM1 不吸合，

分析：进 KM1 线圈的线没有接牢

2. 故障：按下停止按钮 SB1，KM2 不吸合

分析：进 KM2 线圈的线没有接牢

3. 故障：电路上电后，按下启动按钮，线圈 KM1 吸合，电动机不转动。

分析：进 KM1 主触头的线有两根以上没有接牢

实践中遇到的故障情况各不相同，请同学们根据自己实际操作时遇到的情况，具体分析故障原因并通过自己的分析和操作排除故障。并将故障及原因写到实训报告中。

4. 故障：

分析：

5. 故障：

分析：

6. 评分标准：

单位			姓名		
开始时间			结束时间		
项目	配 分	评分标准及要求			扣分
元器件清点、测试	5	没清点、测试元器件完好性扣除此项分数			
工艺与布线	40	接线工艺	导线不平直、长短选择不恰当、损伤导线绝缘层、未贴板走线或导线交叉，每处扣 1 分		
		电气接触	接触不良，接点松动、每处扣 2 分		
		电器元件安装位置	电器元件位置选择不恰当，安装顺序错误每处扣 5 分		
		连接点处理	导线接头过长或过短每处扣 1 分		
		接线错误（含未接线）	一处扣 10 分		
		损坏电器元件	每损坏一个电器元件扣 5 分		

(续表)

项目	配分	评分标准及要求		扣分
通电试车	30	试运行一次不成功	扣 10 分	
		试运行二次不成功	再扣 10 分	
		试运行三次不成功	再扣 10 分	
		不试车或试车不成功后不再试车	此项不得分	
时间	15	考试时间 20 分钟。规定最多可超时 5 分钟	超时前 2 分钟内 (含 2 分钟) 扣 5 分; 再超时 2 分钟, 扣 10 分, 满 5 分钟后, 不得继续操作, 没有试车机会。凡在前 10 分钟内 (不含 10 分钟), 实验成功者奖励 10 分, 再 5 分钟内实验成功者 (不含 10 分钟) 奖励 5 分, 其它时间内试验成功不享受此项奖励。	
安全、文明规范	10	操作现场不整洁、工具器件摆放凌乱	每项扣 1 分	
		发生一般事故:	如带电操作、考试中有大声喧哗等影响考试进度的行为等每次扣 5 分	
		发生重大事故	本次技能考试总成绩以 0 分计	
备注		每一项最高扣分不应超过该项配分 (除发生重大事故), 最后总成绩不得超过 100 分	总成绩	
监考人员		备注		

六、心得体会：

七、教师评语：

项目五 X62W 铣床控制线路

任务二 按时间原则控制的能耗制动控制线路的 PLC 改造

一、实训目的与要求

1. 掌握能耗制动的工作原理，并与反接制动进行对比分析。
2. 掌握按时间原则控制的能耗制动控制线路的原理。
3. 通过对按时间原则控制的能耗制动控制线路的安装接线。
4. 学会使用 PLC 对按时间原则控制的能耗制动控制线路进行改造。
5. 学会分析、排除按时间原则控制的能耗制动控制线路故障的方法。

二、实训内容

1. 掌握三相异步电动机按时间原则控制的能耗制动控制线路的工作原理。
2. 通过对电动机控制箱线路的接线，掌握电动机控制箱安装的方法和工艺要求；
3. 使用 PLC 对按时间原则控制的能耗制动控制线路进行改造。
4. 检查电气元件、主电路、控制电路并根据检查结果或故障现象判断故障位置。

三、电动机控制箱的安装与调试

1. 工作原理图

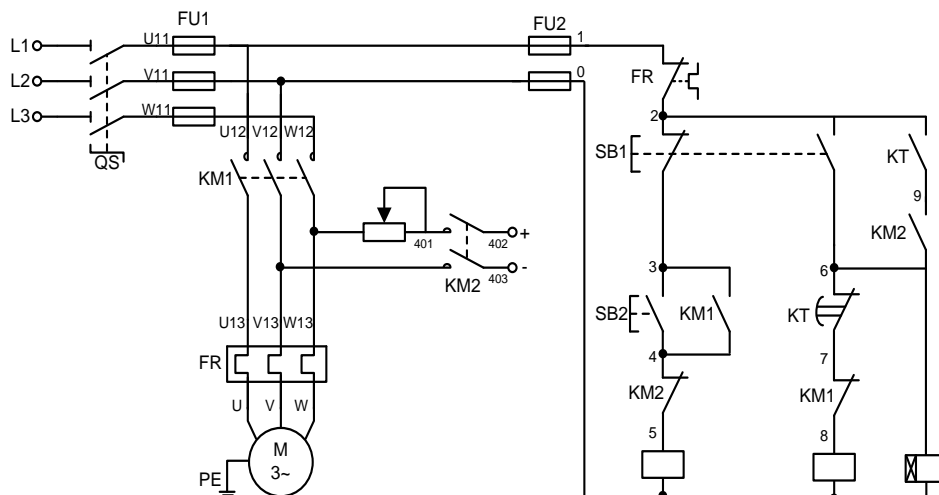


图 5-2.1 按时间原则控制的能耗制动电气原理图

2. 使用的主要工具、仪表及器材

(1) 电器元件（见表 5-2. 1）。

表 5-2. 1 元件明细表

代号	名称	推荐型号	推荐规格	数量
M	三相异步电动机	DQ10	4kW、220V、 Δ 接法、8. 8A、1420r/min	1
QS	组合开关	HZ10-25/3	三相、额定电流 25A	1
FU1	螺旋式熔断器	RL1-60/25	380V、60A、配熔体额定电流 25A	3
FU2	螺旋式熔断器	RL1-15/2	380V、1. 5A、配熔体额定电流 2A	2
KM1	交流接触器	CJ10-20	20A、线圈电压 220V	2
FR	热继电器	JR16-20/3	三极，20A、整定电流 8. 8A	1
SB	按钮	LA10-3H	保护式、500V、5A、按钮数 3. 复合按钮	2
XT1	端子排	JX2-1015	10A、15 节、380V	1
KT	时间继电器	ASY-2D	AC380V	1

(2) 工具

电笔、螺丝刀、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、电工刀等。

(3) 仪表

ZC7（500V）型兆欧表、DT-9700 型钳形电流表，MF47 型万用表（或数字式万用表 DT9205）。

(4) 器材

1) 控制板一块（600mm× 500 mm× 20 mm）。

2) 导线规格：主电路采用 BV1. 5 mm²（红色、绿色、黄色）；控制电路采用 BV1mm²（黑色）；按钮线采用 BVR0. 75 mm²（红色）；接地线采用 BVR1. 5 mm²（黄绿双色）。

3) 紧固体和编码套管按实际需要发给。

四、电动机控制箱安装的步骤及工艺要求：

1. 绘制并读懂电动机顺序启动控制线路电路图，给线路元件编号，明确线路所用元件及作用。

2. 按表 5-2. 1 配置所用电器元件并检验型号及性能。

在控制板上按布置图 5-2. 2 安装电器元件，并标注上醒目的文字符号。

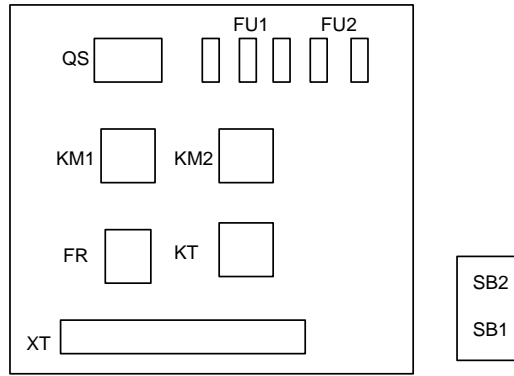


图 5-2. 2 按时间原则控制的能耗制动位置图

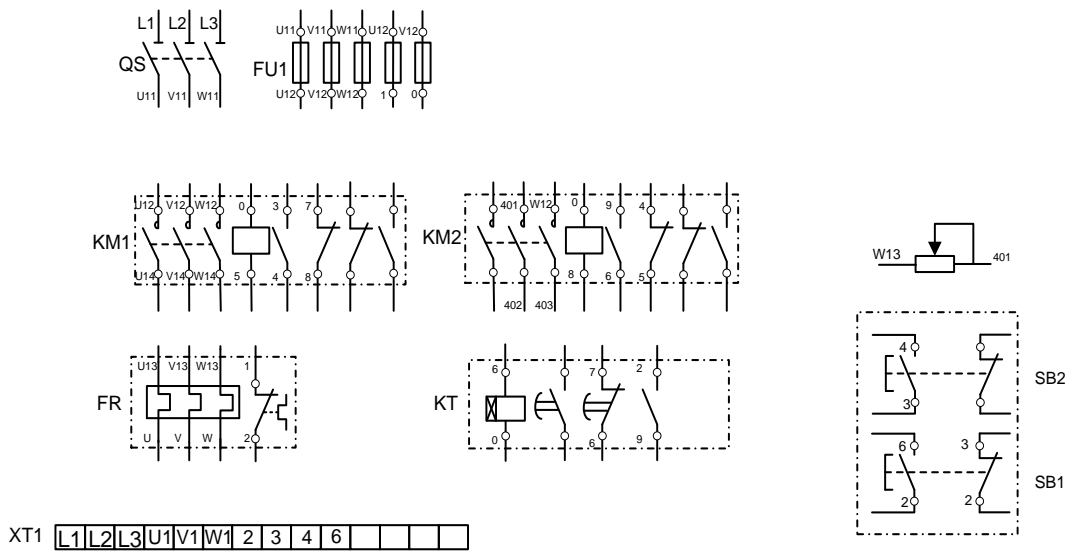


图 5-2. 3 按时间原则控制的能耗制动接线图

4. 进行板前明线布线和套编码套管。
5. 检查控制板布线的正确性。
6. 安装电动机。
7. 连接电动机和按钮金属外壳的保护接地线。
8. 连接电源、电动机等控制板外部的导线。

表 5-2. 2 I/O 分配表

输入设备		PLC 输入继 电器	输出设备		PLC 输出继 电器
代号	功能		代号	功能	
SB1	启动按钮	X001	KM1	正转接触器	Y001
SB2	停止按钮	X002	KM2	能耗制动	Y002

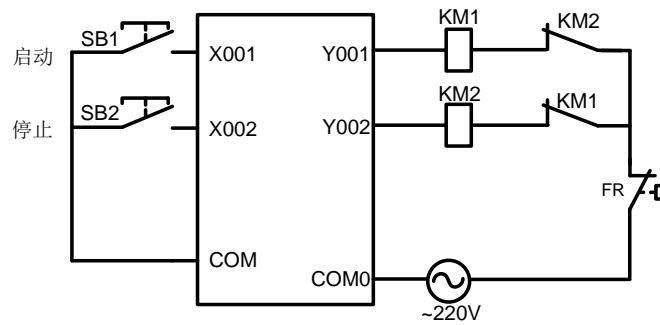


图 5-2. 4 PLC 外部接线图

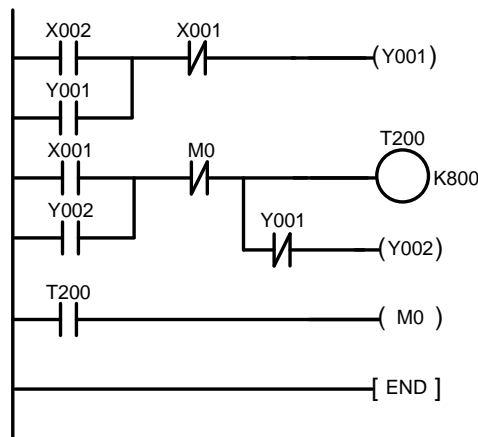


图 5-2. 5 梯形图

9. 自检。

- (1) 主电路的检查。
- (2) 控制线路的检查。
- (3) 检查启动、停止和按钮控制。

10. 通电试车。接电前必须征得教师同意，并由教师接通电源和现场监护。

做好线路板的安装检查后，按安全操作规定进行试运行，即一人操作，一人监护。

11. 注意事项。

- (1) 电动机必须安放平稳。
- (2) 调整好制动电阻的大小。
- (3) 应做到安全操作。

五、常见故障分析：

常见故障主要有以下几方面原因。

- 1. 故障：正常的电动机操作后不能运转。

分析：

- ①主回路熔断器 FU1 熔断数相或控制回路熔断器 FU2 熔断。
- ②接触器 KM1 线圈烧断或动作机构不灵。
- ③接触器 KM1 主触点接触不良。
- ④热继电器 FR 动作或接触不良。
- ⑤接触器 KM1 线圈串接的 KM2 互锁触点接触不良。
- ⑥按钮 SB2 常闭触点闭合不好或按钮 SB1 常开触点按下后接不通线路。
- ⑦接触器 KM1 自锁常开触点在接触器动作后接触不良。
- ⑧电动机 M 机械卡死或线圈烧坏。

2. 故障：电动机停止时，电动机不能迅速制动。

分析：

- ①操作停止按钮松开过快或未按到底。
- ②时间继电器 KT 常闭延时动作触点闭合不好。
- ③接触器 KM2 线圈所串接的 KM1 辅助互锁常闭触点闭合不好。
- ④KM2 接触器线圈损坏或动作机构不良。
- ⑤降压变压器 T 接线断线或线圈烧坏。
- ⑥整流二极管 VD1~VD4 断路或击穿。
- ⑦调整电阻 RP 烧断或断路。

3. 故障：在操作停止电动机运行中，能耗制动一直启动，不能自动复位。

分析：

- ①接触器 KM2 主触点熔焊或动作机械卡死。
- ②时间继电器线圈烧坏，使 KT 动作触点无法动作。

4. 评分标准：

单位			姓名		
开始时间			结束时间		
项目	配 分	评分标准及要求			扣 分
元器件清点、测试	5	没清点、测试元器件完好性扣除此项分数			
工艺与布线	40	接线工艺	导线不平直、长短选择不恰当、损伤导线绝缘层、未贴板走线或导线交叉，每处扣 1 分		
		电气接触	接触不良，接点松动、每处扣 2 分		
		电器元件安装位置	电器元件位置选择不恰当，安装顺序错误每处扣 5 分		

(续表)

项目	配分	评分标准及要求		扣分
工艺与布线		连接点处理	导线接头过长或过短每处扣 1 分	
		接线错误 (含未接线)	一处扣 10 分	
		损坏电器元件	每损坏一个电器元件扣 5 分	
通电试车	30	试运行一次不成功	扣 10 分	
		试运行二次不成功	再扣 10 分	
		试运行三次不成功	再扣 10 分	
		不试车或试车不成功 后不再试车	此项不得分	
时间	15	考试时间 20 分钟。规定最多可超时 5 分钟	超时前 2 分钟内 (含 2 分钟) 扣 5 分; 再超时 2 分钟, 扣 10 分, 满 5 分钟后, 不得继续操作, 没有试车机会。凡在前 10 分钟内 (不含 10 分钟), 实验成功者奖励 10 分, 再 5 分钟内实验成功者 (不含 10 分钟) 奖励 5 分, 其它时间内试验成功不享受此项奖励。	
安全、文明规范	10	操作现场不整洁、工具 器件摆放凌乱	每项扣 1 分	
		发生一般事故:	如带电操作、考试中有大声喧哗等影响考试进度的行为等每次扣 5 分	
		发生重大事故	本次技能考试总成绩以 0 分计	
备注		每一项最高扣分不应超过该项配分 (除发生重大事故), 最后总成绩不得超过 100 分	总成绩	
监考人员		备注		

六、心得体会：

七、教师评语：

项目五 X62W 铣床控制线路

任务三 多地点起停控制线路的 PLC 改造

一、实训目的与要求

1. 掌握多地点起停控制线路的工作原理和控制规律。
2. 对三相鼠笼式异步电动机多地点起停控制线路的安装接线。
3. 学会利用 PLC 对多地点起停控制线路进行改造。
4. 学会分析、排除多地点起停控制线路故障的方法。

二、实训内容

1. 掌握三相异步电动机多地点起停控制线路的工作原理。
2. 通过对电动机控制箱线路的接线，掌握电动机控制箱安装的方法和工艺要求；
3. 利用 PLC 对多地点起停控制线路进行改造。
4. 检查电气元件、主电路、控制电路并根据检查结果或故障现象判断故障位置。

三、电动机控制箱的安装与调试

1. 工作原理图

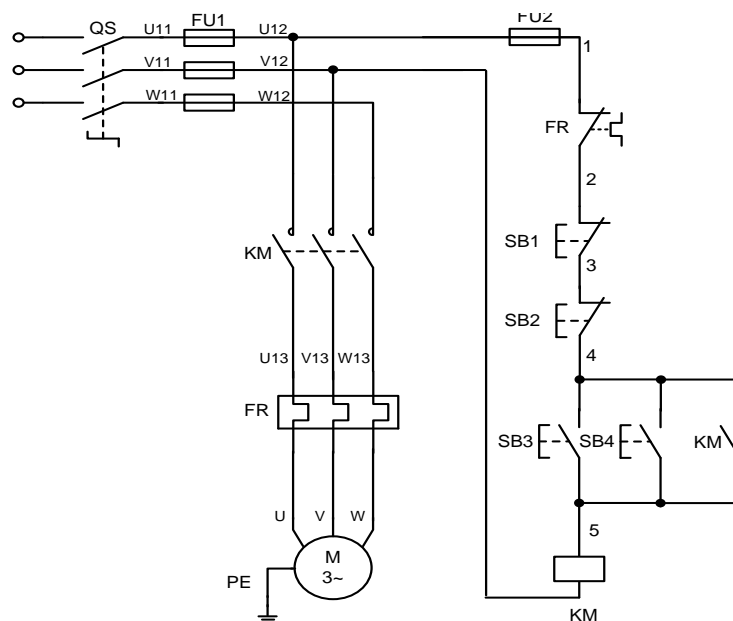


图 5-3.1 多地点起停控制电气原理图

2. 使用的主要工具、仪表及器材

(1) 电器元件（见表 5-3. 1）。

表 5-3. 1 元件明细表

代号	名称	推荐型号	推荐规格	数量
M	三相异步电动机	DQ10	4kW、220V、 Δ 接法、8. 8A、1420r/min	1
QS	组合开关	HZ10-25/3	三相、额定电流 25A	1
FU1	螺旋式熔断器	RL1-60/25	380V、60A、配熔体额定电流 25A	3
FU2	螺旋式熔断器	RL1-15/2	380V、1. 5A、配熔体额定电流 2A	2
KM1	交流接触器	CJ10-20	20A、线圈电压 220V	2
FR	热继电器	JR16-20/3	三极，20A、整定电流 8. 8A	1
SB	按钮	LA10-3H	保护式、500V、5A、按钮数 3. 复合按钮	4
XT1	端子排	JX2-1015	10A、15 节、380V	1

(2) 工具

电笔、螺丝刀、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、电工刀等。

(3) 仪表

ZC7（500V）型兆欧表、DT-9700 型钳形电流表，MF47 型万用表（或数字式万用表 DT9205）。

(4) 器材

1) 控制板一块（600mm× 500 mm× 20 mm）。

2) 导线规格：主电路采用 BV1. 5 mm²（红色、绿色、黄色）；控制电路采用 BV1mm²（黑色）；按钮线采用 BVR0.75 mm²（红色）；接地线采用 BVR1. 5 mm²（黄绿双色）。

3) 紧固体和编码套管按实际需要发给。

四、电动机控制箱安装的步骤及工艺要求：

1. 绘制并读懂电动机顺序启动控制线路电路图，给线路元件编号，明确线路所用元件及作用。
2. 按表 5-3. 1 配置所用电器元件并检验型号及性能。
3. 在控制板上按布置图 5-3. 2 安装电器元件，并标注上醒目的文字符号。
4. 按接线图 5-3. 3 和样板图 5-3. 4 进行板前明线布线和套编码套管。

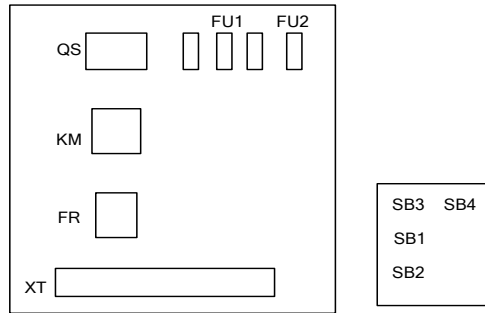


图 5-3. 2 多地点起停控制平面布置图

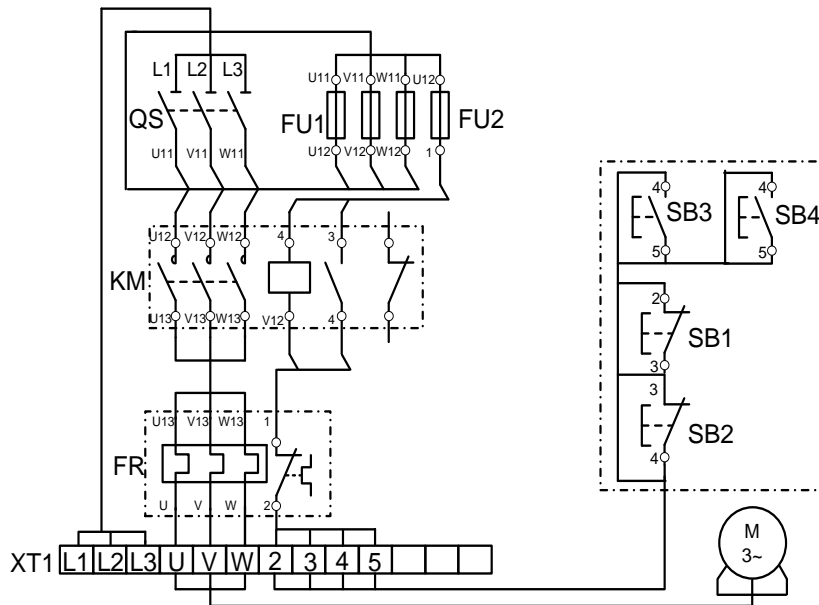


图 5-3. 3 多地点起停控制接线图

5. 根据电路图 5-3. 3 检查控制板布线的正确性。
6. 安装电动机。
7. 连接电动机和按钮金属外壳的保护接地线。
8. 连接电源、电动机等控制板外部的导线。

表 5-3. 2 I/O 地址分配表

输入设备		PLC 输入继	输出设备		PLC 输出继
代号	功能	电器	代号	功能	电器
SB1	停止 1	X001	KM	KM 接触器	Y001
SB2	停止 2	X002			
SB3	启动 1	X003			
SB4	启动 2	X004			

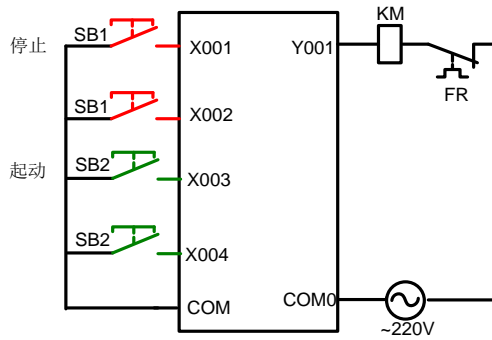


图 5-3. 4 PLC 外部接线图

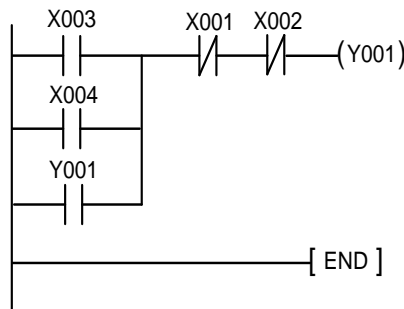


图 5-3. 5 梯形图

9. 自检。

- (1) 主电路的检查。
- (2) 控制线路的检查。
- (3) 检查启动、停止和按钮控制。
- (4) 检查自锁控制。

10. 通电试车。接电前必须征得教师同意，并由教师接通电源和现场监护。

做好线路板的安装检查后，按安全操作规定进行试运行，即一人操作，一人监护。

11. 注意事项。

- (1) 电动机必须安放平稳。
- (2) 通电校验时，应先合上 QS，再检验按钮的控制是否正常。
- (3) 应做到安全操作。

五、常见故障分析：

该电路原理较简单，通过前面的实训，请同学们根据自己在实际操作中遇到的问题，在实训报告中写出故障现象和原因分析。

1. 故障：
分析：
2. 故障：
分析：
3. 评分标准：

单位			姓名		
开始时间			结束时间		
项目	配 分	评分标准及要求			扣分
元器件清点、测试	5	没清点、测试元器件完好性扣除此项分数			
工艺与布线	40	接线工艺	导线不平直、长短选择不恰当、损伤导线绝缘层、未贴板走线或导线交叉，每处扣 1 分		
		电气接触	接触不良，接点松动、每处扣 2 分		
		电器元件安装位置	电器元件位置选择不恰当，安装顺序错误每处扣 5 分		
		连接点处理	导线接头过长或过短每处扣 1 分		
		接线错误（含未接线）	一处扣 10 分		
		损坏电器元件	每损坏一个电器元件扣 5 分		
通电试车	30	试运行一次不成功	扣 10 分		
		试运行二次不成功	再扣 10 分		
		试运行三次不成功	再扣 10 分		
		不试车或试车不成功后再不再试车	此项不得分		
时间	15	考试时间 20 分钟。规定最多可超时 5 分钟	超时前 2 分钟内（含 2 分钟）扣 5 分；再超时 2 分钟，扣 10 分，满 5 分钟后，不得继续操作，没有试车机会。凡在前 10 分钟内（不含 10 分钟），实验成功者奖励 10 分，再 5 分钟内实验成功者（不含 10 分钟）奖励 5 分，其它时间内试验成功不享受此项奖励。		

(续表)

项目	配 分	评分标准及要求			扣分
----	--------	---------	--	--	----

安全、文明规范	10	操作现场不整洁、工具 器件摆放凌乱	每项扣 1 分	
		发生一般事故:	如带电操作、考试中有大声喧哗等影响考试进 度的行为等每次扣 5 分	
		发生重大事故	本次技能考试总成绩以 0 分计	
备注		每一项最高扣分不应超过该项配分 (除发生重大事故), 最后总成绩不 得超过 100 分		总成绩
监考人员		备注		

六、心得体会：

七、教师评语：

项目五 X62W 铣床控制线路

任务四 X62W 铣床控制系统的 PLC 改造

一、实训目的与要求

1. 掌握 X62W 铣床控制线路的原理。
2. 通过对掌握 X62W 铣床控制线路的原理的安装接线,掌握由电气原理图接成实际操作电路的方法。
3. 学会分析、排除掌握 X62W 铣床控制线路的原理故障的方法。

二、实训内容

1. 掌握掌握 X62W 铣床控制线路的原理的工作原理。
2. 通过对电动机控制箱线路的接线,掌握电动机控制箱安装的方法和工艺要求;
3. 检查电气元件、主电路、控制电路并根据检查结果或故障现象判断故障位置。

三、X62W 铣床控制线路分析

1. 运动分析

(1) 主轴转动是由主轴电动机通过弹性联轴器来驱动传动机构,当机构中的一个双联滑动齿轮块啮合时,主轴即可旋转。

(2) 工作台面的移动是由进给电动机驱动,它通过机械机构使工作台能进行三种形式六个方向的移动,即:工作台面能直接在溜板上部可转动部分的导轨上作纵向(左、右)移动;工作台面借助横溜板作横向(前、后)移动;工作台面还能借助升降台作垂直(上、下)移动。

2. 机床对电气线路的主要要求

(1) 机床要求有三台电动机,分别称为主轴电动机、进给电动机和冷却泵电动机。

(2) 由于加工时有顺铣和逆铣两种,所以要求主轴电动机能正反转及在变速时能瞬时冲动一下,以利于齿轮的啮合,并要求还能制动停车和实现两地控制。

(3) 工作台的三种运动形式、六个方向的移动是依靠机械的方法来达到的,对进给电动机要求能正反转,且要求纵向、横向、垂直三种运动形式相互间应有联锁,以确保操作安全。同时要求工作台进给变速时,电动机也能瞬间冲动、快速进给及两地控制等要求。

(4) 冷却泵电动机只要求正转。

(5) 进给电动机与主轴电动机需实现两台电动的联锁控制,即主轴工作后才能进行进给。

3. 电气控制线路分析

机床电气控制线路如图 5-4. 1。

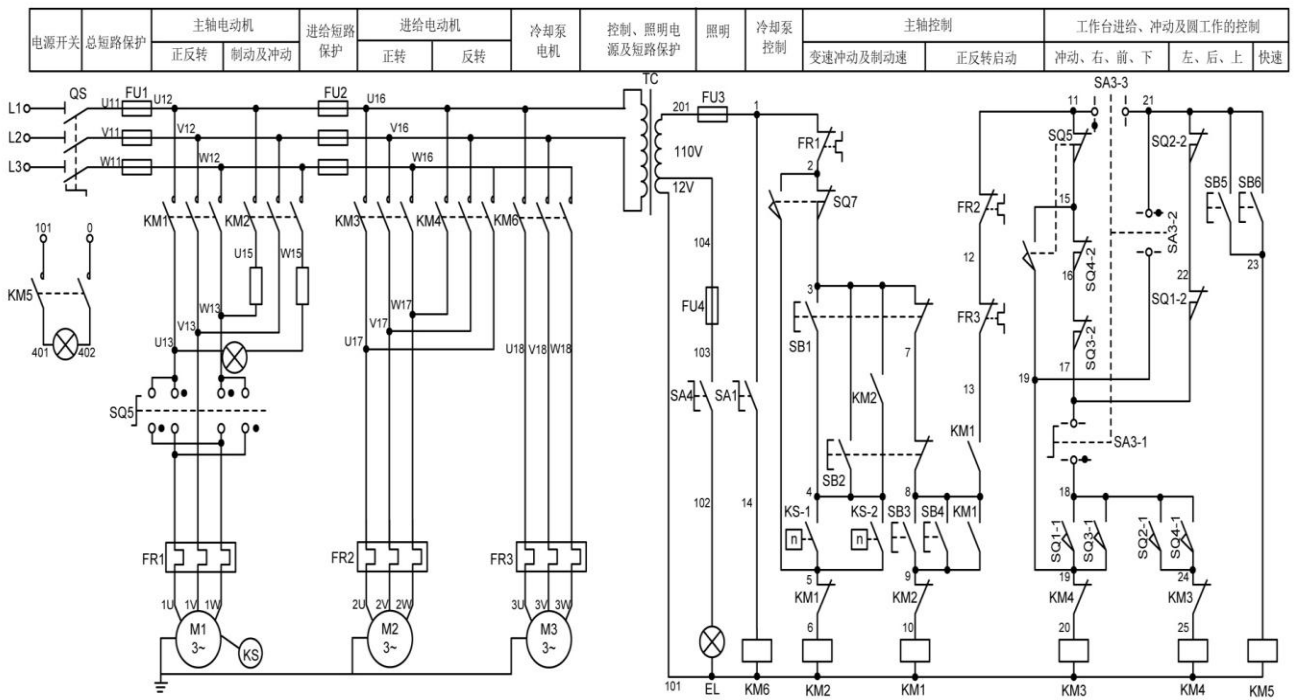


图 5-4. 1 工作原理图

电气原理图是由主电路、控制电路和照明电路三部分组成。

(1) 主电路 有三台电动机。M₁是主轴电动机；M₂是进给电动机；M₃是冷却泵电动机。

1) 主轴电动机 M₁通过换相开关 SA₅与接触器 KM₁配合，能进行正反转控制，而与接触器 KM₂、制动电阻器 R 及速度继电器的配合，能实现串电阻瞬时冲动和正反转反接制动控制，并能通过机械进行变速。

2) 进给电动机 M₂能进行正反转控制，通过接触器 KM₃、KM₄与行程开关及 KM₅、牵引电磁铁 YA 配合，能实现进给变速时的瞬时冲动、六个方向的常速进给和快速进给控制。

3) 冷却泵电动机 M₃只能正转。

4) 熔断器 FU₁作机床总短路保护，也兼作 M₁的短路保护；FU₂作为 M₂、M₃及控制变压器 TC、照明灯 EL 的短路保护；热继电器 FR₁、FR₂、FR₃分别作为 M₁、M₂、M₃的过载保护。

(2) 控制电路

1) 主轴电动机的控制

①SB₁、SB₃与 SB₂、SB₄是分别装在机床两边的停止（制动）和启动按钮，实现两地控制，方便操作。

②KM₁是主轴电动机启动接触器，KM₂是反接制动和主轴变速冲动接触器。

③SQ6是与主轴变速手柄联动的瞬时动作行程开关。

④主轴电动机需启动时，要先将 SA₅扳到主轴电动机所需要的旋转方向，然后再按启动按钮 SB₃或 SB₄来启动电动机 M₁。

⑤M₁启动后，速度继电器 KS 的一副常开触点闭合，为主轴电动机的停转制动做好准备。

⑥停车时，按停止按钮 SB₁或 SB₂切断 KM₁电路，接通 KM₂电路，改变 M₁的电源相序进行串电阻反接制动。当 M₁的转速低于 120 转/分时，速度继电器 KS 的一副常开触点恢复断开，切断 KM₂电路，M₁停转，制动结束。

据以上分析可写出主轴电机转动（即按 SB₃或 SB₄）时控制线路的通路：1—2—3—7—8—9—10—KM₁线圈—0；主轴停止与反接制动（即按 SB₁或 SB₂）时的通路：1—2—3—4—5—6—KM₂线圈—0 SQ5

⑦主轴电动机变速时的瞬动（冲动）控制，是利用变速手柄与冲动行程开关 SQ6 通过机械上联动机构进行控制的。

变速时，先下压变速手柄，然后拉到前面，当快要落到第二道槽时，转动变速盘，选择需要的转速。此时凸轮压下弹簧杆，使冲动行程 SQ6 的常闭触点先断开，切断 KM₁线圈的电路，电动机 M₁断电；同时 SQ6 的常开触点后接通，KM₂线圈得电动作，M₁被反接制动。当手柄拉到第二道槽时，SQ6 不受凸轮控制而复位，M₁停转。接着把手柄从第二道槽推回原始位置时，凸轮又瞬时压动行程开关 SQ6，使 M₁反向瞬时冲动一下，以利于变速后的齿轮啮合。

但要注意，不论是开车还是停车时，都应以较快的速度把手柄推回原始位置，以免通电时间过长，引起 M₁转速过高而打坏齿轮。

2) 工作台进给电动机的控制，工作台纵向、横向和垂直运动都由进给电动机 M₂ 驱动，接触器

KM₃ 和 KM₄ 使 M₂ 实现正反转，用以改变进给运动方向。它的控制电路采用了与纵向运动机械操作手柄联动的行程开关 SQ₁、SQ₂ 和横向及垂直运动机械操作手柄联动的行程开关 SQ₃、SQ₄ 组成复合联锁控制。即在选择三种运动形式的六个方向移动时，只能进行其中一个方向的移动，以确保操作安全，当这两个机械操作手柄都在中间位置时，各行程开关都处于未压的原始状态，如书中附图所示。

由原理图可知：M₂ 电机在主轴电机 M₁ 启动后才能进行工作。在机床接通电源后，将控制圆工作台的组合开关 SA3 扳到断开，使触点 SA3-1（17-18）和 SA3-3（12-21）闭合，而 SA3-2（19-21）断开，然后启动 M₁，这时接触器 KM₁ 吸合，使 KM₁（9-12）闭合，就可进行工作台的进给控制。

①工作台纵向（左右）运动的控制，工作台的纵向运动是由进给电动机 M₂ 驱动，由纵向操纵手柄来控制。此手柄是复式的，一个安装在工作台底座的顶面中央部位，另一个安装在工作台底座的左下方。手柄有三个：向左、向右、零位。当手柄扳到向右或向左运动方向时，手柄的联动机构压下行程 SQ₁ 或 SQ₂，使接触器 KM₃ 或 KM₄ 动作，控制进给电动机 M₂ 的正反转。工作台左右运动的行程，可通过调整安装在工作台两端的撞铁位置来实现。当工作台纵向运动到极限位置时，撞铁撞动纵向操纵手柄，使它回到零位，M₂ 停转，工作台停止运动，从而实现了纵向终端保护。

工作台向左运动：在 M₁ 启动后，将纵向操作手柄扳至向左位置，一方面机械接通纵向离合器，同时在电气上压下 SQ₂，使 SQ₂₋₂ 断，SQ₂₋₁ 通，而其他控制进给运动的行程开关都处于原始位置，此时使 KM₄ 吸合，M₂ 反转，工作台向左进给运动。其控制电路的通路为：12-15-16-17-18-24-25-KM₄ 线圈-0，工作台向右运动：当纵向操纵手柄扳至向右位置时，机械上仍然接通纵向进给离合器，但却压动了行程开关 SQ₁，使 SQ₁₋₂ 断，SQ₁₋₁ 通，使 KM₃ 吸合，M₂ 正转，工作台向右进给运动，其通路为：12-15-16-17-18-19-20-KM₃ 线圈-0。

②工作台垂直（上下）和横向（前后）运动的控制：工作台的垂直和横向运动，由垂直和横向进给手柄操纵。此手柄也是复式的，有两个完全相同的手柄分别装在工作台左侧的前、后方。手柄的联动机械一方面压下行程开关 SQ₃ 或 SQ₄，同时能接通垂直或横向进给离合器。操纵手柄有五个位置（上、下、前、后、中间），五个位置是联锁的，工作台的上下和前后的终端保护是利用装在床身导轨旁与工作台座上的撞铁，将操纵十字手柄撞到中间位置，使 M₂ 断电停转。

工作台向前（或者向下）运动的控制：将十字操纵手柄扳至向前（或者向下）位置时，机械上接通横向进给（或者垂直进给）离合器，同时压下 SQ₃，使 SQ₃₋₂ 断，SQ₃₋₁ 通，使 KM₃ 吸合，M₂ 正转，工作台向前（或者向下）运动。

其通路为：12-21-22-17-18-19-20-KM₃ 线圈-0；工作台向后（或者向上）运动的控制：将十字操纵手柄扳至向后（或者向上）位置时，机械上接通横向进给（或者垂直进给）离合器，同时压下 SQ₄，使 SQ₄₋₂ 断，SQ₄₋₁ 通，使 KM₄ 吸合，M₂ 反转，工作台向后（或者向上）运动。其通路为：12-21-22-17-18-24-25-KM₄ 线圈-0。

③进给电动机变速时的瞬动（冲动）控制：变速时，为使齿轮易于啮合，进给变速与主轴变速一样，

设有变速冲动环节。当需要进行进给变速时，应将转速盘的蘑菇形手轮向外拉出并转动转速盘，把所需进给量的标尺数字对准箭头，然后再把蘑菇形手轮用力向外拉到极限位置并随即推向原位，就在一次操纵手轮的同时，其连杆机构二次瞬时压下行程开关 SQ₅，使 KM₃ 瞬时吸合，M₂ 作正向瞬动。

其通路为：12—21—22—17—16—15—19—20—KM₃ 线圈 0，由于进给变速瞬时冲动的通电回路要经过 SQ₁—SQ₄ 四个行程开关的常闭触点，因此只有当进给运动的操作手柄都在中间（停止）位置时，才能实现进给变速冲动控制，以保证操作时的安全。同时，与主轴变速时冲动控制一样，电动机的通电时间不能太长，以防止转速过高，在变速时打坏齿轮。

④工作台的快速进给控制：为提高劳动生产率，要求铣床在不作铣切加工时，工作台能快速移动。

工作台快速进给也是由进给电动机 M₂ 来驱动，在纵向、横向和垂直三种运动形式六个方向上都可以实现快速进给控制。

主轴电动机启动后，将进给操纵手柄扳到所需位置，工作台按照选定的速度和方向作常速进给移动时，再按下快速进给按钮 SB₅（或 SB₆），使接触器 KM₅ 通电吸合，接通牵引电磁铁 YA，电磁铁通过杠杆使摩擦离合器合上，减少中间传动装置，使工作台按运动方向作快速进给运动。当松开快速进给按钮时，电磁铁 YA 断电，摩擦离合器断开，快速进给运动停止，工作台仍按原常速进给时的速度继续运动。

3) 圆工作台运动的控制：铣床如需铣切螺旋槽、弧形槽等曲线时，可在工作台上安装圆形工作台及其传动机械，圆形工作台的回转运动也是由进给电动机 M₂ 传动机构驱动的。

圆工作台工作时，应先将进给操作手柄都扳到中间（停止）位置，然后将圆工作台组合开关 SA3 扳到圆工作台接通位置。此时 SA3-1 断，SA3-3 断，SA3-2 通。准备就绪后，按下主轴启动按钮 SB₃ 或 SB₄，则接触器 KM₁ 与 KM₃ 相继吸合。主轴电机 M₁ 与进给电机 M₂ 相继启动并运转，而进给电动机仅以正转方向带动圆工作台作定向回转运动。其通路为：12—15—16—17—22—21—19—20—KM₃ 线圈—0，由上可知，圆工作台与工作台进给有互锁，即当圆工作台工作时，不允许工作台在纵向、横向、垂直方向上有任何运动。若误操作而扳动进给运动操纵手柄（即压下 SQ₁—SQ₄、SQ₅ 中任一个），M₂ 即停转。

四、X62W 铣床控制系统的 PLC 改造

1. IO 地址分配表

表 5-4. 1 I/O 地址分配表

输入设备		PLC 输入继电器	输出设备		PLC 输出继电器
代号	功能		代号	功能	
SB1. SB2	主轴停止及制动	X000	KM1	主轴电动机 M1 启动	Y004
SB5. SB6	主轴启动	X001	KM2	冷却泵电机 M2 启动	Y005
SB3. SB4	快速进给	X002	KM3	进给电动机 M3 正转	Y006

(续表)

输入设备		PLC 输入 继电器	输出设备		PLC 输出 继电器
代号	功能		代号	功能	
SA4	主轴换刀	X003	KM4	进给电动机 M3 反转	Y007
SA3	冷却泵电机启动	X004	YC1	进给常速	Y010
SA5	圆工作台工作开关	X005	YC2	快速进给	Y011
SA1	照明开关	X006	EL	照明	Y000
SQ1	右进给行程开关	X007	YC3	主轴制动、换刀	Y012
SQ2	左进给行程开关	X010	KA	快速进给控制	Y003
SQ3	向前、向下行程开关	X011			
SQ4	向后、向上行程开关	X012			
SQ6	主轴冲动行程开关	X013			
SQ5	进给冲动行程开关	X014			
FR1	主轴过载保护	X015			
FR2	冷却泵过载保护	X016			
FR3	进给过载保护	X017			

2. 电器元件 (见表 5-4. 2)。

表 5-4. 2 元件明细表

代号	名称	推荐型号	推荐规格	数量
M1	主轴电动机	J02-51-4	7. 5kW、1450r/min	1
M2	进给电动机	J02-22-4	1. 5KW、1410r/min	1
M3	冷却泵电机	JCB-22	0. 125KW\2790r/min	1
QS1	组合开关	HZ10-25/3	60A、500V	2
QS2. SA	开关	HZ10-10/3	10A、500V	3
FU1	螺旋式熔断器	RL1-60/3J	80V、60A、配熔体额定电流 25A	3
FU2	螺旋式熔断器	RL1-15/2	380V、1. 5A、配熔体额定电流 2A	4
KM1	交流接触器	CJ10-20	20A、线圈电压 220V	1
KM2-4	交流接触器	CJ10-10	10A、线圈电压 220V	3

(续表)

代号	名称	推荐型号	推荐规格	数量
FR1	热继电器	JR0-60/3	16A	1
FR2	热继电器	JR0-20/3	0.5A	1
FR3	热继电器	JR0-20/3	1.5A	1
SB	按钮	LA10-3H	保护式、500V、5A、按钮数3. 复合按钮	6
SQ	位置开关	LX2-131		5
XT1	端子排	JX2-1015	10A、15节、380V	1

3. 使用的主要工具、仪表及器材

(1) 工具

电笔、螺丝刀、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、电工刀等。

(2) 仪表

ZC7 (500V) 型兆欧表、DT-9700 型钳形电流表, MF47 型万用表 (或数字式万用表 DT9205)。

(3) 器材

1) 控制板一块 (600mm× 500 mm× 20 mm)。

2) 导线规格: 主电路采用 BV1.5 mm² (红色、绿色、黄色); 控制电路采用 BV1mm² (黑色); 按钮线采用 BVR0.75 mm² (红色); 接地线采用 BVR1.5 mm² (黄绿双色)。

3) 紧固体和编码套管按实际需要发给。

4. PLC 外部接线图

如图 5-4. 2 所示。

5. 梯形图

如图 5-4. 3 所示。

五、电动机控制箱安装的步骤及工艺要求

1. 绘制并读懂电动机顺序启动控制线路电路图, 给线路元件编号, 明确线路所用元件及作用。
2. 按表 5-4. 2 配置所用电器元件并检验型号及性能。
3. 在控制板上安装电器元件, 并标注上醒目的文字符号。
4. 进行板前明线布线和套编码套管。
5. 检查控制板布线的正确性。
6. 安装电动机。

7. 连接电动机和按钮金属外壳的保护接地线。
8. 连接电源、电动机等控制板外部的导线。
9. 自检。
 - (1) 主电路的检查。
 - (2) 控制线路的检查。
 - (3) 检查启动、停止和按钮控制。
10. 通电试车。接电前必须征得教师同意，并由教师接通电源和现场监护。
做好线路板的安装检查后，按安全操作规定进行试运行，即一人操作，一人监护。

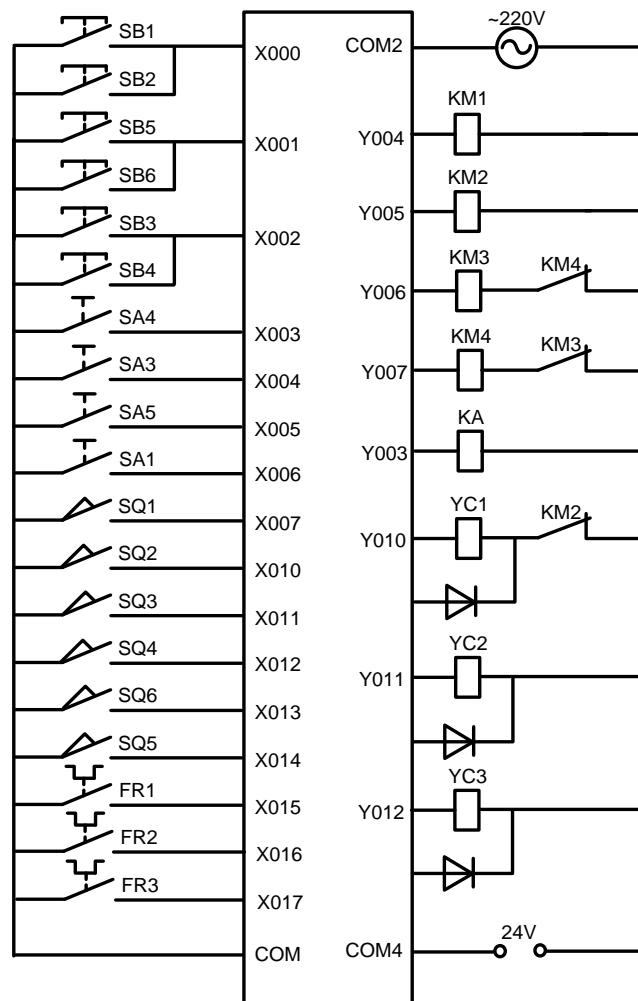


图 5-4. 2 X62W 铣床改造线路 PLC 外部接线图

11. 注意事项。

- (1) 设备应在指导教师指导下操作，安全第一。设备通电后，严禁在电器侧随意扳动电器件。进行排故训练，尽量采用不带电检修。若带电检修，则必须有指导教师在现场监护。
- (2) 必须安装好各电机、支架接地线、设备下方垫好绝缘橡胶垫，厚度不小于 8mm，操作前要仔细

查看各接线端，有无松动或脱落，以免通电后发生意外或损坏电器。

(3) 在操作中若发出不正常声响，应立即断电，查明故障原因待修。故障噪声主要来自电机缺相运行，接触器、继电器吸合不正常等。

(4) 发现熔芯熔断，应找出故障后，方可更换同规格熔芯。

(5) 在维修设置故障中不要随便互换线端处号码管。

(6) 操作时用力不要过大，速度不宜过快；操作频率不宜过于频繁。

(7) 实习结束后，应拔出电源插头，将各开关置分断位。

(8) 作好实习记录。

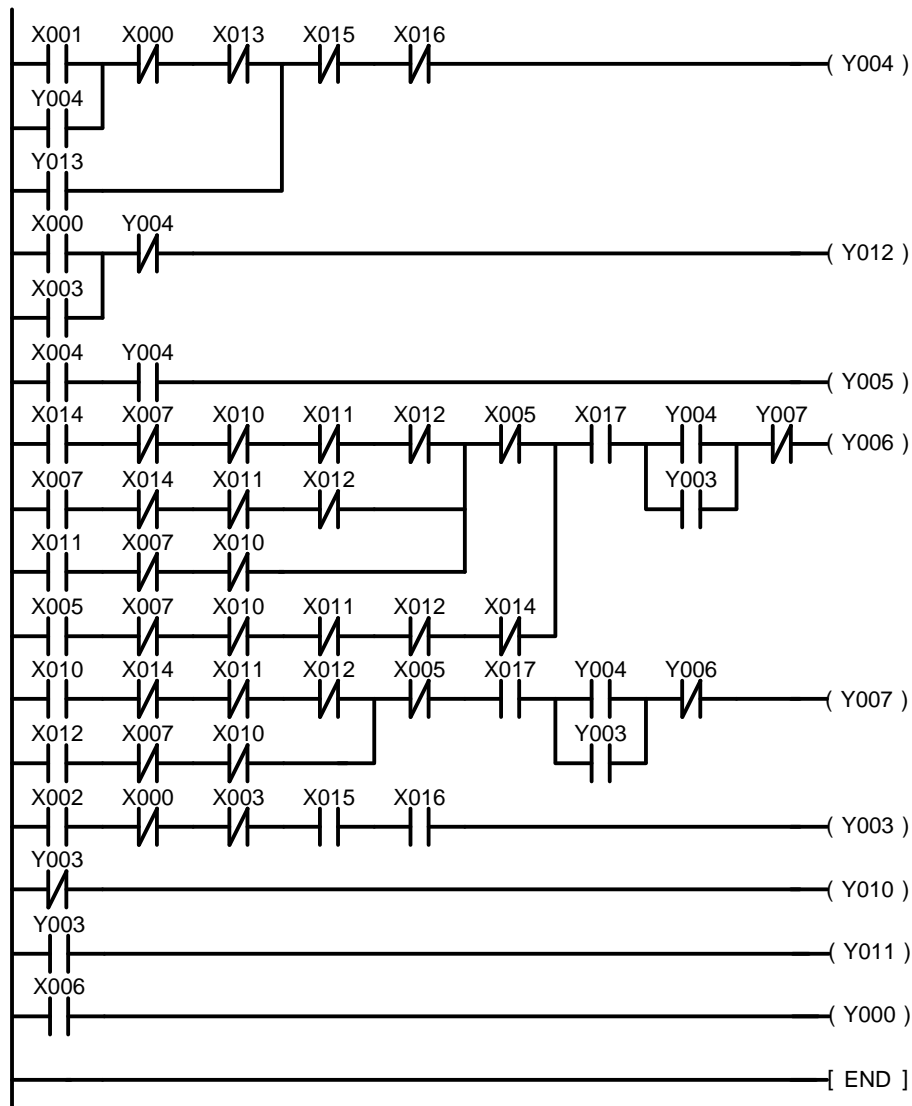


图 5-4. 3 PLC 程序梯形图

六、常见故障分析：

该电路故障发生率比较高。常见故障主要有以下几方面原因。

故障开关	故障现象	备 注
K1	主轴、进给均不能启动	照明工作正常
K2	主轴无变速冲动	主电机的正、反转及停止制动均正常
K3	按停止 1 时无制动	停止 2 制动正常
K4	主轴电机无制动	按停止 1. 停止 2 停止时主轴均无制动
K5	主轴电机不能启动	主轴不能启动, 按下主轴冲动可以冲动
K6	主轴不能启动	主轴不能启动, 按下主轴冲动可以冲动
K7	进给电机不能启动	主轴能启动, 进给电机不能启动
K8	冷却泵电机不能启动	主轴能启动, 进给电机能启动
K9	进给电机不能变速冲动、圆工作台不能工作	主轴能启动, 进给电机能启动
K10	进给电机不能启动	能进行进给变速冲动, 圆工作台工作不正常、上(后)下(前)可以动作
K11	进给电机工作不正常	工作台左右没有, 上(后)下(前)可以动作、圆工作台没有, 进给冲动没有
K12	工作台不能进给	圆工作台工作正常, 能进行进给变速冲动
K13	工作台不能右进给	向左、向上(或向后)、向下(或向前)进给正常, 能进行进给变速冲动, 圆工作台工作正常
K14	进给电机不能正转	进给变速无冲动, 向右、向下(或向前)进给不正常, 圆工作台不动作
K15	工作台不能向下(或向前)进给	圆工作台不工作时, 不能向下(或向前)进给, 其他方向进给正常
K16	圆工作台不工作	能进行进给变速冲动, 其他方向进给正常
K17	工作台不能向左进给	圆工作台不工作时, 不能向左进给, 其他方向进给正常
K18	圆形工作台不能工作	不能进给冲动、上(后)下(前)不动作
K19	圆形工作台不能工作	不能进给冲动, 上(后)下(前)不动作
K20	工作台不能向上(或向后)进给	圆工作台不工作时, 不能向上(或向后)进给, 其他方向进给正常
K21	进给电机不能反转	圆工作台工作正常, 圆工作台不工作时, 不能左进给, 不能上(或后)进给
K22	只能一地快进操作	进给电机启动后, 按快进按钮不能快进
K23	只能一地快进操作	进给电机启动后, 按快进按钮不能快进
K24	电磁阀不动作	进给电机启动后, 按下快进按钮, KM5 吸合, YA 不动作

1. 评分标准:

单位			姓名		
开始时间			结束时间		
项目	配 分	评分标准及要求			扣分
元器件清点、测试	5	没清点、测试元器件完好性扣除此项分数			
工艺与布线	40	接线工艺	导线不平直、长短选择不恰当、损伤导线绝缘层、未贴板走线或导线交叉，每处扣 1 分		
		电气接触	接触不良，接点松动、每处扣 2 分		
		电器元件安装位置	电器元件位置选择不恰当，安装顺序错误每处扣 5 分		
		连接点处理	导线接头过长或过短每处扣 1 分		
		接线错误（含未接线）	一处扣 10 分		
		损坏电器元件	每损坏一个电器元件扣 5 分		
通电试车	30	试运行一次不成功	扣 10 分		
		试运行二次不成功	再扣 10 分		
		试运行三次不成功	再扣 10 分		
		不试车或试车不成功 后不再试车	此项不得分		
时间	15	考试时间 20 分钟。规定最多可超时 5 分钟	超时前 2 分钟内（含 2 分钟）扣 5 分；再超时 2 分钟，扣 10 分，满 5 分钟后，不得继续操作，没有试车机会。凡在前 10 分钟内（不含 10 分钟），实验成功者奖励 10 分，再 5 分钟内实验成功者（不含 10 分钟）奖励 5 分，其它时间内试验成功不享受此项奖励。		
安全、文明规范	10	操作现场不整洁、工具器件摆放凌乱	每项扣 1 分		
		发生一般事故：	如带电操作、考试中有大声喧哗等影响考试进度的行为等每次扣 5 分		
		发生重大事故	本次技能考试总成绩以 0 分计		
备注	每一项最高扣分不应超过该项配分（除发生重大事故），最后总成绩不得超过 100 分			总成绩	
监考人员				备注	

七、心得体会：

八、教师评语：