



教育部高职高专规划教材
Jiaoyubu Gaozhi Gaozhuan Guihua Jiaocai

机床电气及可编程序控制器 实验、课程设计指导书

郁汉琪 主编

高等教育出版社

HIGHER EDUCATION PRESS



教育部高职高专规划教材

机床电气及可编程序控制器 实验、课程设计指导书

郁汉琪 主 编
陆宝春 副主编
张世琪 主 审

高等教育出版社

内容提要

本书共分四篇。第一篇主要介绍常用机床电气控制线路实验,包括异步电动机的点动、启动、正反转、顺序控制、制动及交流电动机的调速控制、步进电动机控制实验等。第二篇为可编程控制器的基本实验,包括 PLC 可编程控制器编程器的基本操作、PLC 基本指令及功能指令的应用实验等。第三篇为 PLC 可编程控制器课程设计,包括 PLC 控制系统设计概要、PLC 课题设计举例及课程设计选题。第四篇为附录,包括 PLC 实验台及演示装置的使用说明、PLC 编程器、编程软件的操作说明和 PLC 的指令系统简表。本书实验所选的 PLC 可编程控制器为三菱 FX 系列 PLC。

本书可作为高职高专、高校机电一体化、自动化、数控技术和电气技术等专业的教学实验教材,也可作为工程技术人员的自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机床电气及可编程序控制器实验、课程设计指导书/
郁汉琪主编. —北京:高等教育出版社, 2001.7
教育部高职高专规划教材
ISBN 7-04-009963-2

I. 机… II. 郁… III. ①机床-电气控制系统-
高等学校:技术学校-教材②可编程控制器-高等
学校:技术学校-教材 IV. ①TG502.35②TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 26194 号

机床电气及可编程序控制器实验、课程设计指导书
郁汉琪 主编

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号
电 话 010-64054588
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

邮政编码 100009
传 真 010-64014048

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 高等教育出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 18.5
字 数 450 000

版 次 2001 年 7 月第 1 版
印 次 2001 年 7 月第 1 次印刷
定 价 15.90 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

责任编辑	李宇峰
封面设计	杨立新
责任绘图	李维平
版式设计	周顺银
责任校对	许月萍
责任印制	韩刚

出版说明

教材建设工作是整个高职高专教育教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、学校和有关出版社的共同努力下,各地已出版了一批高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设仍落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育基础课程教学基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。出版后的教材将覆盖高职高专教育的基础课程和主干专业课程。计划先用2~3年的时间,在继承原有高职、高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验,解决好新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专教育教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

“教育部高职高专规划教材”是按照《基本要求》和《培养规格》的要求,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的,适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2000年4月3日

序

《机床电气及可编程控制器实验、课程设计指导书》是机械工程、电气工程和工业自动化等学科或专业必选的技术基础课实践教学用教材,实验和课程设计是培养学生科学素质和创造能力的一个重要环节。著者根据专业人才培养规格、专业知识结构、能力结构和教学要求,结合自身丰富的教学和科研开发经验,特别是长期的实验系统研究与开发、实践教学的独特经验,精心设计和编写了本教材。因此,这本教材在科学性、实用性、综合性和易学性方面有着鲜明的特色。下面从教与学的角度谈谈我对本书的几点看法。

一是教材在总体规划和设计上突出了学生能力的培养。现代教育的最主要的任务是培养学生的创新能力,它包括研究能力、思维能力、表达能力、组织管理能力和整合能力。著者在总体设计中按照学生学习和创新的规律,由浅入深、由简单到复杂、由单项到系统以及由验证到设计,进行了科学合理的安排。这种结构符合认识论的规律,有利于学生演绎思维能力和综合思维能力的培养,有利于学生能力由模仿到创新、循序渐进地提高,也逐步锻炼了学生的实验或设计的组织能力和多种知识、多种技能的整合能力。我期望在教学与学习过程中,要充分利用这个特点,将著者的思想转化为教与学的现实成果。

二是知识结构的安排上充分考虑了学生的综合素质培养。现代教育的一个很重要的任务就是培养学生的综合素质,它包括人文素质、科学素质和心理素质。全书共有 62 个实验与课题设计,既大量涉及专业知识、基础知识、经济与社会知识,又涉及工程伦理方面的知识,如节能、环保等,使学生在专业学习、锻炼操作技术和创造能力的过程中提高综合素质。这种以具体的知识和技能为载体,着眼于培养学生的综合素质的做法是值得肯定的。

三是在编写实例上着眼于提高学生的自学能力。随着科学技术的进步,特别是现代信息技术的飞速发展,知识更新的速度急剧加快。据统计,到 20 世纪 80 年代科学知识每年增长 12.5%。另外,在人的一生中,大学阶段只能获得所需知识的 10% 左右,而其余 90% 的知识都要在工作中不断学习才能取得。从这个意义上说,学习的最大任务就是学会学习的方法。本书内容编排已充分考虑了学生自学的需求,同时在实用性、趣味性等方面也进行了精心选例和精心安排。

总之,这是一本非常适用于高等职业教育、本科教育以及成人教育的好教材。

张世琪

2001 年 2 月于南京理工大学

前言

随着机电技术的迅速发展,机床电气控制及可编程控制器应用技术越来越重要。各校的机械、电气和自动化类专业都相继开设了这门应用性、实践性非常强的专业课。要学好这门课,离不开实践,离不开工程实践环境。本书的编写充分考虑到了该课程教学内容的基本要求,并在广度和深度上有所拓展。在层次安排上,既有单个的、验证型的“基本实验”,又有综合的、设计型的“设计课题”选题,面广量大,内容丰富,既非常实用,又颇具实用性、趣味性。这些设计选题,对学生来说,将大大开阔他们的视野,激发他们的学习积极性,锻炼他们设计、编程、调试 PLC 电气控制系统和排除电路故障的能力;对教师而言,为他们丰富了课程设计的选题范围。此外,本书的叙述体例既有针对实验内容本身的阐述,又对所涉及的理论知识进行了概括,对较复杂的设计课题给出了提示和参考设计方案,这样的处理,有助于学生在分析任务、解决问题时把握正确方向,在完成设计课题时跨出艰难的一步。

本书共四篇。第一篇为机床电气控制实验,共 8 个。实验内容为基本的电气控制线路实验和交流电动机及步进电动机的调速控制实验等。第二篇为 PLC 可编程控制器基本实验,共 21 个,包括 PLC 基本指令的实验、应用指令实验及 PLC 的典型应用实验等。第三篇为 PLC 可编程控制器课程设计,共三节。第一节介绍了 PLC 可编程控制系统设计概要;第二节介绍了 PLC 课题设计举例,共 4 个,包括霓虹灯广告屏控制器的设计、自动打铃控制器的设计、带有显示的十字路口交通信号灯控制器的设计及气动机械手的自动控制设计等;第三节为 PLC 可编程控制器课程设计选题,共 29 个,包括典型机床的控制、生产线的控制、花式喷水池的控制、产品的分检与测试控制,等等。第四篇为附录,主要介绍 PLC 实验台及应用演示装置的结构及使用方法,编程器及编程软件的使用说明,PLC 基本指令、应用指令简表等。

本书所编写的实验、课程设计题都是在日本三菱公司生产的 FX 系列 PLC 所组成的实验台上进行的。要说明的一点是,每个实验、课题按控制要求设计的程序不是惟一的,读者可根据对指令的理解和掌握,重新进行编程和控制。对于其他厂家生产的 PLC 也可借鉴本书许多实例进行编程练习和控制。本书在使用时,可根据各校教学需要进行取舍,选择某些实验项目和课程设计选题进行实践和设计。

本书由南京工程学院郁汉琪任主编,南京理工大学制造工程学院陆宝春任副主编,参加编写的还有南京工程学院王少平、卢虹霞、曹锦江,南京工业职业技术学院徐德宏。其中,陆宝春编写了第二篇实验十九至实验二十一,第三篇第三节的课题十八至课题二十六;王少平编写了第一篇实验一至实验五、实验七;卢虹霞编写了第三篇的实验十至实验十三;徐德宏编写了第三篇的第三节课题二十七至课题二十九、第四篇附录三和附录四;曹锦江编写了第三篇第三节的课题十五至课题十七。其余内容均由郁汉琪负责编写,并负责全书统稿和定稿。

全书由南京理工大学博士生导师张世琪教授审稿,并提出了许多有益的建议和意见。在此

谨向在编写过程中给予大力支持和帮助的有关同志致以衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免存有错漏，恳请读者批评指正。

编 著 者

2000 年 12 月于南京

目 录

第一篇 机床电气控制实验

实验一 电动机的起动、点动控制实验	(1)	实验五 电动机反接制动控制实验	(13)
实验二 电动机的正转、反转及多点控制实验	(4)	实验六 工作台自动往返循环控制实验	(16)
实验三 多台电动机的顺序控制实验	(7)	实验七 三相异步电动机的变频调速实验	(21)
实验四 电动机的能耗制动实验	(10)	实验八 步进电动机的调速控制实验	(26)

第二篇 可编程控制器基本实验

实验一 可编程控制器认识及编程操作实验	(29)	控制实验	(94)
实验二 基本指令实验	(38)	实验十三 舞台艺术灯饰的 PLC 控制实验	(100)
实验三 置位、复位及脉冲指令实验	(44)	实验十四 四层电梯的 PLC 控制实验	(104)
实验四 栈及主控指令实验	(51)	实验十五 LED 数码显示控制实验	(114)
实验五 定时器、计数器指令实验	(57)	实验十六 PLC 功能指令实验	(119)
实验六 步进顺控指令实验	(62)	实验十七 电动机的 PLC 模拟控制实验	(124)
实验七 分支及汇合指令实验	(66)	实验十八 PLC 与变频器控制电动机实验	(127)
实验八 移位寄存器指令实验	(73)	实验十九 PLC 控制多台电动机顺序运行实验	(132)
实验九 交通信号灯的自动控制实验	(78)	实验二十 交流电动机 Y/ Δ 起动的 PLC 控制实验	(137)
实验十 机械手的 PLC 自动控制实验	(83)	实验二十一 PLC 控制气动元件实验	(141)
实验十一 加工中心刀库换刀方向选择控制实验	(88)		
实验十二 驱动步进电动机的 PLC			

第三篇 可编程控制器课程设计

第一节 PLC 控制系统设计概要	(144)	三、PLC 控制系统设计的一般步骤	(145)
一、PLC 控制系统设计的基本原则	(144)	第二节 PLC 控制系统课题设计举例	(147)
二、PLC 控制系统设计的基本内容	(144)		

课题一	霓虹灯广告屏控制器的设计	.....	(147)	课题十三	LED 点阵图形显示的 PLC 控制	.....	(202)
课题二	自动打铃控制器的设计	.....	(155)	课题十四	金属压铸机的 PLC 控制	.....	(204)
课题三	带有显示的十字路口交通信号灯控制器设计	.....	(170)	课题十五	抽水泵的 PLC 控制	.....	(205)
课题四	气动机械手的自动控制设计	.....	(178)	课题十六	小车行车方向的 PLC 控制	.....	(206)
第三节	PLC 课程设计选题	.....	(183)	课题十七	数控圆弧插补的 PLC 控制	.....	(207)
课题一	三路智力抢答器的 PLC 控制	.....	(183)	课题十八	加热反应炉的 PLC 控制	.....	(209)
课题二	花式喷水池的 PLC 控制	.....	(185)	课题十九	包装生产线的 PLC 控制	.....	(210)
课题三	六层电梯的 PLC 控制	.....	(187)	课题二十	工业污水处理的 PLC 控制	.....	(212)
课题四	全自动洗衣机的 PLC 控制	.....	(189)	课题二十一	多工步机床的 PLC 控制	.....	(214)
课题五	输送带的 PLC 控制	.....	(191)	课题二十二	铣床的 PLC 控制	.....	(216)
课题六	自动卸料爬斗的 PLC 控制	.....	(192)	课题二十三	电镀流水线的 PLC 控制	.....	(217)
课题七	箱体加工专用机床的 PLC 控制	.....	(193)	课题二十四	生产线自动装箱的 PLC 控制	.....	(219)
课题八	产品在流水线上的测试与分检控制	.....	(195)	课题二十五	维护电梯的 PLC 控制	.....	(221)
课题九	多种液体自动混合装置的 PLC 控制	.....	(196)	课题二十六	体育比赛计分装置的 PLC 控制	.....	(222)
课题十	工业机械手的 PLC 控制	.....	(197)	课题二十七	单轴定位装置的 PLC 控制	.....	(223)
课题十一	自动售货机的 PLC 控制	.....	(199)	课题二十八	呼叫器的 PLC 控制	.....	(224)
课题十二	注塑机的 PLC 控制	.....	(200)	课题二十九	PLC 的网络通讯及控制	.....	(226)

第四篇 附 录

附录一	PLC 可编程控制器实验台及 演示装置的组成、使用说明	 (229)	二、FX-20P-E 编程器的使用说明	 (249)
一、PLC8500 系列可编程控制器实 验装置的组成	 (229)	附录三	Fxgpwin 编程软件的使用说明	 (272)
二、PLC85001 型可编程控制器实 验台的使用说明	 (230)	一、概述	 (272)	
三、PLC8500 系列可编程控制器演 示装置的使用说明	 (233)	二、程序编制	 (275)	
附录二	PLC 可编程控制器编程器使 用说明	 (243)	三、程序的检查	 (277)
一、FX-10P-E 编程器使用说明	 (243)	四、程序的上载和下载	 (277)	
		五、软元件的监控和强制执行	 (277)	
		六、其他菜单及目录的使用	 (280)	
		附录四	三菱 FX 系列 PLC 指令一览表	 (281)
		一、基本指令简表	 (281)	
		二、应用指令简表	 (282)	

参考文献		(284)
------	-------	-------

第一篇 机床电气控制实验

实验一 电动机的起动、点动控制实验

一、实验目的

1. 熟悉一些常用的控制电器和保护电器。
2. 学会三相异步电动机的起停和控制线路，加深刻理解这些基本控制线路的工作原理。

二、实验原理和电路

1. 三相异步电动机的起动有全压起动和降压起动。一般在小功率情况下采用全压起动，而对于大功率电动机均采用降压起动方法。这里我们介绍全压起动的方法，图 1.1.1 所示为三相异步电动机的起停控制线路，图 1.1.2 所示为三相异步电动机的点动和长动控制线路。

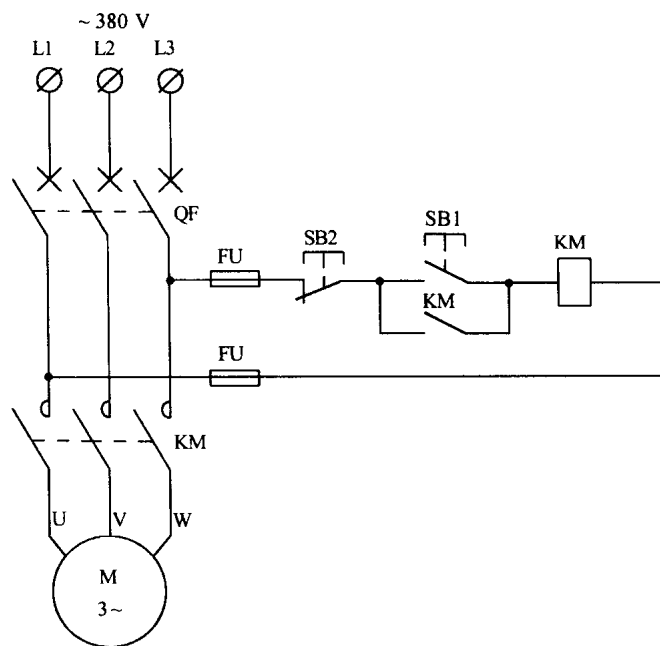


图 1.1.1 三相异步电动机的起停控制线路

2. 在图 1.1.1 起停控制实验电路当中，采用了一个空气开关（QF），一个三相交流接触器（KM），一台三相交流异步电动机（M），起、停按钮（SB1、SB2）各一个，两个熔断器（FU）。在主回路当中没有使用熔断器和热继电器，是因为空气开关本身带有短路保护和过载保护的功能。当按下起动按钮 SB1 时，接触器 KM 通电吸合并自锁，电动机开始转动；当按下停止按钮

SB2 时，交流接触器断电释放，电动机停止转动。

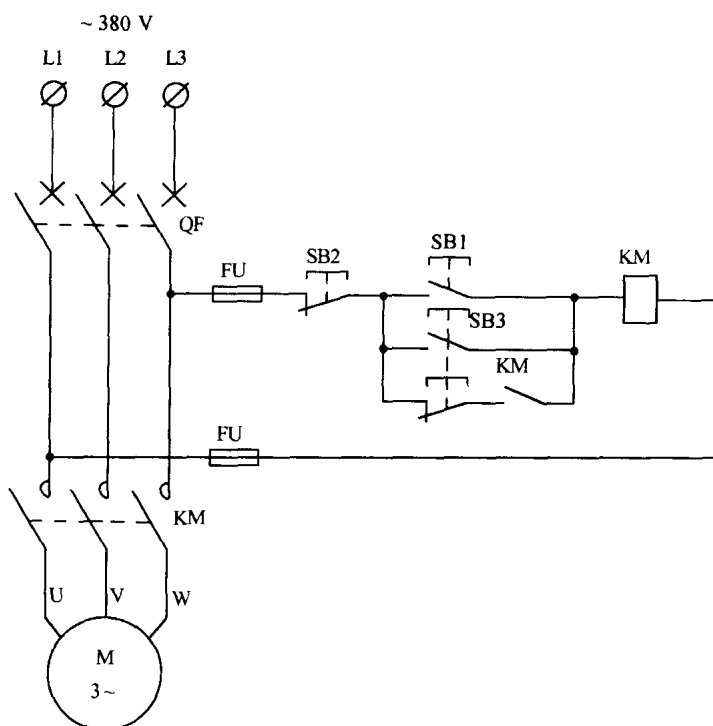


图 1.1.2 三相异步电动机的点动和长动控制线路

3. 在图 1.1.2 点动和长动控制线路中使用了三个按钮，其中 SB1 为起动按钮，SB2 为停止按钮，SB3 为点动按钮。当按下 SB1 时，电动机转动；当按下 SB2 时，电机停止，称之为起动控制。而当按下 SB3 时，电动机转动，如果松开 SB3，则电动机停止转动，说明它没有自锁功能，称之为点动控制。

4. 主电路采用 380 V 交流供电，控制电路根据所选电器是 380 V 或 220 V 的线圈电压来确定。本次实验是选 380 V 供电，如选 220 V 供电，则控制回路的一端应接在三相四线制的零线上。

三、实验内容及步骤

1. 三相电机的起动

① 将空气开关 (QF) 手柄位置置于“关”位置。

② 按图 1.1.1 接线。接线应按照主回路、控制回路分步来接；接线次序应按自上而下，从左向右来接；即先主后辅，先串后并的基本原则。接线尽可能整齐、清晰，能用短线的地方，就用短线连接，便于检查。在连线时通过转动插头将接插件自行锁紧，使接点牢固、可靠。

③ 在图 1.1.1 和图 1.1.2 的两个实验中电动机都采用星型接法。

④ 接线完毕后需经指导教师检查线路后，方能接通电源。

⑤ 合上空气开关 QF，按下起动按钮 SB1，观察电动机转动情况。

⑥ 按下停止按钮 SB2，观察电动机是否停止。

⑦ 先切断电源（拉下空气开关 QF），再拆线，主电路仍保留。

2. 三相电动机的点动控制

① 按图 1.1.2 接线，步骤和以上相同。

② 接线完毕后需经老师检查后，方能接通电源。

③ 按下 SB1 电动机为起动，按下 SB2 电动机停止，按下 SB3 电动机为点动。分别记录电动机转动情况。

④ 按下 SB1 电动机运转，此时 SB3 若按下（注意不要按到底），观察电动机运转情况。

3. 实验结束，先切断电源（拉下空气开关 QF），再拆线，并将实验器材整理好。

四、实验器材

1. MEE - I 型机床电器实验台	一台
2. MEE - 1 型电动机实验台	一台
3. 连接导线	若干

五、预习要求

1. 认真准备，建立安全操作的概念，保证人身安全和设备安全。

2. 实验之前，熟悉各电器元件的特性。

3. 读懂实验电路图，掌握电路的工作原理。

4. 对实验步骤有一定的了解，以便实验中能安全、按时的完成任务。

5. 预习实验报告要求一节，并在实验中观察有关现象。

六、实验报告要求

1. 按照一定的格式书写实验报告。

2. 画出实验电路图，叙述实验操作步骤。

3. 回答如下问题：

① 为什么在主回路当中没有采用热继电器进行过载保护？

② 在点动控制线路实验中，当 SB1 按下，电动机处在运转状态，此时按下 SB3（注意不要按到底）会出现什么状况？

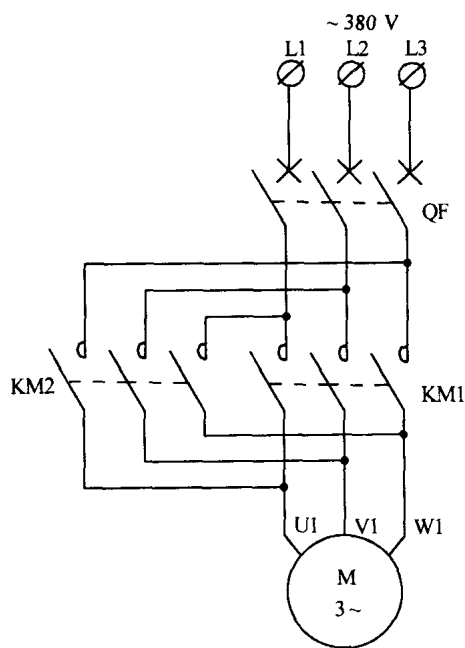
实验二 电动机的正转、反转及多点控制实验

一、实验目的

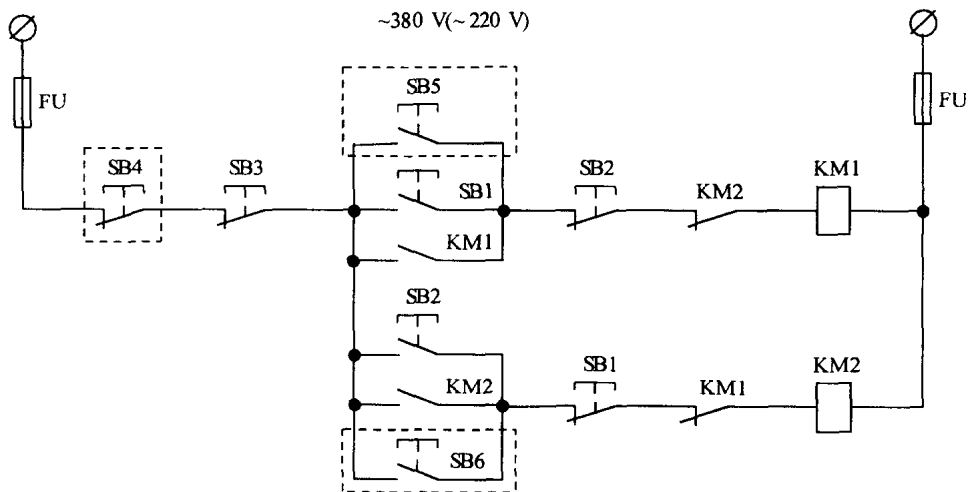
1. 进一步熟悉一些常用的控制电路。
2. 学会三相异步电动机正、反转控制线路的接线，加深理解这种基本控制线路的工作原理。
3. 掌握电动机多点控制电路。

二、实验原理和电路

1. 在生产加工过程中，往往要求电动机能够实现可逆运行。如机床工作台的前进与后退，主轴电动机的正转与反转，电梯的升与降等等，这就要求电动机既能够正转，又能够反转。图 1.2.1 (a) 所示为三相异步电动机正、反转实验电路的主回路，图 1.2.1 (b) 所示为三相异步电动机正、反转实验电路的控制回路。



(a) 主电路



(b) 控制电路

图 1.2.1 三相异步电动机正、反转控制实验电路

2. 我们知道只要改变电动机的三相电源进线的任意两相的相序，电动机即可反转。图 1.2.1 所示实验电路中采用了两个接触器 KM1 和 KM2，分别担任正转和反转的任务。SB1 为正转按钮，SB2 为反转按钮。这两个按钮和两个接触器采用互锁关系的接法，以保证电路的可靠工作。当 SB1 按下，KM1 通电吸合并自锁，同时互锁住 KM2，使电动机正转；当 SB2 按下，KM2 通电吸合并自锁，同时互锁住 KM1，使电动机反转。

3. 在控制电路中增加了一个停止按钮 SB4，一个正转控制按钮 SB5 和一个反转按钮 SB6，主要是提供在不同的工作位置都能进行操作，即多点控制。这是需要根据实际情况设置的开关。

4. 三相异步电动机采用星型接法。

三、实验内容及步骤

1. 电动机正转实验

- ① 将空气开关 (QF) 手柄位置置于“关”位置。
- ② 按图 1.2.1 (a) 和图 1.2.1 (b) 接线，接线方法应按照实验一所要求的方法去做，虚线部分先不接。
- ③ 接线完毕后，需经检查后，方能接通电源。
- ④ 合上空气开关 QF，按下正转按钮 SB1，观察电动机运行情况，并记录。
- ⑤ 按下 SB2，注意不要按到底，然后松开 SB2，观察电动机运行情况。

2. 电动机反转实验

① 按下正转按钮 SB1，等电动机运行平稳后，按下 SB2，一直按到底，观察电动机运行情况。

② 按下 SB1，电动机正转起动。再按下 SB3，电动机停止。再按下 SB2，电动机反转起动。

3. 多点控制实验

① 切断电源，在 SB3 前串入一开关 SB4，SB1、SB2 的两端分别并联在开关 SB5、SB6 两端。

② 利用新增加的开关与原先的按钮组合起来进行多点控制电动机的正、反转。

4. 实验结束，先切断电源（断开 QF），再拆线，并将实验器材整理好。

四、实验器材

- | | |
|---------------------|----|
| 1. MEE - I 型机床电器实验台 | 一台 |
| 2. MEE - 1 型电动机实验台 | 一台 |
| 3. 连接导线 | 若干 |

五、预习要求

1. 认真阅读实验指导书，熟悉实验电路。
2. 掌握主电路的工作原理，熟悉操作步骤。
3. 掌握多点控制电路的工作原理及实验操作步骤。

六、实验报告要求

1. 按照一定的格式书写实验报告。
2. 画出实验电路图，叙述实验操作步骤。
3. 回答如下问题：
 - ① 本次实验电路中采用了哪两种互锁电路？各是怎样实现互锁的？
 - ② 如不采用电气互锁，将可能产生什么严重后果？
 - ③ 在检查控制回路的时候，用什么方法可以方便地检查电路连接是否正确？

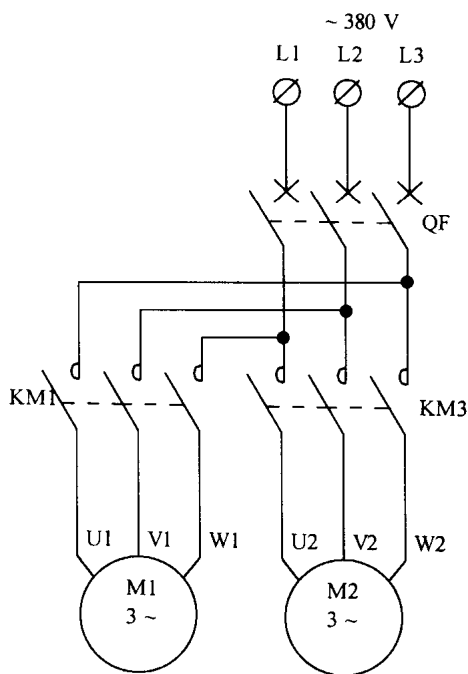
实验三 多台电动机的顺序控制实验

一、实验目的

1. 学会多台电动机的顺序控制，掌握其控制电路的工作原理。
2. 掌握顺序控制电路中电器元件的自锁和互锁。
3. 学会时间继电器的应用。

二、实验原理和电路

1. 在实际工作中，常常会遇到多台电动机的控制。如在起动主轴电动机后，还要起动辅助电动机。在 C630 型普通车床的控制线路中，设有主电动机和冷却电动机，它的电气控制线路就是一种顺序控制方式，主电动机先起动，然后再起动冷却电动机，系统就可进行切削加工。其控制方式有手动和自动两种。图 1.3.1 (a) 和 1.3.1 (b) 所示电路分别为两台电动机顺序控制实验电路的主回路及控制回路。



(a) 主回路