



应用型本科高校系列教材 · 电气信息类

电气控制技术与 PLC应用实验

黄恭伟 汪先兵 倪受春 胡 波 © 编

中国科学技术大学出版社



应用型本科高校系列教材·电气信息类

电气控制技术与 PLC应用实验

黄恭伟 汪先兵 倪受春 胡 波 编

中国科学技术大学出版社

内 容 简 介

本书是应用型本科院校“电气控制技术与 PLC 应用”“PLC 应用”等相关课程的实验教材。实验项目结合滁州学院、宿州学院等院校的实际仪器设备,侧重于对学生实践操作能力和综合设计能力的培养,具有较强的可操作性和通用性。

本书的第一部分是电气控制技术实验,内容包括基本电气控制线路和典型设备电气控制线路;第二部分是可编程控制器实验,内容包括常用指令实验和模拟实际控制实验;附录介绍了为本书实验配套的实验仪器设备。本书的实验内容和难易程度覆盖了不同层次的教学要求,每个实验项目都有实验原理和思考题,可供教师和学生灵活选用。

本书可作为电气类、自动化类等相关专业“电气控制技术与 PLC 应用”“PLC 应用”课程的实验教材,也可作为其他行业及高等院校相关专业的实验课程教材和教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制技术与 PLC 应用实验/黄恭伟等编. —合肥:中国科学技术大学出版社,2015.9

ISBN 978-7-312-03839-6

I. 电… II. 黄… III. ①电气控制—高等学校—教材 ② PLC 技术—高等学校—教材 IV. ①TM571.2 ②TM571.6

中国版本图书馆(CIP)数据核字(2015)第193062号

出版 中国科学技术大学出版社

安徽省合肥市金寨路96号,230026

<http://press.ustc.edu.cn>

印刷 合肥学苑印务有限公司

发行 中国科学技术大学出版社

经销 全国新华书店

开本 710 mm×960 mm 1/16

印张 13

字数 262 千

版次 2015年9月第1版

印次 2015年9月第1次印刷

定价 26.00 元

前 言

本书是与“电气控制技术与 PLC 应用”“PLC 应用”等课程相配套的实验教材,按照安徽省教育厅制定的教学大纲要求编写。书中许多内容一直用于滁州学院机械和电气类专业“电气控制技术与 PLC 应用”“PLC 应用”及相近课程的实验教学。经过多届学生的使用,反复修改、充实与更新,得到广大师生的认可和赞誉。

电气控制技术与 PLC 应用是一门工程特点和实践性很强的课程,实验是电气控制技术与 PLC 应用课程教学中不可缺少的实践性环节。实验对于学生学习基本理论、掌握基本技能,工程技术人员素质和能力的培养都具有十分重要的作用。

本书实验分为基础性实验、综合性实验和设计性实验。基础性实验按照基本理论体系编写。对于理论教材中的基本电气控制线路和 PLC 常用指令都编写了基础性实验。其中可编程控制器部分,增加了正/负跳变沿指令、SHRB 指令、SCR 指令、传送指令、比较指令、数学运算指令、逻辑运算指令、子程序调用和中断指令等一般实验教材没有的实验项目,对于学生理解和掌握这些指令提供了很好的例题。

为了适应应用型本科实践教学,本书强化了综合性、设计性实验的内容。电气控制技术部分选取了多种常用典型设备的电气控制线路作为实验项目;可编程控制器部分设计了多个与实际相关的模拟控制实验项目。这些实验项目的设置对提高学生分析解决实际问题的能力有很大的帮助。

本书的第一部分是 11 个电气控制技术实验,包括 7 个基本电气控制线路实验和 4 个典型设备电气控制线路实验;第二部分是 21 个可编程控制器实验,包括 3 个涵盖 12 种常用指令的实验和 18 个模拟实际控制的实验;附录介绍了为本书实验配套的实验仪器设备。各高校可根据本校的教学条件、教学要求和学时多少灵活选用。

本书由滁州学院黄恭伟、汪先兵、倪受春和宿州学院胡波老师编写。全书共 32 个实验,其中电气控制技术部分由汪先兵编写和验证,可编程控制器部分由黄恭伟、倪受春、胡波编写和验证。滁州学院王祥傲老师、叶玺臣老师对全部书稿进

行了审阅,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,加之时间比较仓促,书中难免有错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2015 年 3 月

目 录

前言	(i)
----------	-------

第一部分 电气控制技术

实验一 三相异步电动机的点动和自锁控制线路	(2)
实验二 三相异步电动机的正反转控制线路	(7)
实验三 工作台自动往返循环控制线路	(13)
实验四 三相异步电动机的顺序控制线路	(16)
实验五 三相异步电动机的两地控制线路	(21)
实验六 三相异步电动机的 Y- Δ 降压启动控制线路	(23)
实验七 三相异步电动机的能耗制动控制线路	(27)
实验八 C620 车床的电气控制线路	(29)
实验九 M7130 平面磨床的电气控制线路	(31)
实验十 电动葫芦的电气控制线路	(34)
实验十一 X62W 铣床模拟控制线路的调试分析	(37)

第二部分 可编程控制器

实验一 基本逻辑指令、定时器指令、计数器指令和正/负跳变沿指令 实验	(42)
实验二 SHRB 指令、SCR 指令、传送指令和比较指令实验	(49)
实验三 数学运算指令、逻辑运算指令、子程序调用和中断指令实验	(55)
实验四 步进电机运动控制(实物)	(63)
实验五 天塔之光模拟控制	(67)
实验六 LED 数码显示控制	(73)
实验七 十字路口交通灯控制	(80)
实验八 三相鼠笼式异步电动机运动控制(实物)	(85)
实验九 水塔水位控制模拟	(92)
实验十 装配流水线的模拟控制	(95)

实验十一	轧钢机控制系统模拟	(100)
实验十二	液体混合装置控制的模拟	(105)
实验十三	机械手动作的模拟	(111)
实验十四	四节传送带的模拟	(116)
实验十五	自动配料系统控制的模拟	(122)
实验十六	邮件分拣系统模拟	(128)
实验十七	自动售货机的模拟控制	(135)
实验十八	直线运动控制系统(实物)	(143)
实验十九	运料小车控制模拟	(152)
实验二十	三层电梯控制系统的模拟	(164)
实验二十一	加工中心的模拟控制	(177)
附录	实验设备	(192)

第一部分 电气控制技术

实验一 三相异步电动机的点动和自锁控制线路

一、实验目的

1. 通过对三相异步电动机的点动控制线路和自锁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知识。
2. 通过实验进一步加深理解点动控制和自锁控制的特点以及它们在电气控制中的应用。

二、实验设备

见表 1.1.1。

表 1.1.1

序 号	型 号	名 称	数 量
1	DJ24	三相鼠笼异步电动机	1 件
2	D61-2	继电器接触控制(一)	1 件
3	D62-2	继电器接触控制(二)	1 件

三、实验原理

点动和自锁是最基本的电气控制线路。

图 1.1.1 为点动控制线路。按下按钮 SB1,线圈 KM1 通电,主触头 KM1 闭合,电动机 M 通电运转。松开按钮 SB1,线圈 KM1 失电,主触头 KM1 断开,电动机 M 停止运转。

图 1.1.2 为自锁控制线路。按下按钮 SB2,线圈 KM1 通电,主触头 KM1 和常开辅助触点 KM1 闭合。电动机 M 通电运转。松开按钮 SB2,由于常开辅助触点 KM1 闭合而保持通电状态,因此电动机 M 仍保持通电运转。按下按钮 SB1,线圈 KM1 断电,主触头 KM1 断开,电动机 M 停止运转。

图 1.1.3 为既可点动又可自锁控制线路。按下按钮 SB2,线圈 KM1 通电,主触头 KM1 闭合,电动机 M 通电运转。松开按钮 SB2,由于常开辅助触点 KM1 闭合,线圈 KM1 保持通电,所以电动机 M 仍保持运转。按下按钮 SB1,线圈 KM1 断电,电动机 M 停止运转。

按下按钮 SB3,线圈 KM1 通电,主触头 KM1 和常开辅助触点 KM1 闭合。电动机 M 通电运转。松开按钮 SB3,由于 SB3 常开触点由闭合变为断开,常闭触点

SB3 由断开变为闭合状态,线圈 KM1 断电,形成不了自锁,电动机 M 停止运转。

四、实验内容及方法

实验前要先检查实验台控制屏三相交流电源输出端 U、V、W 的线电压是否是 380 V。首先,旋动控制屏“电源总开关”钥匙至“开”位置,实验台接入电源。然后,将钮子开关拨至“三相调压输出”位置,并按下绿色“启动”按钮,三相电压表显示此时电压。旋转实验台左侧端面上的调压器旋钮,将三相交流电源输出端 U、V、W 的线电压调到 380V。最后,按下红色“停止”按钮,旋动“电源总开关”钥匙至“关”位置,切断三相交流电源。以后每次在实验接线之前都应如此检查。实验接线均应从三相交流电源输出端 U、V、W 和 N 插孔开始。接线完成后,经指导教师检查无误后,方可旋开“电源总开关”,按下绿色“启动”按钮,然后根据实验具体内容进行操作。实验结束后,先按下控制屏上红色“停止”按钮,再关闭“电源总开关”,拆除接线,结束实验操作。

1. 三相异步电动机点动控制线路

参考图 1.1.1 接线。使用本书配套实验台时,图中 SB1、KM1 选用 D61-2 挂件,Q1、FU1、FU2、FU3、FU4 选用 D62-2 挂件,电机选用 DJ24。如果使用其他厂家的实验台,可根据实际情况选用元器件。

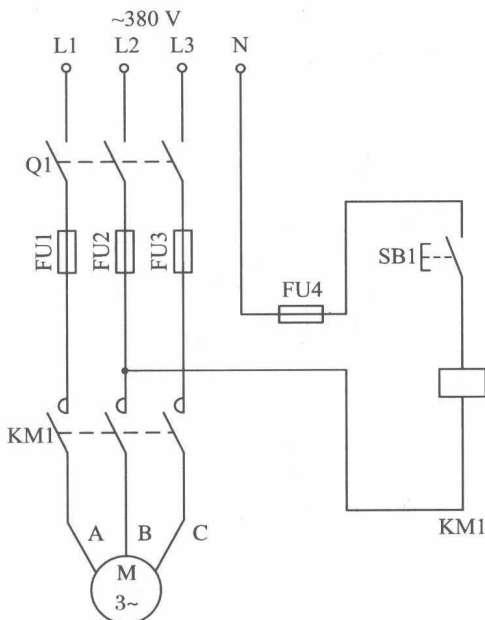


图 1.1.1 点动控制线路

接线前,先将控制屏“电源总开关”钥匙旋至“关”位置,按下控制屏上的红色“停止”按钮以切断三相交流电源。

接线时,先接主电路,它是从三相交流电源输出端 U、V、W 插孔开始(对应于控制线路中 L1、L2、L3),经刀开关 Q1,熔断器 FU1、FU2、FU3,接触器 KM1 主触点,到电动机 M 的三个线端 A、B、C 的电路,用导线按顺序串联起来,有三路。

主电路经检查无误后,再接控制电路。根据实验台控制回路实际所需电压进行连接。当需要 220 V 交流电时,可从三相交流电源输出端 N 端和三相中任一相形成控制回路。当需要 380 V 交流电时,可从三相中任取两相,形成控制回路。如果是其他电压,根据所用实验台的实际情况进行连接。

接线经指导老师检查无误后,将控制屏“电源总开关”钥匙旋至“开”位置,按下控制屏上绿色“启动”按钮,按下列步骤进行实验:

(1) 闭合 Q1,接通三相交流 380 V 电源;

(2) 按下启动按钮 SB1,对电动机 M 进行点动操作,比较按下 SB1 和松开 SB1 时电动机 M 的运转情况。

2. 三相异步电动机自锁控制线路

将控制屏“电源总开关”钥匙旋至“关”位置,按下控制屏上的红色“停止”按钮以切断三相交流电源。参考图 1.1.2 接线,图中 SB1、SB2、KM1、FR1 选用 D61-2 挂件,Q1、FU1、FU2、FU3、FU4 选用 D62-2 挂件,电动机选用 DJ24。

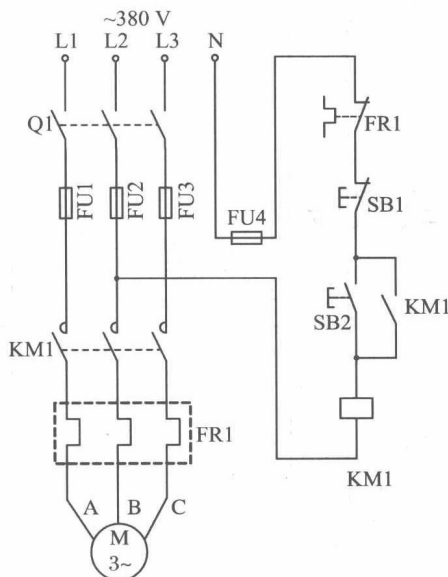


图 1.1.2 自锁控制线路

接线经指导老师检查无误后,将控制屏“电源总开关”钥匙旋至“开”位置,按下控制屏上绿色“启动”按钮,按下列步骤进行实验:

- (1) 合上开关 Q1,接通三相交流 380 V 电源;
- (2) 按下启动按钮 SB2,松手后观察电动机 M 运转情况;
- (3) 按下停止按钮 SB1,松手后观察电动机 M 运转情况。

3. 三相异步电动机既可点动又可自锁控制线路

将控制屏“电源总开关”钥匙旋至“关”位置,按下控制屏上的红色“停止”按钮以切断三相交流电源。参考图 1.1.3 接线,图中 SB1、SB2、SB3、KM1、FR1 选用 D61-2 挂件,Q1、FU1、FU2、FU3、FU4 选用 D62-2 挂件,电动机选用 DJ24,经指导老师检查无误后,通电,并按下列步骤进行实验:

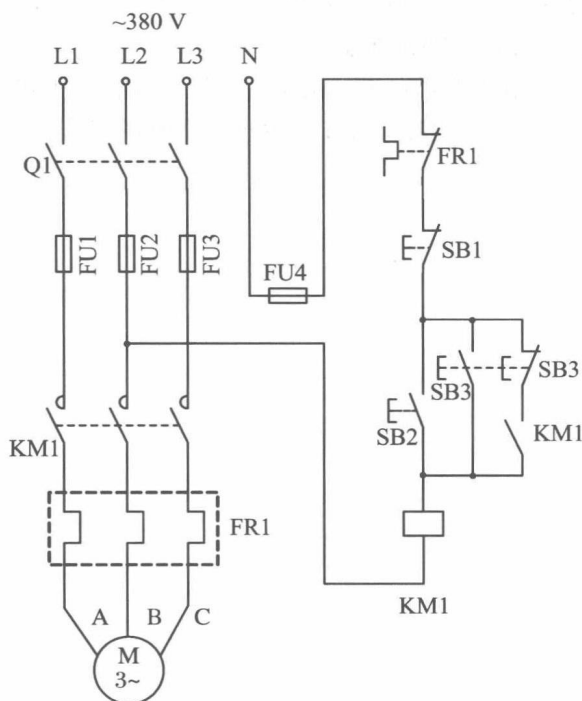


图 1.1.3 既可点动又可自锁控制线路

- (1) 合上 Q1 接通三相交流 380 V 电源;
- (2) 按下启动按钮 SB2,松手后观察电动机 M 是否继续运转;
- (3) 运转半分钟后按下 SB3,然后松开,电动机 M 是否停转,连续按下和松开 SB3,观察此时属于什么控制状态;
- (4) 按下停止按钮 SB1,松手后观察 M 是否停转。

五、实验报告要求

1. 规范准确地绘制实验的电气控制线路,并说明工作原理。
2. 按照实验内容要求的步骤进行各项实验,记录实验现象。
3. 对比工作原理和实验现象,分析总结此次实验。

六、讨论题

1. 试分析什么叫点动,什么叫自锁,并比较图 1. 1. 1 和图 1. 1. 2 所示的控制线路在结构和功能上有什么区别。
2. 图中各个电器如 Q1、FU1、FU2、FU3、FU4、KM1、FR、SB1、SB2、SB3 各起什么作用? 已经使用了熔断器为何还要使用热继电器? 主电路中已经有了开关 Q1 为何还要使用接触器 KM1 的主触头?
3. 图 1. 1. 2 所示电路能否对电动机实现过流、短路、欠压和失压保护?
4. 画出如图 1. 1. 1、图 1. 1. 2、图 1. 1. 3 所示电路的工作原理流程图。

实验二 三相异步电动机的正反转控制线路

一、实验目的

1. 通过对三相异步电动机正反转控制线路的接线,掌握由电路原理图接成实际操作电路的方法。
2. 掌握三相异步电动机正反转的原理和方法。
3. 掌握手动正反转控制、接触器联锁正反转、按钮联锁正反转控制及按钮和接触器双重联锁正反转控制线路的不同接法,并熟悉在操作过程中有哪些不同之处。

二、实验设备

见表 1.2.1。

表 1.2.1

序 号	型 号	名 称	数 量
1	DJ24	三相鼠笼异步电动机	1 件
2	D61-2	继电器接触控制(一)	1 件
3	D62-2	继电器接触控制(二)	1 件

三、实验原理

各种生产机械常要求具有上、下、左、右、前、后等相反方向的运动,这就要求电动机能够正反向运转。改变电动机三相电源中的任意两相,就能实现正反转,如图 1.2.1 所示。

在实际生产机械中,对于三相异步交流电动机可借助正反向接触器改变定子绕组相序来实现,如图 1.2.2 所示。按下按钮 SB1,线圈 KM1 得电并自锁,电动机 M 通电正向运转。按下按钮 SB3,电动机 M 停止运转。按下 SB2,线圈 KM2 得电并自锁,电动机 M 通电反向运转。电动机正向或反向运转时,KM1 或 KM2 的常闭辅助触点串接在对方线圈线路中,使得 KM1 和 KM2 线圈不能同时得电,称为电气互锁或接触器联锁。

将正反启动按钮的常闭触点串接在对方接触器线圈线路中,使得按下按钮接通本方线路时,对方线路断开,保证了正反转线圈不同时得电,称为按钮互锁或按钮联锁,如图 1.2.3 所示。

上述联锁放在一个正反转控制线路中,实现按钮和接触器双重联锁正反转控制线路,如图 1.2.4 所示。

四、实验内容及方法

1. 倒顺开关正反转控制线路

将控制屏“电源总开关”钥匙旋至“关”位置,按下控制屏上的红色“停止”按钮以切断三相交流电源。经指导老师检查无误后,接通电源,按以下步骤操作:

- (1) 按图 1.2.1 接线。图中 Q1(用以模拟倒顺开关)、FU1、FU2、FU3 选用 D62-2 挂件,电机选用 DJ24;
- (2) 接通电源后,把开关 Q1 合向“左合”位置,观察电动机转向;
- (3) 运转半分钟后,把开关 Q1 合向“断开”位置后,再扳向“右合”位置,观察电动机转向。

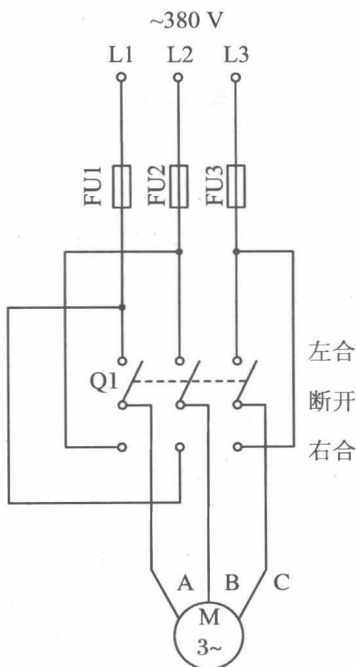


图 1.2.1 倒顺开关正反转控制线路

2. 接触器联锁正反转控制线路

将控制屏“电源总开关”钥匙旋至“关”位置,按下控制屏上的红色“停止”按钮以切断三相交流电源。参考图 1.2.2 接线。图中 SB1、SB2、SB3、KM1、KM2、FR1 选用 D61-2 件,Q1、FU1、FU2、FU3、FU4 选用 D62-2 挂件,电机选用 DJ24。经指

导老师检查无误后,接通电源,按以下步骤操作:

- (1) 合上电源开关 Q1,接通 380 V 三相交流电源;
- (2) 按下 SB1,观察并记录电动机 M 的转向、接触器自锁和联锁触点的吸断情况;
- (3) 按下 SB3,观察并记录电动机 M 运转状态、接触器各触点的吸断情况;
- (4) 再按下 SB2,观察并记录电动机 M 的转向、接触器自锁和联锁触点的吸断情况。

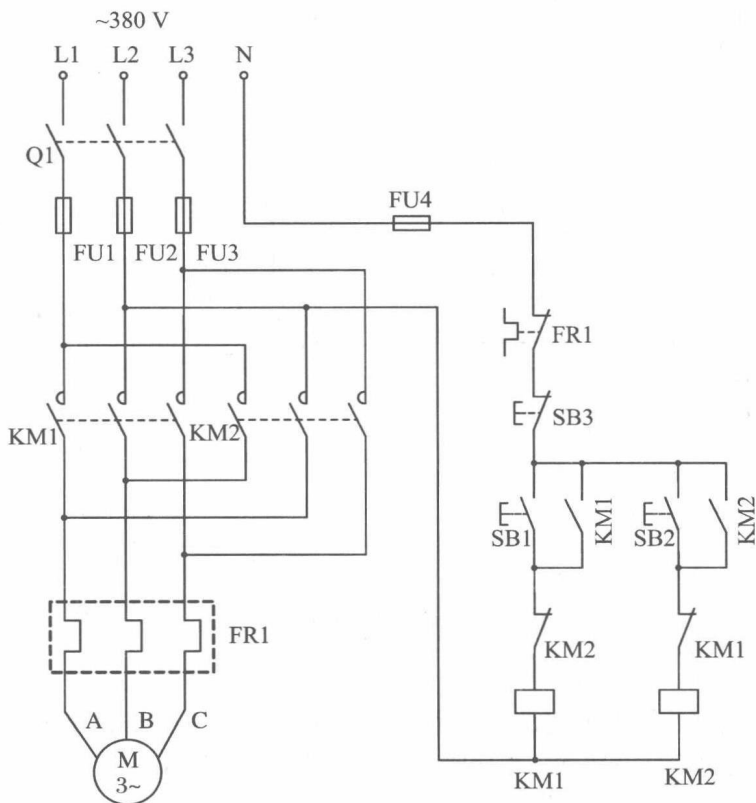


图 1.2.2 接触器联锁正反转控制线路

3. 按钮联锁正反转控制线路

断开控制屏三相交流电源。参考图 1.2.3 接线。图中 SB1、SB2、SB3、KM1、KM2、FR1 选用 D61-2 挂件, Q1、FU1、FU2、FU3、FU4 选用 D62-2 挂件,电机选用 DJ24。经指导老师检查无误后,接通电源,按以下步骤操作:

- (1) 合上电源开关 Q1,接通 380 V 三相交流电源;
- (2) 按下 SB1,观察并记录电动机 M 的转向、各触点的吸断情况;

- (3) 按下 SB3, 观察并记录电动机 M 的转向、各触点的吸断情况;
- (4) 按下 SB2, 观察并记录电动机 M 的转向、各触点的吸断情况。

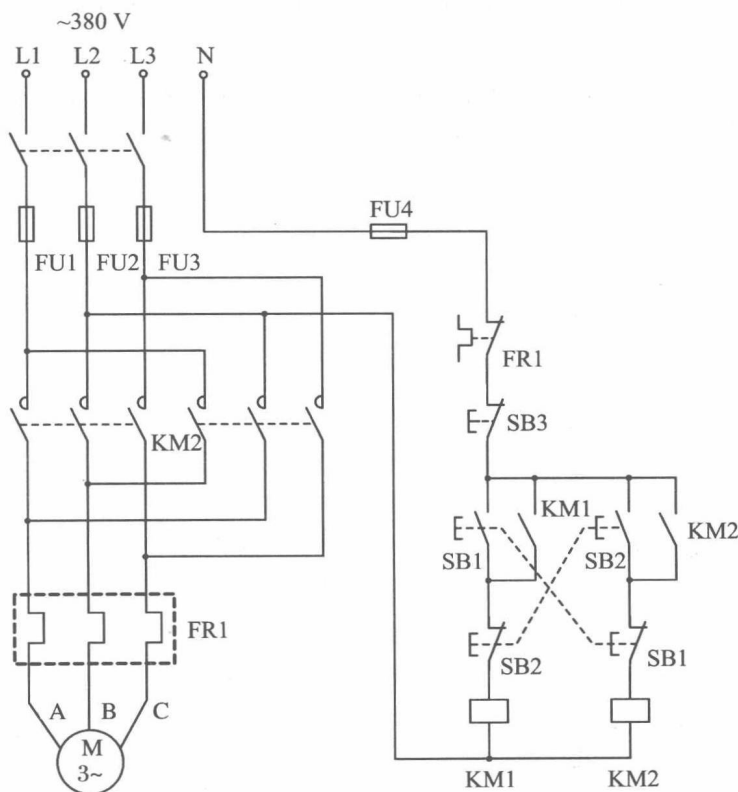


图 1.2.3 按钮联锁正反转控制线路

4. 按钮和接触器双重联锁正反转控制线路

断开控制屏三相交流电源。参考图 1.2.4 接线。图中 SB1、SB2、SB3、KM1、KM2、FR1 选用 D61-2 挂件, FU1、FU2、FU3、FU4、Q1 选用 D62-2 挂件, 电机选用 DJ24。经指导老师检查无误后, 接通电源, 按以下步骤操作:

- (1) 合上电源开关 Q1, 接通 380 V 三相交流电源;
- (2) 按下 SB1, 观察并记录电动机 M 的转向、各触点的吸断情况;
- (3) 按下 SB2, 观察并记录电动机 M 的转向、各触点的吸断情况;
- (4) 按下 SB3, 观察并记录电动机 M 的转向、各触点的吸断情况。