

高等职业教育示范专业规划教材

电气控制与PLC 项目化教程

主 编 赵 安

副主编 尹余琴 马彬彬



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

电气控制与 PLC 项目化教程

(适用于 OMRON CPM1A/CPM2A 系列)

主 编 赵 安

副主编 尹余琴 马彬彬

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书内容涉及电气控制基础知识及 PLC 技术应用,注重实际操作。以 OMRON SYSMAC CPM1A CPM2A PLC 技术为基础,以项目任务驱动教学,从项目提出开始,引出需要的知识点,设定训练内容,突出操作技能的培养。本书采用“单元式教学”结构,每个单元包含若干相关训练项目,内容充实、主题鲜明、重点突出、通俗易懂。

本书可作为大中专院校工业自动化、电气自动化、机电一体化、数控技术等相关专业学生学习用书,也可供从事自动化及相关专业工作的技术人员和自学人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制与 PLC 项目化教程/赵安主编. —上海:
上海交通大学出版社, 2012
ISBN 978-7-313-08030-1

I. ①电… II. ①赵… III. ①电气控制—教材②
plc 技术—教材 IV. ①TM571.2②TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 266768 号

电气控制与 PLC 项目化教程

赵 安 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 951 号 邮政编码 200030)

电话: 64071208 出版人: 韩建民

同济大学印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本: 787 mm×960 mm 1/16 印张: 12 字数: 216 千字

2012 年 1 月第 1 版 2012 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-313-08030-1/TM 定价: 29.00 元

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 021-65982320



序

随着经济全球化进程的不断深入,发达国家的制造能力正加速向发展中国家转移,我国已经成为全球的加工制造基地之一,这就导致了我国高技能型人才的严重短缺。高技能型人才的短缺正越来越成为制约我国经济发展的瓶颈。针对这一问题,国家先后出台了《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》、《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》和《国务院关于大力发展职业教育的决定》、《关于进一步加强高技能人才工作的意见》等相关政策和法规,决定大力发展职业教育,加强高技能人才的培养。

作为高技能型人才的重要培养基地,高职高专和高级技工学校如何突破传统的课程设置和教学模式,主动适应未来经济发展对人才的要求,已经成为非常迫切的任务。教学过程中,实训是培养高技能型人才的重要途径,而教材的质量和实用性直接影响高技能型人才培养的质量。因此,编制一套真正适合高职高专和高级技工学校教学的实训教材迫在眉睫。

为全面学习和贯彻国家相关文件的精神,突出“加强高技能型人才的实践能力和职业技能的培养,高度重视实践和实训环节教学”的要求,结合国家职业标准,特别编写了针对实践和实训环节的教学用书。

前言

根据《高技能人才培养体系建设“十一五”规划纲要》和国家对高等职业教育发展的要求,为落实“十一五”期间完善高技能型人才培养体系建设,加快培养出一大批结构合理、素质优良的技术技能型、复合技能型和知识技能型人才的这一建设目标,结合高等职业院校的教学要求和办学特点,我们编写了《电气控制与 PLC 应用项目化教程》一书。

本书的特点是:

(1) 以 OMRON SYSMAC CPM1A/CPM2A PLC 技术为基础,以项目任务驱动教学,从项目提出开始,引出需要的知识点,设定训练内容,突出操作技能的培养。

(2) 采用“单元式教学”结构,每个单元包含若干相关项目,主题鲜明,重点突出,以其良好的弹性和便于综合的特点适应实践教学环节需求。

(3) 在“项目知识链接”部分,将项目中涉及的理论知识进行梳理,努力使实训不再完全依赖理论教材。

(4) 将每个实训项目的训练效果进行量化,在“项目完成报告内容”中列出,考查学生掌握的知识、技能及灵活运用知识的能力。

本书由泰州职业技术学院赵安老师任主编,并编写本书单元三、单元四;江苏畜牧兽医职业技术学院尹余琴老师编写本书单元一、单元二;泰州职业技术学院马彬彬老师编写本书单元五和附录部分;全书由赵安老师审稿。编写中根据多年教学经验,对所有内容加以总结提炼,相关专业教师也对本教材的编写提出了宝贵意见,在此表示衷心感谢。

本书安排总课时量为 48~120 学时,可作为机电类专业、数控类专业、模具类专业项目化教材。各专业可根据教学需要酌情删减部分项目内容。

在本书的编写过程中,参考了有关资料和文献,在此也一并向其作者表示感谢!

由于编者水平有限且时间仓促,书中疏漏和不足之处,恳请使用本教材的教师及广大读者批评指正。

作 者

2011 年 11 月



目 录

单元一 电气控制基础

- 项目 1.1 三相异步电动机的正反转控制
- 项目 1.2 三相异步电动机的减压启动控制
- 项目 1.3 三相异步电动机的制动控制

单元二 可编程序控制器(PLC)基础

- 项目 2.1 PLC 概述
- 项目 2.2 一个简单的 PLC 控制电路
- 项目 2.3 OMRON PLC 编程软件 CX-Programmer 的使用

单元三 CPM1A/CPM2A 型 PLC 的指令系统

- 项目 3.1 基本指令的应用
- 项目 3.2 普通定时器、计数器指令
- 项目 3.3 定时器、计数器的功能拓展
- 项目 3.4 暂存继电器、IL/ILC 指令、JMP/JME 指令

项目 3.5 KEEP、SET/RSET 以及 DIFU/DIFD 指令

项目 3.6 数据传送指令(一)

项目 3.7 数据传送指令(二)

项目 3.8 数据移位指令(一)

项目 3.9 数据移位指令(二)

项目 3.10 数据移位指令(三)、比较指令

单元四 PLC 程序设计方法

项目 4.1 顺序功能图设计法(一)

项目 4.2 顺序功能图设计法(二)

项目 4.3 顺序功能图设计法(三)

项目 4.4 顺序功能图设计法(四)

单元五 PLC 的综合应用

项目 5.1 抢答器的 PLC 控制

项目 5.2 步进电机的 PLC 控制模拟

项目 5.3 全自动洗衣机的 PLC 控制模拟

项目 5.4 加热反应炉的 PLC 控制模拟

项目 5.5 多种液体混合装置的 PLC 控制模拟

附录一 OMRON CPM1A/CPM2A 常用指令简介

附录二 CPM1A/CPM2A 存储区分配及功能表

附录三 特殊辅助继电器编号及功能表

附录四 CPM2A 型 PLC 指令一览表

参考文献

DIANQI KONGZHI YU PLC XIANGMUHUA JIAOCHENG

单元一

电气控制基础

三相异步电动机作为动力元件具有结构简单、价格便宜、坚固耐用、维修方便等优点,因而获得了广泛的应用。在生产加工过程中,生产机械的运动部件往往要求实现正反两个方向运动,这就要求拖动电动机能正反向旋转,例如机床主轴的正转与反转或工作台的前进与后退、起重机吊钩的升与降等。从三相异步电动机的结构原理可知,只要将通入电动机定子绕组的三相电源进线的任意两相对调,就可以改变电动机的转动方向。因此正反转控制电路实质上是两个方向相反的单向运行电路,为避免误动作引起电源相间短路,必须在这两个相反方向的单向运行电路上加设必要的互锁,如图 1.1.1 所示。

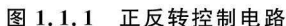


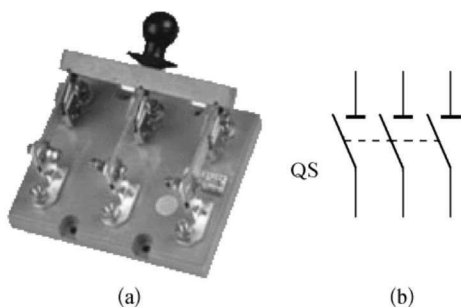
图 1.1.1 正反转控制电路

二、知识链接

(一) 常用低压电器

凡是能根据外界特定信号自动或手动地接通或分断电路,从而实现对电路或非电对象控制的电工设备称为电器。

工作在交流电压 1 200 V 或直流电压 1 500 V 及以下的电路中起到通断、保护、控制或调节作用的电器称为低压电器。



(a)

(b)

图 1.1.2 刀开关

(a) 结构图;(b) 图形符号和文字符号

1. 刀开关

刀开关是一种结构最简单、应用最广泛的手动电器,主要用作不频繁接通和分断电路,也可用作电源隔离开关。

刀开关是由操作手柄、动触刀、静插座和绝缘底板组成,依靠手动来实现动触刀与静插座的接通或分离控制。常用刀开关的结构图、图形符号和文字符号如图 1.1.2 所示。

2. 按钮

按钮是一种结构简单、应用十分广泛的主令电器,主要用于短时接通或断开小电流电路。

按钮由按钮帽、复位弹簧、桥式触点和外壳等组成,有一对常闭触点和一对常开触点,当按下按钮帽时,常闭触点断开,常开触点闭合,松开按钮帽,触点复位。为便于区分各按钮不同的控制作用,通常将按钮帽做成不同的颜色,以免误操作,常以红色表示停止按钮,绿色表示启动按钮。按钮的外形图、结构图、图形符号和文字符号如图 1.1.3 所示。

3. 接触器

接触器能依靠电磁力的作用使触点闭合或分离来接通或分断交直流主电路和大容量控制电路,并能实现远距离自动控制和频繁操作,具有欠(零)电压保护,是自动控制系统和电力拖动系统中应用广泛的一种低压控制电器。

接触器主要由电磁系统、触点系统和灭弧装置组成。电磁系统用来操作触点的闭合与分离,包括线圈、衔铁和铁心。当线圈通入电流后,在铁心中形成强磁场,

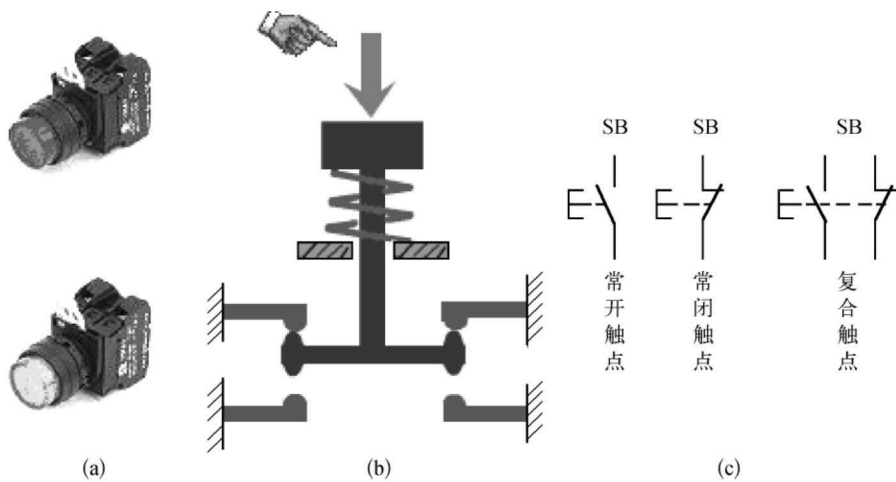


图 1.1.3 按钮

(a) 外形图;(b) 结构图;(c) 图形符号和文字符号

衔铁受到电磁力的作用,便吸向铁心。但衔铁的运动受到反作用力弹簧的阻碍,故只有当电磁力大于弹簧反作用力时,衔铁才能被铁心吸住。衔铁被吸合时,带动动触点与静触点接触,从而使被控电路接通。当线圈断电后,衔铁在反作用力弹簧的作用下迅速离开铁心,从而使动、静触点分离,断开被控电路。接触器的外形图、结构图、图形符号和文字符号如图 1.1.4 所示。

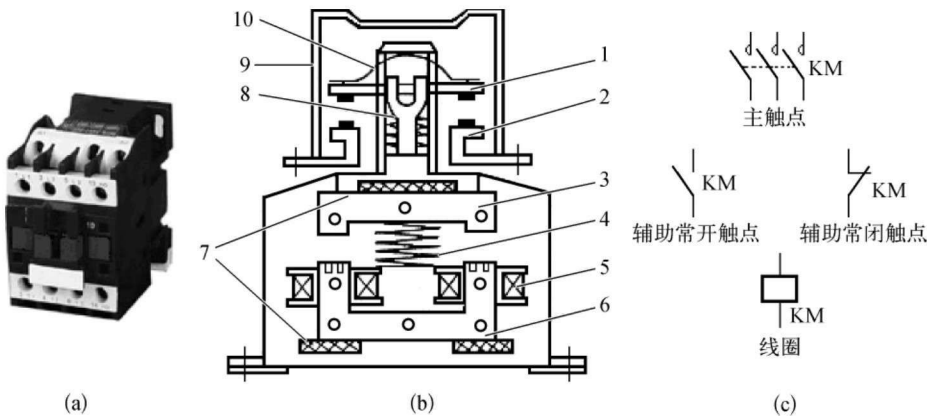


图 1.1.4 接触器

(a) 外形图;(b) 结构图;(c) 图形符号和文字符号

1. 动触头 2. 静触头 3. 衔铁 4. 缓冲弹簧 5. 电磁线圈 6. 铁心
7. 垫毡 8. 触头弹簧 9. 灭弧罩 10. 触头压力簧片

4. 热继电器

热继电器主要用作电动机的过载保护。热继电器有多种结构形式,最常用的是双金属片结构,即由两种不同膨胀系数的金属片用机械碾压而成,一端固定,另一端为自由端。如图 1.1.4(a)所示。热继电器通常有一对常开和常闭触点,常闭触点接入控制电路,常开触点接入信号电路。

热继电器主要利用电流的热效应来工作。图 1.1.5 中,双金属片 2 与热元件 3 串接在电动机电源端的主电路中,当电动机过载时,双金属片受热膨胀弯曲推动导板 4,并通过补偿双金属片 5 与推杆的动作,使触点 9 和 6 分开,从而切断电路保护电动机。

调节旋钮 11 是一个偏心轮,它与支撑件 12 构成一杠杆,转动偏心轮,改变它的半径即可改变补偿双金属片 5 与导板 4 的接触距离,从而达到调节整定动作电流值的目的。此外,靠调节复位螺钉 8 来改变静触点 7 的位置,使热继电器能工作在自动复位和手动复位两种状态。调成手动复位时,在故障排除后要按下 10 才能使动触点恢复与静触点 6 相接触。热继电器的结构图、图形符号和文字符号如图 1.1.5 所示。

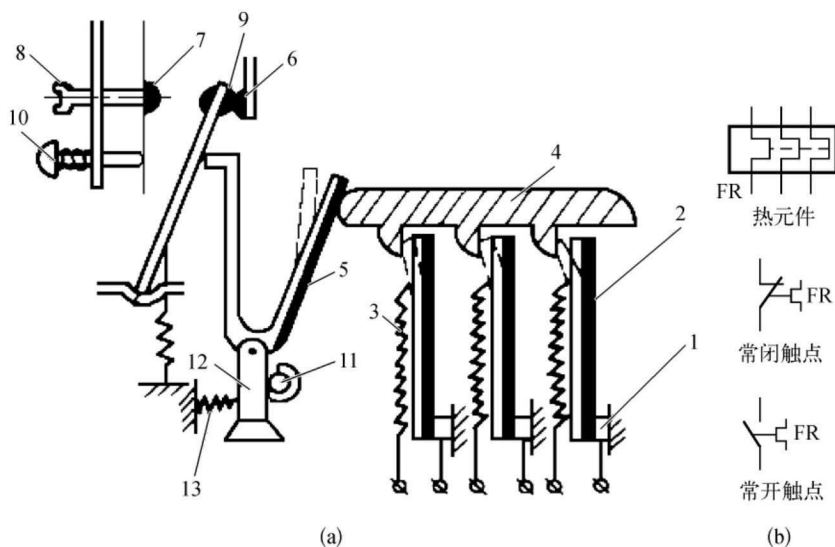


图 1.1.5 热继电器

(a) 结构图; (b) 图形符号和文字符号

1. 接线端子 2. 主双金属片 3. 热元件 4. 推动导板 5. 补偿双金属片 6. 常闭触头
7. 常开触头 8. 复位调节螺钉 9. 动触头 10. 复位按钮 11. 偏心轮 12. 支撑件 13. 弹簧

5. 熔断器

熔断器是一种结构简单而有效的保护电器,它串接在被保护电路的首端,主要起短路保护作用。

熔断器主要由熔体和安装熔体的熔管组成。当电路正常工作时,熔断器允许通过一定大小的电流,熔体不熔化;当电路发生短路时,熔体中流过很大的故障电流,电流产生的热量达到熔体的熔点,熔体熔化,自动切断电路,从而达到保护的目。熔断器的外形图、图形符号和文字符号如图 1.1.6 所示。

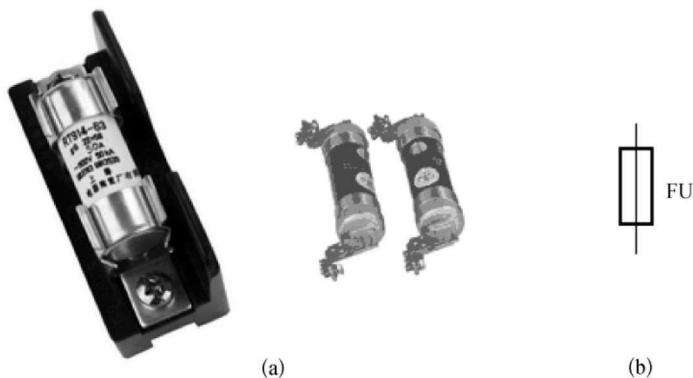


图 1.1.6 熔断器

(a) 外形图;(b) 图形符号和文字符号

(二) 电气控制系统图的绘制

电气控制系统图是指根据国家电气制图标准,由许多电气设备及电器元件用其规定的图形符号、文字符号及绘制原则绘制而成,包括电气原理图、安装接线图和元件布置图。

图形符号是用来表示一台设备或概念的图形、标记或字符。例如,“~”表示交流,“ $\square$ ”表示电阻等。国家电气图用符号标准 GB/T4728 规定了电气简图中图形符号的画法,该标准及国家电气制图标准 GB/T6988 于 1997 年 1 月 1 日正式开始执行。

文字符号是用来表示电气设备、装置、元器件的名称、功能、状态和特征的字符代码。例如,FR 表示热继电器。

电气原理图也称为电路图,表示电流从电源到负载的传送情况和各电气元件的动作原理及相互关系,而不考虑各电器元件实际安装的位置和实际连线情况。绘制电气原理图应遵循以下原则:

(1) 主电路用粗线条画在左边;控制电路用细线条画在右边。

(2) 电器元件,采用国家标准规定的图形符号和文字符号表示。

(3) 需要测试和拆、接外部引线的端子,应用图形符号“空心圆”表示。电路的连接点用“实心圆”表示。

(4) 同一电器元件的各部件可不画在一起,但文字符号要相同。若有多个同一种类的电器元件,可在文字符号后加上数字符号,如 KM1、KM2 等。

(5) 所有按钮、触点均按没有外力作用和没有通电时的原始状态画出。

(6) 控制电路的分支电路,原则上按动作顺序和信号流自上而下或自左至右的原则绘制。

(7) 电路图应按主电路、控制电路、照明电路、信号电路分开绘制。直流和单相电源电路用水平线画出,一般画在图样上方,相序自上而下排列。中性线(N)和保护接地线(PE)放在相线之下。主电路与电源电路垂直画出。控制电路与信号电路垂直画在两条水平电源线之间。耗电元件(如电器的线圈、电磁铁、信号灯等)直接与下方水平线连接。控制触点连接在上方水平线与耗电元件之间。

(8) 当图形垂直放置时,各元器件触点图形符号以“左开右闭”的形式绘制。当图形为水平放置时,以“上闭下开”的形式绘制。

图区的划分:在图样的下方沿横坐标方向划分图区,并用数字编号。同时在图样的上方沿横坐标方向划区,分别标明该区电路的功能。

元件的相关触点位置的索引用图号、页次和区号组合表示。接触器和继电器的触点位置可采用附图的方式表示,如图 1.1.7 所示。

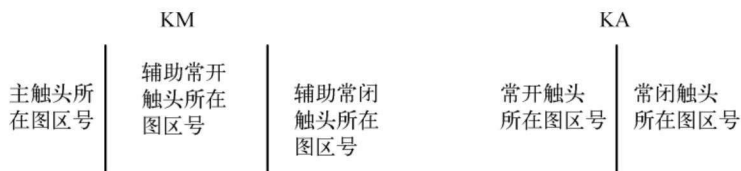


图 1.1.7 接触器和继电器触点位置索引图

电器元件布置图详细绘制出电气设备、零件的安装位置。图中各电器代号应与有关电路和电器清单上所有元器件代号相同。图 1.1.8 为 CW6132 型普通车床的电器元件布置图。

安装接线图是电气原理图具体实现的表现形式,用来表明电气设备各单元之间的安装位置和实际配线方式。在实际应用中,接线图往往要跟原理图和布置图一起使用。图 1.1.9 为 CW6132 型车床的接线图。

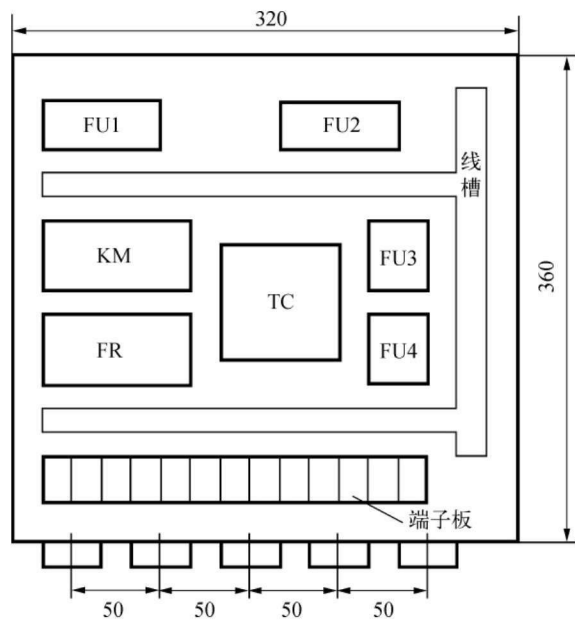


图 1.1.8 CW6132 型普通车床的电器元件布置图

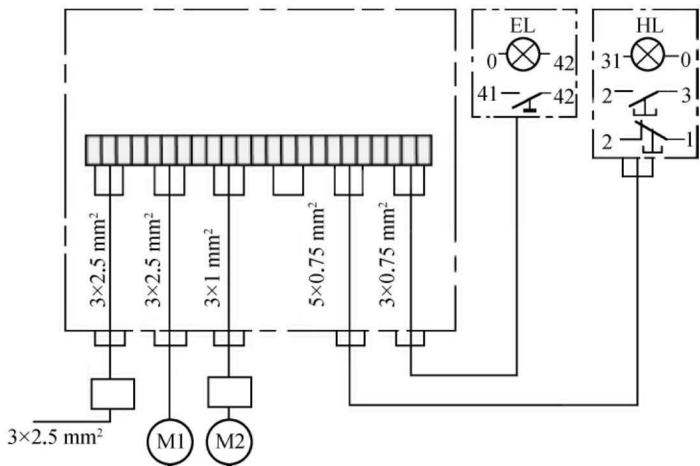


图 1.1.9 CW6132 型车床的接线图

三、项目分析

图 1.1.10 中主电路由正反转接触器 KM1、KM2 的主触点来改变电源的相

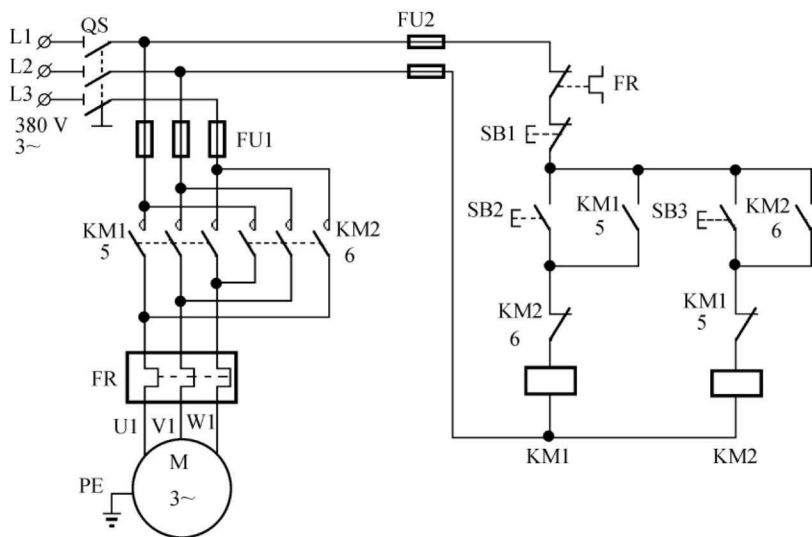


图 1.1.10 正反转控制电路

序,以实现电动机的正反转。

电路的工作过程:

(1) 先接通三相电源开关 QS。

(2) 正转: 按下 SB2→KM1 线圈得电→KM1 主触点、常开辅助触点闭合,常闭辅助触点打开→电动机 M1 通电正转。

(3) 停止: 按下 SB1→KM1 线圈失电→KM1 主触点、常开辅助触点打开,常闭辅助触点闭合→电动机 M1 断电停转。

(4) 反转时原理同上。

图 1.1.10 中将 KM1、KM2 的常闭触点分别串接在对方的线圈电路中,实现互锁控制,即一个接触器通电时,利用其常闭触点的断开来锁住对方线圈的电路,这种利用两个接触器的常闭触点相互控制的方法称为电气互锁。在互锁电路中,要实现电动机由正向到反向或由反向到正向的运转,都需先按下停止按钮 SB1,这就构成了“正→停→反”或“反→停→正”的操作顺序。

若要实现电动机直接由正转到反转或由反转到正转,就需对图 1.1.10 进行改进。增加启动按钮 SB2、SB3 的常闭触点,构成按钮的机械互锁,这样在控制回路中既有按钮的机械互锁,又有接触器的电器互锁,工作安全可靠,如图 1.1.11 所示。操作时无需再按停止按钮,直接按下反向启动按钮 SB3 可使电动机由正转变