

教育部推荐教材 ● 21世纪高职高专系列规划教材 ● 高职高专“工学结合”试点教材



电气控制与 PLC

主 编 章丽芙 邵 林
副主编 倪步喜 吕爱华

21SHIJI GAOZHI GAOZHUAN XILIE GUIHUA JIAOCAI

DIANQI KONGZHI
YU PLC



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

教育部推荐教材

21世纪高职高专系列规划教材

高职高专“工学结合”试点教材

电气控制与 PLC

主 编 章丽芙 邵 林

副主编 倪步喜 吕爱华



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电气控制与 PLC/章丽芙,邵林主编. —北京:北京师范大学出版社,2008.6

教育部推荐教材

ISBN 978-7-303-09258-1

I. 电… II. 章… III. ①电气设备-自动控制-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. TM921.5 TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 060192 号

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com.cn

北京新街口外大街 19 号

邮政编码: 100875

印 刷: 唐山市润丰印务有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 170 mm × 230 mm

印 张: 19.5

字 数: 330 千字

版 次: 2008 年 8 月第 1 版

印 次: 2008 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 31.00 元

责任编辑: 周光明 装帧设计: 李葆芬

责任校对: 李 菡 责任印制: 马鸿麟

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58800825

出版说明

随着我国经济建设的发展,社会对技术型应用人才的需求日趋紧迫,这也促进了我国职业教育的迅猛发展,我国职业教育已经进入了平稳、持续、有序的发展阶段。为了适应社会对技术型应用人才的需求和职业教育的发展,教育部对职业教育进行了卓有成效的改革,职业教育与成人教育司、高等教育司分别颁布了调整后的中等职业教育、高等职业教育专业设置目录,为职业院校专业设置提供了依据。教育部连同其他五部委共同确定数控技术应用、计算机应用与软件技术、汽车运用与维修、护理为紧缺人才培养专业,选择了上千家高职、中职学校和企业作为示范培养单位,拨出专款进行扶持,力争培养一批具有较高实践能力的紧缺人才。

职业教育的快速发展,也为职业教材的出版发行迎来了新的春天和新的挑战。教材出版发行为职业教育的发展服务,必须体现新的理念、新的要求,进行必要的改革。为此,在教育部高等教育司、职业教育与成人教育司、北京师范大学等的大力支持下,北京师范大学出版社在全国范围内筹建了“全国职业教育教材改革与出版领导小组”,集全国各地上百位专家、教授于一体,对中等高等职业院校的文化基础课、专业基础课、专业课教材的改革与出版工作进行深入的研究与指导。2004年8月,“全国职业教育教材改革与出版领导小组”召开了“全国有特色高职教材改革研讨会”,来自全国20多个省、市、区的近百位高职院校的院校长、系主任、教研室主任和一线骨干教师参加了此次会议。围绕如何编写出版好适应新形势发展的高等职业教育教材,与会代表进行了热烈的研讨,为新一轮教材的出版献计献策。这次会议共组织高职教材50余种,包括文化基础课、电工电子、数控、计算机教材。2005年~2006年期间,“全国职业教育教材改革与出版领导小组”先后在昆明、

哈尔滨、天津召开高职高专教材研讨会，对当前高职高专教材的改革与发展、高职院校教学、师资培养等进行了深入的探讨，同时推出了一批公共素质教育、商贸、财会、旅游类高职教材。这些教材的特点如下。

1. 紧紧围绕教育改革，适应新的教学要求。过渡时期具有新的教学要求，这批教材是在教育部的指导下，针对过渡时期教学的特点，以3年制为基础，兼顾2年制，以“实用、够用”为度，淡化理论，注重实践，消减过时、用不上的知识，内容体系更趋合理。

2. 教材配套齐全。将逐步完善各类专业课、专业基础课、文化基础课教材，所出版的教材都配有电子教案，部分教材配有电子课件和实验、习题指导。

3. 教材编写力求语言通俗简练，讲解深入浅出，使学生在理解的基础上学习，不囫圇吞枣，死记硬背。

4. 教材配有大量的例题、习题、实训，通过例题讲解、习题练习、实验实训，加强学生对理论的理解以及动手能力的培养。

5. 反映行业新的发展，教材编写注重吸收新知识、新技术、新工艺。

北京师范大学出版社是教育部职业教育教材出版基地之一，有着近20年的职业教材出版历史，具有丰富的编辑出版经验。这批高职教材的编写得到了教育部相关部门的大力支持，部分教材通过教育部审核，被列入职业教育与成人教育司高职推荐教材，并有25种教材列为“十一五”国家级规划教材。我们还将开发电子信息类的通信、机电、电气、计算机、工商管理等专业教材，希望广大师生积极选用。

教材建设是一项任重道远的工作，需要教师、专家、学校、出版社、教育行政部门的共同努力才能逐步获得发展。我们衷心希望更多的学校、更多的专家加入到我们的教材改革出版工作中来，北京师范大学出版社职业教育与教师教育分社全体人员也将备加努力，为职业教育的改革与发展服务。

全国职业教育教材改革与出版领导小组
北京师范大学出版社

参加教材编写的单位名单

(排名不分先后)

沈阳工程学院

山东劳动职业技术学院

济宁职业技术学院

辽宁省交通高等专科学校

浙江机电职业技术学院

杭州职业技术学院

西安科技大学电子信息学院

西安科技大学通信学院

西安科技大学机械学院

天津渤海职业技术学院

天津渤海集团公司教育中心

连云港职业技术学院

景德镇高等专科学校

徐州工业职业技术学院

广州科技贸易职业学院

江西信息应用职业技术学院

浙江商业职业技术学院

内蒙古电子信息职业技术学院

济源职业技术学院

河南科技学院

苏州经贸职业技术学院

苏州技师学院

苏州工业园区职业技术学院

苏州江南赛特数控设备有限公司

苏州机械技工学校

浙江工商职业技术学院

温州大学

四川工商职业技术学院

常州轻工职业技术学院

河北工业职业技术学院

陕西纺织服装职业技术学院

唐山学院

江西现代职业技术学院

江西生物科技职业学院

黄冈高级技工学校

深圳高级技工学校

徐州技师学院

天津理工大学中环信息学院

天津机械职工技术学院

西安工程大学

青岛船舶学院

河北中信联信息技术有限公司

张家港职教中心

太原理工大学轻纺学院

浙江交通职业技术学院

保定职业技术学院

绵阳职业技术学院

北岳职业技术学院

天津职业大学

石家庄信息工程职业学院

襄樊职业技术学院

九江职业技术学院

青岛远洋船员学院
无锡科技职业学院
广东白云职业技术学院
三峡大学职业技术学院
西安欧亚学院实验中心
天津机电职业技术学院
中华女子学院山东分院
漯河职业技术学院
济南市高级技工学校
沈阳职业技术学院
江西新余高等专科学校
赣南师范学院
江西交通职业技术学院
河北农业大学城建学院
华北电力大学
北京工业职业技术学院
湖北职业技术学院
河北化工医药职业技术学院
天津电子信息职业技术学院
广东松山职业技术学院
北京师范大学
山西大学工程学院
平顶山工学院
黄石理工学院
广东岭南职业技术学院
青岛港湾职业技术学院
郑州铁路职业技术学院
北京电子科技职业学院
北京农业职业技术学院
宁波职业技术学院
宁波工程学院
北京化工大学成教学院

天津交通职业技术学院
济南电子机械工程学院
山东职业技术学院
济南职业技术学院
山东省经济管理干部学院
鲁东大学
山东财政学院
山东省农业管理干部学院
浙江工贸职业技术学院
天津中德职业技术学院
天津现代职业技术学院
天津青年职业技术学院
无锡南洋学院
北京城市学院
北京经济技术职业学院
北京联合大学
北京信息职业技术学院
北京财贸职业学院
华北科技学院
青岛科技大学技术专修学院
山东大王职业学院
大红鹰职业技术学院
广东华立学院
广西工贸职业技术学院
贵州商业高等专科学校
桂林旅游职业技术学院
河北司法警官职业学院
黑龙江省教科院
湖北财经高等专科学校
华东师范大学职成教所
淮南职业技术学院
淮阴工学院

黄河水利职业技术学院
南京工业职业技术学院
南京铁道职业技术学院
黔南民族职业技术学院
青岛职业技术学院
陕西财经职业技术学院
陕西职业技术学院
深圳信息职业技术学院
深圳职业技术学院
石家庄职业技术学院
四川建筑职业技术学院
四川职业技术学院
太原旅游职业技术学院
泰山职业技术学院
温州职业技术学院
无锡商业职业技术学院
武汉商业服务学院
杨凌职业技术学院
浙江工贸职业技术学院
郑州旅游职业技术学院
淄博职业技术学院
云南机电职业技术学院
山东省贸易职工大学
聊城职业技术学院
山东司法警官职业学院
河南质量工程职业学院
山东科技大学职业技术学院
云南林业职业技术学院
云南国防工业职业技术学院
云南文化艺术职业学院
云南农业职业技术学院
云南能源职业技术学院

云南交通职业技术学院
云南司法警官职业学院
云南热带作物职业技术学院
西双版纳职业技术学院
玉溪农业职业技术学院
云南科技信息职业学院
昆明艺术职业学院
云南经济管理职业学院
云南爱因森软件职业学院
云南农业大学
云南师范大学
昆明大学
陕西安康师范学院
云南水利水电学校
昆明工业职业技术学院
云南财税学院
云南大学高职学院
山西综合职业技术学院
温州科技职业技术学院
昆明广播电视大学
天津职教中心
天津工程职业技术学院
天狮职业技术学院
天津师范大学
天津管理干部学院
天津滨海职业技术学院
天津铁道职业技术学院
天津音乐学院
天津石油职业技术学院
渤海石油职业技术学院
天津冶金职业技术学院
天津城市职业学院

常州机电职业技术学院
天津公安警官职业技术学院
武警昆明指挥学院
天津工业大学
天津开发区职业技术学院
黑龙江大兴安岭职业学院
黑龙江农业经济职业技术学院
黑龙江农业工程职业技术学院
黑龙江农业职业技术学院
黑龙江生物科技职业技术学院
黑龙江旅游职业技术学院
中国民航飞行学院
四川信息职业技术学院
四川航天职业技术学院
四川成都纺织高等专科学校

四川科技职业学院
四川乐山职业技术学院
四川泸州职业技术学院
四川成都农业科技职业技术学院
四川宜宾职业技术学院
江西省委党校
齐齐哈尔职业学院
深圳安泰信电子有限公司
潍坊教育学院
德州科技职业技术学院
天一学院
成都烹饪高等专科学校
四川教育学院汽车应用技术学院
河南质量工程职业技术学院

前言

在机电一体化、电气工程领域中,电气控制技术的应用十分广泛,特别是在机床的控制中,其应用更为普遍。随着 PLC 技术的发展,使电气控制技术进入了一个崭新的阶段,学习这些技术对工程类专业的学生显得尤为重要,因此编写了电气控制与 PLC 技术两部分内容。

第一部分为电气控制,共 2 章,分别是三相异步电动机的继电控制、典型生产机械设备的继电控制。第二部分为 PLC 技术,共 6 章,分别是三相异步电动机的 PLC 控制、CX-Programmer 软件使用、信号灯的 PLC 控制系统、机械手的 PLC 控制系统、网络系统、数控机床的 PLC 控制系统。前 5 章是以 OMRON 的 CPM2A 系列 PLC 为样机,介绍 PLC 的指令系统和 PLC 控制系统的设计方法;第 8 章则以三菱的 FX2N 系列 PLC 为样机,介绍了三菱 PLC 的指令系统和数控机床的控制系统。

本书编写的指导思想是以具体化的工作项目为载体,项目之间采用相对独立、由浅入深、依次递进的结构形式,每一项目章节都包括理论知识、实践知识等内容,理论知识以必须够用为度,并建立了相对完整的系统。

本书由浙江工贸职业技术学院章丽芙、连云港职业技术学院邵林任主编,温州职业技术学院倪步喜、襄樊职业技术学院吕爱华任副主编,章丽芙编写了第 3、5 章;邵林编写了第 2、6、7 章;倪步喜编写了第 4 章;吕爱华编写了第 1、8 章。全书由章丽芙统稿、定稿。

由于编者水平有限,加上时间仓促,书中疏漏及错误之处在所难免,恳请广大师生、读者批评指正。

编 者
2008 年 5 月

目录

Contents

第1章 三相异步电动机的继

电控制 (1)

1.1 三相异步电动机基本控制 (1)

1.1.1 三相异步电动机的 起动控制线路 (1)

1.1.2 三相异步电动机的 正、反转控制线路 (3)

1.1.3 三相异步电动机的 顺序控制线路 (5)

1.1.4 相关器件的介绍 (7)

1.2 三相异步电动机减压起 动控制 (16)

1.2.1 笼型异步电动机的 减压起动 (16)

1.2.2 三相绕线转子异步 电动机的起动控制 (20)

1.2.3 相关器件介绍 ... (22)

1.3 三相异步电动机制动控制 (25)

1.3.1 反接制动 (26)

1.3.2 能耗制动 (27)

1.3.3 回馈制动 (28)

1.3.4 相关器件介绍 ... (30)

习题1 (32)

第2章 典型生产机械设备的 继电控制 (33)

2.1 普通车床的电气控制 (33)

2.1.1 C650 卧式车床的主 要结构与运动分析 (33)

2.1.2 C650 普通车床电气 控制电路 (34)

2.2 普通铣床的电气控制 (38)

2.2.1 X62W 万能铣床的主 要结构与运动分析 (38)

2.2.2 X62W 万能铣床电气 控制电路 (39)

2.2.3 X62W 万能铣床电气 控制线路故障检修 (45)

2.3 数控车床/数控铣床的 电气控制 (46)

2.3.1 TK1640 数控车床 (47)

2.3.2 XK714A 数控铣床 电气控制 (51)

习题2 (58)

第3章 三相异步电动机的 PLC

- | | | | |
|---------------------|------|---------------------|-------------|
| 控制 | (66) | 3.4.4 辅助继电器(AR) | (90) |
| 3.1 三相异步电动机基本 | | 3.4.5 保持继电器(HR) | (91) |
| 电路的控制 | (66) | 3.4.6 链接继电器(LR) | (92) |
| 3.1.1 三相异步电动机正、 | | 3.4.7 定时器/计数器 | |
| 反转电路的控制 | | (TIM/CNT) | (92) |
| ..... | (66) | 3.4.8 数据存储区(DM) | (92) |
| 3.1.2 三相异步电动机 | | 3.5 CPM2A 系列 PLC 的常 | |
| Y- Δ 降压启动控 | | 用指令 | (94) |
| 制电路 | (67) | 3.5.1 概述 | (94) |
| 3.1.3 三相异步电动机 | | 3.5.2 基本指令 | (96) |
| 的顺序控制电路 | | 3.5.3 常用的应用指令 | (101) |
| ..... | (69) | 3.5.4 编程规则 | (109) |
| 3.2 可程序控制器概述 | | 3.6 搅拌装置控制系统 | (111) |
| ..... | (71) | 3.6.1 根据输入、输出继 | |
| 3.2.1 PLC 的产生与发展 | | 电器的个数, 选择 | |
| ..... | (71) | PLC 机型 | (112) |
| 3.2.2 PLC 的特点 | (72) | 3.6.2 选择 PLC 指令并编 | |
| 3.2.3 PLC 的基本组成 | | 写程序 | (113) |
| ..... | (73) | 3.7 PLC 改造车床控制系统 | (113) |
| 3.2.4 PLC 的编程语言 | | 3.7.1 C650 卧式车床控制 | |
| ..... | (79) | 电路 | (113) |
| 3.2.5 PLC 的工作方式 | | 3.7.2 元器件明细表 | (116) |
| ..... | (80) | 3.7.3 PLC 控制分析 | (117) |
| 3.3 CPM2A 系列 PLC 的 | | 3.7.4 继电控制电路图 | |
| 基本组成 | (84) | 转换设计法 | (117) |
| 3.4 CPM2A 系列 PLC 的 | | | |
| 通道分配 | (87) | | |
| 3.4.1 内部继电器(IR) | | | |
| ..... | (88) | | |
| 3.4.2 特殊继电器(SR) | | | |
| ..... | (89) | | |
| 3.4.3 暂存继电器(TR) | | | |
| ..... | (90) | | |

习题 3	(121)	5.3.1 数据传送类应用指令	(153)
第 4 章 CX-Programmer 软件使用	(125)	5.3.2 数据移位类应用指令	(158)
4.1 CX-Programmer 概述	(125)	5.3.3 数据比较指令	(164)
4.2 CX-P 的使用	(126)	5.3.4 数据转换类应用指令	(167)
4.2.1 起动 CX-P	(126)	5.3.5 数据运算指令	(174)
4.2.2 CX-P 工程	(128)	5.3.6 子程序和中断控制指令	(182)
4.2.3 CX-P 视图	(133)	5.3.7 步进控制指令	(191)
4.2.4 在 CX-P 中使用 Microsoft Windows 特性	(134)	5.3.8 其他特殊应用指令	(194)
4.3 CX-P 编程	(134)	习题 5	(199)
4.3.1 生成符号和地址	(135)	第 6 章 机械手的 PLC 控制系统	(203)
4.3.2 程序编辑	(137)	6.1 机械手概述	(203)
4.3.3 程序的编译	(141)	6.1.1 机械手的动作过程分析	(203)
4.3.4 在线工作	(142)	6.1.2 机械手的工作方式	(204)
习题 4	(145)	6.1.3 机械手对每个工作步的控制要求	(205)
第 5 章 信号灯的 PLC 控制系统	(146)	6.2 机械手控制系统硬件设计	(205)
5.1 交通信号灯的 PLC 控制系统	(146)	6.2.1 操作盘设计	(205)
5.1.1 交通信号灯的控制	(147)	6.2.2 PLC 的选型	(206)
5.1.2 PLC 控制分析	(149)	6.2.3 I/O 分配	(206)
5.2 循环彩灯的 PLC 控制系统	(150)	6.2.4 原理接线图	(207)
5.2.1 循环彩灯的控制	(151)	6.3 机械手控制系统软件设计	(207)
5.2.2 PLC 控制分析	(151)		
5.3 CPM2A 系列 PLC 的应用指令	(153)		

6.3.1 手动控制程序设计	(207)	8.3.1 输入继电器与输出继电器	(239)
6.3.2 自动控制程序设计	(210)	8.3.2 辅助继电器	(240)
习题 6	(214)	8.3.3 状态继电器	(241)
第 7 章 网络系统	(216)	8.3.4 定时器	(242)
7.1 通信及网络概述	(216)	8.3.5 计数器	(243)
7.1.1 通信方式	(216)	8.3.6 数据寄存器	(245)
7.1.2 网络概述	(219)	8.3.7 指针 P/I	(246)
7.2 可编程序控制器的典型网络	(222)	8.4 FX2N 系列 PLC 的指令	(246)
7.2.1 上位连接系统	(223)	8.4.1 基本逻辑指令	(247)
7.2.2 同位连接系统	(224)	8.4.2 功能指令	(256)
7.2.3 下位连接系统	(225)	8.4.3 基本电路的编程	(258)
7.2.4 复合型 PLC 网络	(226)	8.5 步进顺控指令及其应用	(262)
习题 7	(226)	8.5.1 顺序功能图与步进顺控指令	(262)
第 8 章 数控机床的 PLC 控制系统	(232)	8.5.2 步进顺控指令的编程方法	(264)
8.1 FX2N 系列 PLC 的应用	(232)	8.5.3 步进顺控指令的应用	(267)
8.2 三菱 FX2N 系列 PLC	(236)	8.6 数控机床控制系统	(273)
8.2.1 FX2N 系列 PLC 型号的含义	(236)	8.6.1 数控系统概述	(273)
8.2.2 FX2N 系列 PLC 的产品系列和一般技术指标	(237)	8.6.2 PLC 在数控机床中的应用	(278)
8.3 FX2N 系列 PLC 的编程元件	(239)	习题 8	(283)

第1章 三相异步电动机的继电控制



本章要点

1. 三相异步电动机的基本控制。
2. 三相异步电动机的减压起动控制。
3. 三相异步电动机的制动控制。

1.1 三相异步电动机基本控制

1.1.1 三相异步电动机的起动控制线路

三相笼型异步电动机的起动有两种方式，即直接起动和降压起动。直接起动是一种简单、可靠、经济的起动方法，但由于直接起动时，电动机起动电流 I_{st} 为额定电流 I_N 的 5~7 倍。过大的起动电流一方面会造成电网电压显著下降，直接影响在同一电网工作的其他电动机及用电设备的正常运行；另一方面，电动机频繁起动会严重发热，加速线圈老化，缩短电动机的寿命，所以直接起动电动机的容量受到一定的限制。

1. 单向直接起动控制线路

图 1.1 所示为电动机单向直接起动开关控制线路。该线路结构简单、经济，但由于刀开关的控制容量有限，仅适用于不频繁起动的、功率在 5.5 kW 以下的小容量电动机，且不能实现远距离的自动控制。

图 1.2 所示为接触器控制的电动机单向直接起动控制线路。此线路为常用的最简单的控制线路。图中，QS 为刀开关，FU₁ 为熔断器，KM 为接触器的主触点，FR 为热继电器，它们与电动机 M 组成主电路；熔断器 FU₂、热继电器 FR 的常闭触点、停止按钮 SB₁、起动按钮 SB₂、接触器线圈及辅助常开触点组成控制线路。

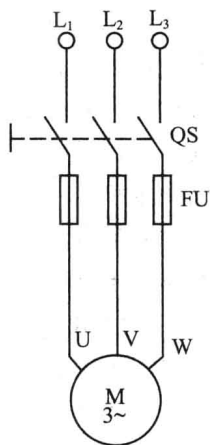


图 1.1 电动机单向直接起动开关控制线路

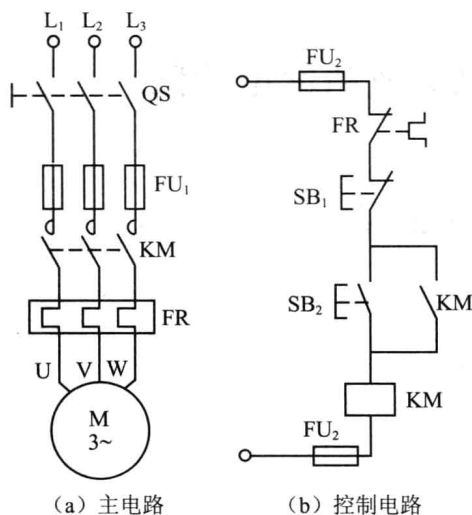


图 1.2 电动机单向直接起动
接触器控制线路

(2) 电路的保护环节

短路保护：由熔断器 FU_1 、 FU_2 分别实现主电路与控制电路的短路保护。

过载保护：由热继电器 FR 实现电动机的长期过载保护。当电动机出现长期过载时，热继电器串接在控制电路中的常闭触点断开，切断 KM 线圈电路，使电动机脱离电源，实现过载保护。

欠电压和失电压保护：由接触器本身的电磁机构来实现。当电源电压严重过低或失压衔铁自行释放，电动机失电而停机。当电源电压恢复正常时，接触器线圈不能自动得电，只有再次按下起动按钮 SB_2 后电动机才会起动，防止突然断电后的来电，造成人身及设备损害的危险，故又具有安全保护作用，此种保护又叫零压保护。

这种电路不仅能实现电动机频繁起动控制，而且可实现远距离的自动控制，因此是最常用的控制电路。

2. 电动机的点动控制线路

在实际应用中，有的生产机械需要点动控制，有的生产机械在进行调整工作时也需采用点动控制。图 1.3 为具有点动控制的几种典型电路，主电路同图 1.2(a)所示。

图 1.3(a)是最基本的点动控制线路。按下点动按钮 SB →接触器 KM 线圈通电→ KM 主触点闭合→电动机 M 通电起动运行。手松开点动按钮 SB →接触器 KM 线圈断电→ KM 主触点断开→电动机 M 失电停机。

(1) 电路的工作原理

起动控制：合上电源开关 QS →按下起动按钮 SB_2 →接触器 KM 线圈通电吸合→主触点闭合→电动机 M 得电起动；同时接触器常开辅助触点闭合，当松开 SB_2 时， KM 线圈仍通过自身常开辅助触点继续保持电动机连续运转。这种依靠接触器自身辅助触点保持线圈通电的电路，称为自锁或自保电路，并联的常开辅助触点称为自锁触点。

停止控制：按下停止按钮 SB_1 →接触器 KM 线圈断电释放→ KM 常开主触点及常开辅助触点都断开→电动机 M 失电停转。

图 1.3 (b)是带转换开关 SA 的长动一点动控制线路。当需要点动时，将 SA 打开→自锁回路断开→按下 SB₂ 实现点动；若需长期运行，合上开关 SA，将自锁触点接入，实现连续运行控制。

图 1.3(c)是长动一点动控制线路。当按下 SB₂ 时，实现连续运转；当按下 SB₃ 时，一常闭触点先断开→自锁回路断开，实现点动控制。

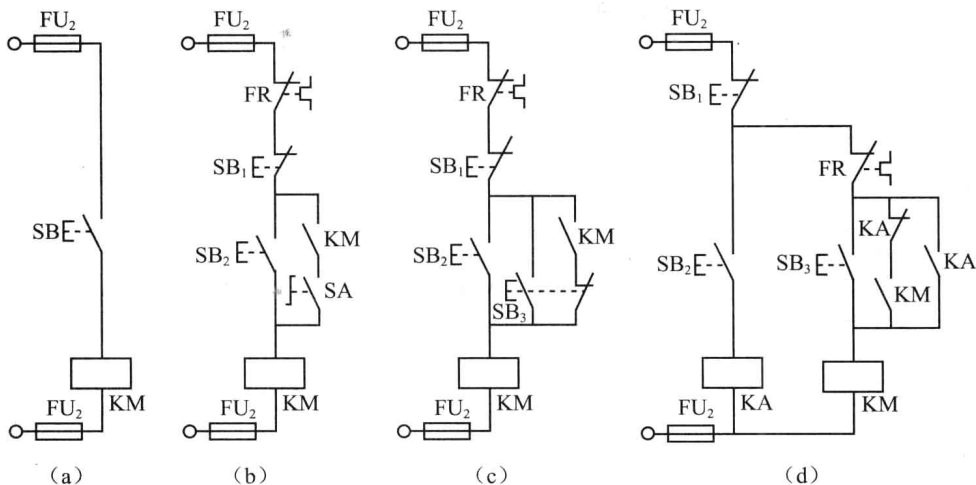


图 1.3 电动机点动控制线路

图 1.3(d)是利用中间继电器实现的长动一点动控制线路。按下 SB₂→继电器 KA 线圈得电→辅助常闭触点断开自锁回路；同时辅助常开触点闭合→接触器 KM 线圈得电→电动机 M 得电起动运转。松开 SB₂→KA 线圈失电→常开触点分断→接触器 KM 线圈失电→电动机 M 失电停机，实现点动控制。按下 SB₃→接触器 KM 线圈得电并自锁→KM 主触点闭合→电动机 M 得电连续运转。需要停机时，按下 SB₁ 即可。

1.1.2 三相异步电动机的正、反转控制线路

生产机械往往要求运动部件可以实现正反两个方向的运动，这就要求电动机正、反向旋转。由电动机原理可知，改变电动机三相电源的相序就能改变电动机的转向，常用的正、反转控制电路有如下几种。

1. 电动机“正—停—反”控制线路

图 1.4 所示为三相异步电动机正、反转控制电路。图 1.4(b)为电动机“正—停—反”控制电路，主电路中，KM₁、KM₂ 分别为实现正、反转的接触器的主触点。为了防止两个接触器同时得电而导致电源短路，利用两个接触器的常闭触点分别串接在对方的工作线圈电路中，形成相互制约的控制，这