



国家示范性高职院校建设项目成果
中国电子教育学会推荐教材
全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列

省级精品课程
配套教材

电气控制与 PLC技术应用

◎ 刘小春 主编 ◎ 黄有全 副主编

- 常用低压电器 ● 各种开关、接触器、继电器、熔断器等
- 电气控制器件、基本控制线路及故障分析 ● 机床电路
- ◆ 工作台自动往返控制 ◆ 电动机两地控制
- ◆ 电动机启动和制动控制 ◆ Z3050型摇臂钻床
- ◆ T68型卧式镗床 ◆ X62W型万能铣床 ◆ 桥式起重机
- PLC基础 ● 程序设计语言 ● 功能图 ● 控制系统设计
- ◆ 西门子S7-200 ◆ 三菱FX_{2N} ◆ 送料小车自动往返控制
- ◆ 电动机Y-Δ启动控制 ◆ 机械手步进电动机控制
- ◆ 包装生产线控制 ◆ 机床工作台自动往返控制



- ◆ 结合典型工作任务以电气控制为主线，讲解电气控制线路和PLC应用技术
- ◆ 提供8个典型项目和12个控制任务，有利于学生掌握工作技能和顺利就业
- ◆ 配有职业导航、教学导航、知识梳理与总结，便于高效率地学习
- ◆ 提供免费的电子教学课件及习题参考答案，以方便教学



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

国家示范性高职院校建设项目成果
中国电子教育学会推荐教材
全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列

省级精品课程
配套教材

电气控制与 PLC 技术应用

刘小春 主 编

黄有全 副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书根据职业岗位技能需求,结合最新的高职院校职业教育课程改革经验,以生产实践中典型的工作任务为项目,以电气控制为主线,从两部分讲解电气控制线路和 PLC 技术应用。电气控制部分选取了生产现场最常用的四个任务:工作台的自动往返控制、Z3050 型钻床电气控制线路分析、T68 型卧式镗床电气控制线路分析、桥式起重机电气控制线路分析为实例,介绍常用低压电器、电气控制基本环节、常用机床的电气线路及故障分析等。PLC 应用部分通过送料小车的自动往返控制、工业机械手的运动控制、机械手步进电动机的控制,介绍西门子 S7-200 系列 PLC 的结构、工作原理,PLC 的编程器件、编程语言、基本指令及顺序控制指令、功能指令及其应用;最后以生产现场常用的三菱 PLC 对电动机的运行控制,介绍三菱 FX_{2N} 的应用技术。

本书配有“职业导航”、“教学导航”、“知识分布网络”、“知识梳理与总结”,便于高效率地学习知识与技能。

本书可作为高职高专院校自动化类专业、机电设备类专业、电气工程类专业和机械制造类等专业的教学用书,也可作为应用型本科院校、成人教育、函授学院、中职学校、培训班等相关课程的教材,以及企业专业技术人员的参考工具书。

本书配有免费的电子教学课件与习题参考答案,详见前言。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制与 PLC 技术应用 / 刘小春主编. —北京:电子工业出版社, 2009.9

全国高职高专院校规划教材. 精品与示范系列

ISBN 978-7-121-09445-3

I. 电… II. 刘… III. ①电气控制—高等学校:技术学校—教材 ②可编程序控制器—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(2009)第 151563 号

策划编辑:陈健德(E-mail:chenjd@phei.com.cn)

责任编辑:刘真平

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:涿州市桃园装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:17.75 字数:454 千字

印 次:2009 年 9 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:26.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

职业教育 继往开来 (序)

自我国经济在新的世纪快速发展以来,各行各业都取得了前所未有的进步。随着我国工业生产规模的扩大和经济发展水平的提高,教育行业受到了各方面的重视。尤其对高等职业教育来说,近几年在教育部和财政部实施的国家示范性院校建设政策鼓舞下,高职院校以服务为宗旨、以就业为导向,开展工学结合与校企合作,进行了较大范围的专业建设和课程改革,涌现出一批示范专业和精品课程。高职教育在为区域经济建设服务的前提下,逐步加大校内生产性实训比例,引入企业参与教学过程和质量评价。在这种开放式人才培养模式下,教学以育人为目标,以掌握知识和技能为根本,克服了以学科体系进行教学的缺点和不足,为学生的顶岗实习和顺利就业创造了条件。

中国电子教育学会立足于电子行业企事业单位,为行业教育事业的改革和发展,为实施“科教兴国”战略做了许多工作。电子工业出版社作为职业教育教材出版大社,具有优秀的编辑人才队伍和丰富的职业教育教材出版经验,有义务和能力与广大的高职院校密切合作,参与创新职业教育的新方法,出版反映最新教学改革成果的新教材。中国电子教育学会经常与电子工业出版社开展交流与合作,在职业教育新的教学模式下,将共同为培养符合当今社会需要的、合格的职业技能人才而提供优质服务。

近期由电子工业出版社组织策划和编辑出版的“全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列”,具有以下几个突出特点,特向全国的职业教育院校进行推荐。

(1) 本系列教材的课程研究专家和作者主要来自于教育部和各省市评审通过的多所示范院校。他们对教育部倡导的职业教育教学改革精神理解得透彻准确,并且具有多年的职业教育教学经验及工学结合、校企合作经验,能够准确地对职业教育相关专业的知识点和技能点进行横向与纵向设计,能够把握创新型教材的出版方向。

(2) 本系列教材的编写以多所示范院校的课程改革成果为基础,体现重点突出、实用为主、够用为度的原则,采用项目驱动的教学方式。学习任务主要以本行业工作岗位群中的典型实例提炼后进行设置,项目实例较多,应用范围较广,图片数量较大,还引入了一些经验性的公式、表格等,文字叙述浅显易懂。增强了教学过程的互动性与趣味性,对全国许多职业教育院校具有较大的适用性,同时对企业技术人员具有可参考性。

(3) 根据职业教育的特点,本系列教材在全国独创性地提出“职业导航、教学导航、知识分布网络、知识梳理与总结”及“封面重点知识”等内容,有利于老师选择合适的教材并有重点地开展教学过程,也有利于学生了解该教材相关的职业特点和对教材内容进行高效率的学习与总结。

(4) 根据每门课程的内容特点,为方便教学过程对教材配备相应的电子教学课件、习题答案与指导、教学素材资源、程序源代码、教学网站支持等立体化教学资源。

职业教育要不断进行改革,创新型教材建设是一项长期而艰巨的任务。为了使职业教育能够更好地为区域经济和企业服务,我们殷切希望高职高专院校的各位职教专家和老师提出建议,共同努力,为我国的职业教育发展尽自己的责任与义务!

全国高职高专院校机械类专业课程研究专家组

主任委员:

李 辉 石家庄铁路职业技术学院机电工程系主任

副主任委员:

孙燕华 无锡职业技术学院机械技术学院院长

滕宏春 南京工业职业技术学院机械工程系主任

常务委员 (排名不分先后):

柴增田 承德石油高等专科学校机械工程系主任

钟振龙 湖南铁道职业技术学院机电工程系主任

彭晓兰 九江职业技术学院机械工程系主任

李望云 武汉职业技术学院机电工程学院院长

杨翠明 湖南机电职业技术学院副院长

周玉蓉 重庆工业职业技术学院机械工程学院院长

武友德 四川工程职业技术学院机电工程系主任

任建伟 江苏信息职业技术学院机电工程系主任

许朝山 常州机电职业技术学院机械系主任

王德发 辽宁机电职业技术学院汽车学院院长

陈少艾 武汉船舶职业技术学院机械工程系主任

窦 凯 番禺职业技术学院机械与电子系主任

杜兰萍 安徽职业技术学院机械工程系主任

林若森 柳州职业技术学院机电工程系主任

李荣兵 徐州工业职业技术学院机电工程系主任

丁学恭 杭州职业技术学院机电工程系主任

郭和伟 湖北职业技术学院机电工程系主任

宋文学 西安航空技术高等专科学校机械工程系主任

皮智谋 湖南工业职业技术学院机械工程系主任

刘茂福 湖南机电职业技术学院机械工程系主任

赵 波 辽宁省交通高等专科学校机械电子工程系主任

孙自力 渤海船舶职业学院机电工程系主任

张群生 广西机电职业技术学院高等职业教育研究室主任

秘书长:

陈健德 电子工业出版社高等职业教育分社高级策划编辑

如果您有专业与课程改革或教材编写方面的新想法, 请与我们及时联系。

电话: 010-88254585, 电子邮箱: chenjd@phei.com.cn

前言



本书是根据最新的高职院校职业教育课程改革经验编写的一本任务驱动式特色教材，以满足职业岗位技能需求为目标，突出技术应用性和针对性，强化实践操作能力。

为方便教学，教材分为两个部分：电气控制部分和 PLC 技术应用部分。

电气控制部分选取了生产现场最常用的四个任务：工作台的自动往返控制、Z3050 型钻床电气控制线路分析、T68 型卧式镗床电气控制线路分析、桥式起重机电气控制线路分析为实例，介绍常用低压电器、电气控制基本环节、常用机床的电气线路及故障分析等。

PLC 技术应用部分通过送料小车的自动往返控制、工业机械手的运动控制、机械手步进电动机的控制，介绍西门子 S7-200 系列 PLC 的结构、工作原理，PLC 的编程器件、编程语言、基本指令及顺序控制指令、功能指令及其应用。为方便学生就业，扩大学生的知识面，PLC 部分最后一个模块以生产现场常用的三菱 PLC 对电动机的运行控制，介绍三菱 FX_{2N} 的相关知识。

本书的编写特点如下。

(1) 教材采用模块化结构，以项目为形式组织内容，通过完成项目来学习相关的知识和技能。项目来源于企业工程实践，紧密结合职业岗位工作任务。

(2) 教材编写突出实践操作，以能力培养为目标，以完成每个项目为引导，使学生对相应知识的学习有针对性、目的性和主动性。

(3) 教材编写中融入了大量的工程实例，不仅使学生了解专业知识和技能的应用，完整的项目编写更使学生在项目的训练中加强了职业技能，也逐步养成了良好的职业习惯。

(4) 教材配有“职业导航”，说明本课程培养能力的应用岗位；在各项目正文前配有“教学导航”，为本项目的教与学过程提供指导；正文中的“知识分布网络”，便于学习者掌握本节内容的重点；项目结尾有“知识梳理与总结”，以便于学习者高效率地学习、提炼与归纳。

本书建议学时分配如下表所示，总课时 158，电气控制部分 80，PLC 技术应用部分 78。课程教学建议采用理论实践一体化授课形式，即上课时边讲边练，讲课和实践的安排可灵活掌握，交融渐进。

部 分	项 目		建议学时分配	
			理论	实践
第一部分 电气控制	项目 1	工作台的自动往返控制	10	8
	项目 2	Z3050 型钻床电气控制线路分析	10	8
	项目 3	T68 型卧式镗床电气控制线路分析	12	14
	项目 4	桥式起重机电气控制线路分析	8	10
第二部分 PLC 技术应用	项目 5	送料小车自动往返的 PLC 控制	14	12
	项目 6	工业机械手运动的 PLC 控制	8	10
	项目 7	机械手步进电动机的 PLC 控制	12	8
	项目 8	三菱 PLC 控制电动机运行	8	6
总 计			82	76
			158	

本书可作为高职高专院校自动化类专业、机电设备类专业、电气工程类专业和机械制造类等专业的教学用书，也可作为应用型本科院校、成人教育、函授学院、中职学校、培训班等相关课程的教材，以及企业专业技术人员的参考工具书。

本书由湖南铁道职业技术学院刘小春任主编，长沙民政职业技术学院黄有全老师任副主编。其中项目六、项目七、项目三的知识拓展及附录由刘小春编写，项目五和项目八由黄有全编写，湖南铁道职业技术学院的李庆梅编写项目一和项目三，长沙民政职业技术学院的邱俊编写项目二和项目四。全书由刘小春统稿，由湖南铁道职业技术学院的华满香副教授主审。

在本书的编写过程中，参考了大量教材及技术资料，在此一并表示衷心感谢！

为了方便教师教学，本书配有电子教学课件与习题参考答案，请有此需要的教师登录华信教育资源网（www.hxedu.com.cn）免费注册后进行下载，有问题时请在网站留言板留言或与电子工业出版社联系（E-mail: hxedu@phei.com.cn）。

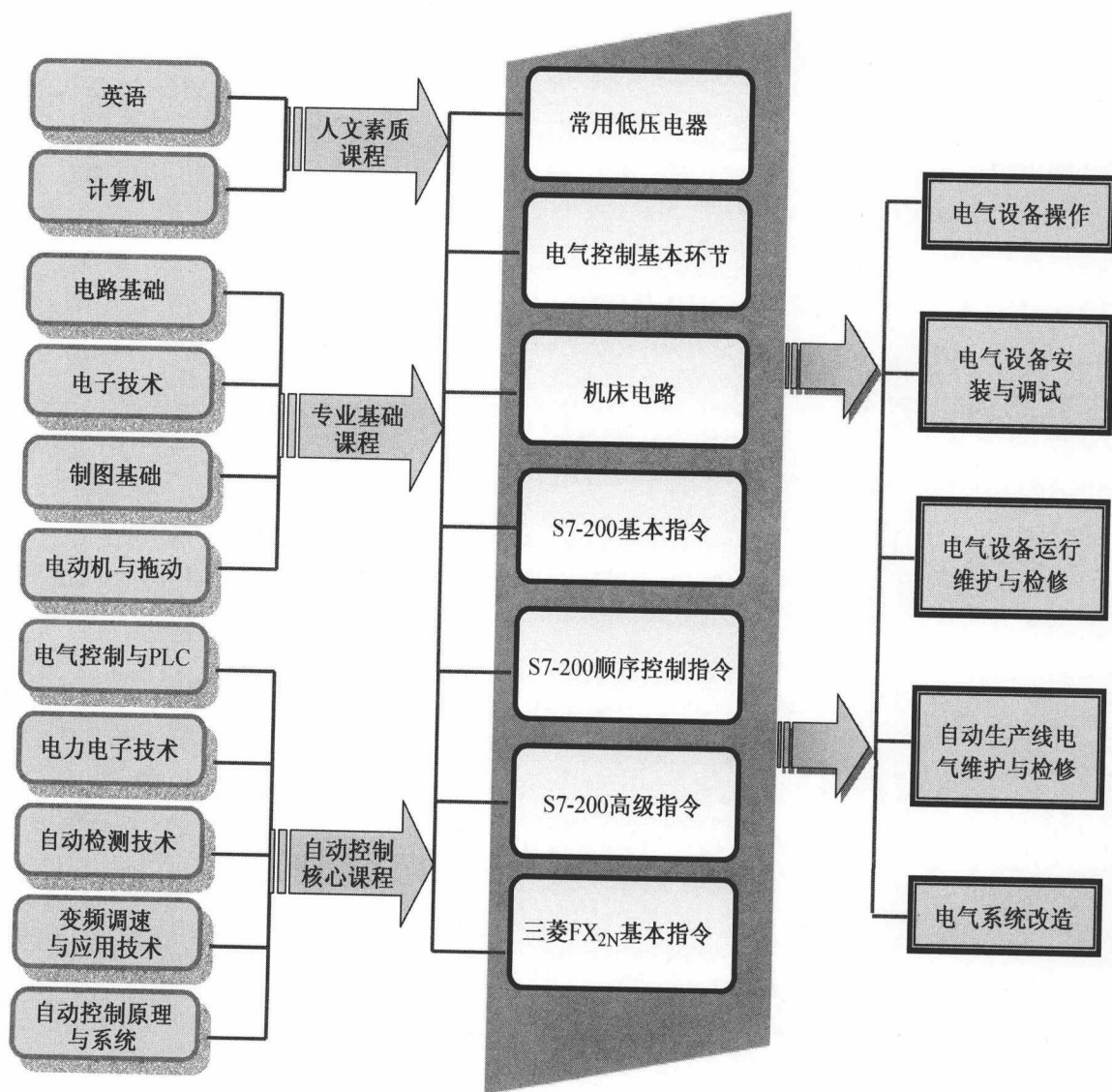
由于编者水平有限，书中疏漏和不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

2009年5月



职业导航



目 录



项目 1 工作台的自动往返控制	1
1.1 项目描述	2
1.1.1 限位控制线路	2
1.1.2 自动循环控制线路	2
1.2 电气控制器件	3
1.2.1 按钮开关、刀开关、行程开关、转换开关	3
1.2.2 接触器	11
1.2.3 中间继电器	15
1.2.4 热继电器	16
1.2.5 熔断器	18
1.3 电气控制线路	20
1.3.1 三相异步电动机启停控制	20
1.3.2 接触器控制三相异步电动机正、反转	22
1.4 项目实施：工作台自动往返控制设计与实施	25
1.5 知识拓展：电动机的两地控制	30
知识梳理与总结	31
练习与思考题 1	31
项目 2 Z3050 型钻床电气控制线路分析	33
2.1 项目描述	34
2.2 电气控制器件	35
2.2.1 断路器	35
2.2.2 时间继电器	38
2.3 电气控制线路	42
2.3.1 顺序控制	42
2.3.2 时间控制	43
2.4 项目实施：钻床电气控制线路分析与故障诊断	43
2.4.1 Z3050 型摇臂钻床电气线路分析	43
2.4.2 Z3050 型摇臂钻床常见故障的分析与检修	48
知识梳理与总结	49
练习与思考题 2	49

项目 3 T68 型卧式镗床电气控制线路分析	51
3.1 项目描述	52
3.1.1 T68 型卧式镗床的主要结构和运动形式	52
3.1.2 T68 型卧式镗床的电力拖动形式和控制要求	53
3.2 电气控制器件	53
3.2.1 速度继电器	53
3.2.2 双速异步电动机	54
3.3 电气控制线路	55
3.3.1 电动机降压启动控制电路	55
3.3.2 电动机制动控制电路	58
3.3.3 双速异步电动机控制电路	62
3.4 项目实施：卧式镗床电气控制线路分析与故障诊断	64
3.4.1 T68 型卧式镗床电气控制线路分析	64
3.4.2 T68 型卧式镗床常见故障的分析与诊断	68
3.5 知识拓展：X62W 型万能铣床电路分析及故障诊断	69
知识梳理与总结	76
练习与思考题 3	76
项目 4 桥式起重机电气控制线路分析	78
4.1 项目描述	79
4.2 电气控制器件	81
4.2.1 凸轮控制器	81
4.2.2 主令控制器	83
4.2.3 电磁抱闸器	85
4.2.4 电流继电器	87
4.2.5 电压继电器	90
4.3 电气控制线路	90
4.3.1 按钮操作控制线路	91
4.3.2 时间继电器自动控制线路	92
4.3.3 电流继电器自动控制线路	93
4.4 项目实施：桥式起重机控制线路分析	94
4.4.1 桥式起重机凸轮控制器控制线路分析	94
4.4.2 桥式起重机主令控制器控制线路分析	97
4.4.3 桥式起重机保护电路分析	100
知识梳理与总结	101
练习与思考题 4	101
项目 5 送料小车自动往返的 PLC 控制	102
5.1 项目描述	103

5.2	通用 PLC 的识别	104
5.2.1	可编程控制器的基本组成	105
5.2.2	输入/输出接口电路	106
5.2.3	编程器	108
5.3	PLC 工作过程	109
5.4	西门子 S7-200 系列 PLC 识别与检测	109
5.4.1	S7-200 系列 CPU 226 型 PLC 的结构	110
5.4.2	扩展功能模块	113
5.5	S7-200 PLC 内部元器件	116
5.5.1	数据存储类型	116
5.5.2	编址方式	117
5.5.3	寻址方式	118
5.5.4	元件功能及地址分配	118
5.6	PLC 程序设计语言	122
5.7	基本指令分析与应用	123
5.7.1	基本位操作指令	123
5.7.2	编程注意事项及编程技巧	129
5.7.3	定时器指令分析与应用	131
5.8	西门子 PLC 编程软件应用	136
5.8.1	STEP 7-Mirco/WIN 40 的安装、界面及设置	136
5.8.2	STEP 7-Mirco/WIN 40 程序编辑及程序上传、下载	139
5.8.3	程序的调试与监控	143
5.9	项目实施: PLC 控制小车运行设计与安装调试	144
5.10	知识拓展: PLC 控制应用	146
5.10.1	PLC 控制电动机 Y- Δ 启动运行	146
5.10.2	送料小车三点往返运行 PLC 控制	148
5.10.3	两台电动机顺序启停 PLC 控制系统	150
	练习与思考题 5	151
项目 6	工业机械手运动的 PLC 控制	152
6.1	项目描述	153
6.2	顺序功能图 (SFC)	154
6.3	顺序控制指令	155
6.4	顺序功能图的形式	157
6.4.1	单序列的编程方法	157
6.4.2	选择序列的编程方法	158
6.4.3	并行序列的编程方法	159
6.5	项目实施: 工业机械手的 PLC 控制设计 (自动方式)	160
6.6	知识拓展: 顺序控制功能图应用	163
6.6.1	顺序控制功能图在大、小球分类选择传送装置中的应用	163

6.6.2 顺序功能图编程在十字路口交通灯控制中的应用	166
6.6.3 顺序功能图编程在液体混合中的应用	167
6.6.4 顺序控制功能图在电镀生产线上的应用	168
知识梳理与总结	171
练习与思考题 6	171
项目 7 机械手步进电动机的 PLC 控制	173
7.1 项目描述	174
7.2 S7-200 CPU 控制程序的构成	175
7.2.1 子程序	175
7.2.2 中断程序	178
7.3 S7-200 的程序控制指令	182
7.4 S7-200 的数据处理指令	184
7.5 高速脉冲输出指令与高速计数器	190
7.6 项目实施: 机械手步进电动机的 PLC 控制	199
7.7 知识拓展: 其他常用高级指令及应用	202
7.7.1 算术运算与逻辑运算指令	202
7.7.2 PID (Proportional Integral Derivative) 回路控制指令	204
7.7.3 运料小车多种工作方式的控制	208
7.7.4 广告牌循环彩灯的 PLC 控制	211
7.7.5 三相异步电动机 Y-D 降压启动控制	212
7.7.6 包装生产线产品累计和包装的 PLC 控制	213
知识梳理与总结	214
练习与思考题 7	215
项目 8 三菱 PLC 控制电动机运行	216
8.1 三菱 FX _{2N} 系列 PLC 识别	217
8.1.1 三菱 FX _{2N} 系列 PLC 的型号与含义	217
8.1.2 FX _{2N} 性能规格	217
8.1.3 常用特殊辅助继电器	220
8.1.4 FX _{2N} 内部继电器	220
8.2 三菱 FX _{2N} 系列 PLC 指令分析与应用	228
8.2.1 基本指令	228
8.2.2 FX _{2N} 步进指令	234
8.2.3 FX _{2N} 功能指令	234
8.3 三菱 PLC 编程软件 SWOPC-FXGP/WIN-C 的使用	242
8.3.1 主要功能与系统配置	242
8.3.2 梯形图程序的生成与编辑	243
8.3.3 指令表的生成与编辑	247
8.3.4 PLC 的监控与测试	247

8.4 电动机运行控制	248
8.4.1 电动机正反转控制	248
8.4.2 电动机 Y- Δ 降压启动控制	249
8.4.3 机床工作台自动往返控制	251
练习与思考题 8	252
附录 A 常用电气图形符号和文字符号	254
附录 B S7-200 系列特殊存储器标志位	259
参考文献	269



教学导航

教	建议课时	18
	推荐教学方法	1. 理论实践一体化教学; 2. 以工作台自动往返为项目, 引导学生学习相关知识
	重 点	1. 低压电器的结构、工作原理、型号、规格, 正确选择、使用方法及其在控制线路中的作用; 2. 正、反转控制线路及联锁控制线路; 3. 电力拖动控制线路常见故障及其排除方法
	难 点	安装与检修三相异步电动机位置控制与自动往返控制线路
学	推荐学习方法	1. 以小组为单位, 模拟车间班组, 每位小组成员扮演工艺员、质检员、安全员、操作员等不同角色完成项目; 2. 边学边做, 小组讨论
	学习目标	1. 熟悉低压电器的结构、工作原理、型号、规格, 正确选择、使用方法及其在控制线路中的作用; 2. 能识读相关电气原理图、安装图; 3. 会安装与检修三相异步电动机正、反转控制线路及联锁控制线路; 4. 会安装与检修三相异步电动机位置控制与自动往返控制线路; 5. 能分析相关控制线路的电气原理, 掌握电气控制线路中的保护措施; 6. 了解电力拖动控制线路常见故障及其排除方法; 7. 了解现代低压电器应用及发展



1.1 项目描述

工农业生产中，有很多的机械设备都是需要往复运动的。例如，平面磨床矩形工作台的往返加工运动，铣床加工中工作台的左右运动、前后和上下运动，这都需要电气控制线路对电动机实现自动正反转相控制来实现。

1.1.1 限位控制线路

限位控制线路如图 1-1 所示。图中 SQ 为行程开关，又称限位开关，它装在预定的位置上，在工作台的梯形槽中装有撞块，当撞块移动到此位置时，碰撞行程开关，使其触点动作，从而控制工作台停止和换向，这样工作台就能实现往返运动。其中撞块 1 只能碰撞 SQ2 和 SQ4，撞块 2 只能碰撞 SQ1 和 SQ3，工作台行程可通过移动撞块位置来调节，以适于加工不同的工件。

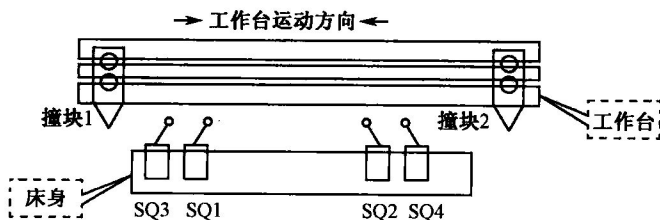


图 1-1 限位控制线路

图中 SQ1、SQ2 装在机床床身上，用来控制工作台的自动往返，SQ3 和 SQ4 用来作终端保护，即限制工作台的极限位置。SQ3 和 SQ4 分别安装在向右或向左的某个极限位置上，如果 SQ1 或 SQ2 失灵，工作台会继续向左或向右运动，当工作台运行到极限位置时，撞块就会碰撞 SQ3 和 SQ4，从而切断控制线路，迫使电动机 M 停转，工作台就停止移动。SQ3 和 SQ4 在这里实际上起终端保护作用，因此称为终端保护开关或简称为终端开关。

1.1.2 自动循环控制线路

工作台前进-后退自动循环控制要求如下。

按下启动按钮，工作台向前运动，当工作台前进到一定位置时，固定在工作台上的撞块 1 压动行程开关 SQ2（固定在床身上），电动机反转使工作台向后运动；当工作台向后运动到一定位置时，撞块又使行程开关 SQ1 动作，电动机从反转变为正转。工作台就这样往复循环工作。按下停止按钮，电动机停止转动，工作台停止。SQ3 和 SQ4 起极限保护作用。

某机床工作台需自动往返运行，由三相异步电动机拖动，其控制要求如下，完成其控制电路的设计与安装。



- (1) 按下启动按钮, 工作台开始前进, 到终端后自动后退, 后退到原位后又自动前进, 如此反复。
- (2) 要求能在前进或后退途中任意位置都能停止或启动。
- (3) 电路设有短路、失压欠压、过载和位置极限保护。

相关知识

1.2 电气控制器件

低压电器种类很多, 分类方法也很多。按操作方式可分为手动操作方式和自动切换电器, 前者主要用手直接操作来进行切换; 后者依靠本身参数的变化或外来信号的作用, 自动完成接通或分断等动作。按用途可分为低压配电电器和低压控制电器两大类, 低压配电电器是指正常或事故状态下接通和断开用电设备和供电电网所用的电器; 低压控制电器是指电动机完成生产机械要求的启动、调速、反转和停止所用的电器。

本任务涉及的低压电器有刀开关、熔断器、按钮开关、转换开关、交流接触器、热继电器等。

1.2.1 按钮开关、刀开关、行程开关、转换开关

1. 按钮开关

按钮开关是一种用人力(一般为手指或手掌)操作, 并具有储能(弹簧)复位的一种控制开关。按钮的触点允许通过的电流较小, 一般不超过 5A, 因此一般情况下它不直接控制主电路, 而是在控制电路中发出指令或信号去控制接触器、继电器等电器, 再由它们去控制主电路的通断、功能转换或电气连锁。

1) 结构

按钮开关一般由按钮帽、复位弹簧、桥式动触点、动合静触点、支柱连杆及外壳等部分组成, 按钮的外形、结构与符号如图 1-2 所示。图中按钮是一个复合按钮, 工作时常开和常闭触点是联动的, 当按钮被按下时, 常闭触点先断开, 常开触点随后闭合; 而松开按钮时, 常开触点先断开, 常闭触点后闭合, 也就是说两种触点在改变工作状态时, 有个先后时间差, 尽管这个时间差很短, 但在分析线路控制过程时应特别注意。

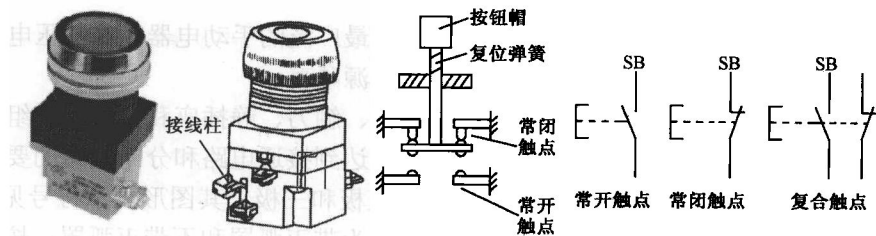
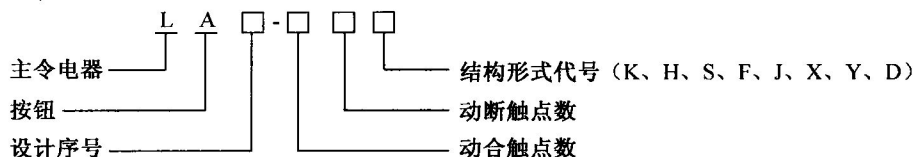


图 1-2 按钮开关的外形、结构与符号



2) 型号



其中结构形式代号的含义为：

K——开启式，适于嵌装在操作面板上；

H——保护式，带保护外壳，可防止内部零件受机械损伤或人偶然触及带电部分；

S——防水式，具有密封外壳，可防止雨水侵入；

F——防腐式，能防止腐蚀性气体进入；

J——紧急式，作紧急切断电源用；

X——旋钮式，用旋钮旋转进行操作，有通和断两个位置；

Y——钥匙操作式，用钥匙插入进行操作，可防止误操作或供专人操作；

D——光标按钮，按钮内装有信号灯，兼作信号指示。

按钮的颜色有红、绿、黑、黄、白、蓝等几种，供不同场合选用。一般以红色表示停止按钮，绿色表示启动按钮。几款常用按钮如图 1-3 所示。

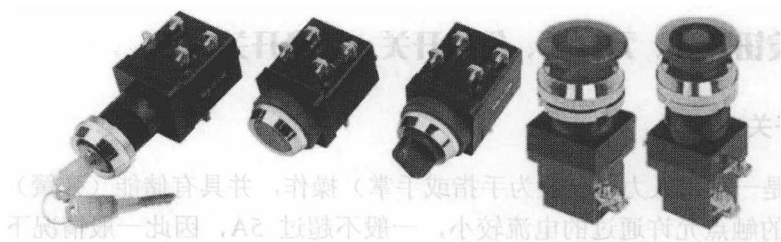


图 1-3 几款常用按钮

3) 选用

按钮选择的基本原则为：

根据使用场合和具体用途选择按钮的种类，如嵌装在操作面板上的按钮可选用开启式。

根据工作状态指示和工作情况要求，选择按钮或指示灯的颜色，如启动按钮可选用绿色、白色或黑色。

根据控制回路的需要选择按钮的数量，如单联钮、双联钮和三联钮等。

2. 刀开关

刀开关又称闸刀开关，是一种结构最简单，应用最广泛的手动电器。在低压电路中，刀开关用于不频繁接通和分断电路，或用来将电路与电源隔离。

图 1-4 所示为刀开关的典型结构。它由操作手柄、触刀、静插座和绝缘底板组成。推动操作手柄来实现触刀插入插座与脱离插座的控制，以达到接通电路和分断电路的要求。

刀开关的种类很多，按刀的极数可分为单极、双极和三极，其图形表示符号见图 1-5。按刀的转换方向可分为单掷和双掷；按灭弧情况可分为带灭弧罩和不带灭弧罩；按接线方式可分为板前接线式和板后接线式。下面只介绍由刀开关和熔断器组合而成的负荷开关，负荷