



工业和信息化高职高专
“十二五”规划教材立项项目

高等职业院校

机电类“十二五”规划教材

电气控制 与 PLC 应用

(第2版)

Electrical Control
and PLC Application (2nd Edition)

以实际工程案例组织教学内容

将知识点融合在典型工作任务中

构建任务驱动教学单元，实现教、学、做一体



YZLI0890168984

◎ 郭艳萍 张海红 主编
郭夕琴 陈冰 李晓波 副主编

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



精品系列



工业和信息化高职高专
“十二五”规划教材立项项目

高等职业院校

机电类“十二五”规划教材

电气控制 与 PLC 应用

(第2版)

Electrical Control
and PLC Application (2nd Edition)



YZLI0890168984

◎ 郭艳萍 张海红 主编
◎ 郭夕琴 陈冰 李晓波 副主编

人民邮电出版社
北京



图书在版编目 (CIP) 数据

电气控制与PLC应用 / 郭艳萍, 张海红主编. — 2版

— 北京: 人民邮电出版社, 2013.2

高等职业院校机电类“十二五”规划教材

ISBN 978-7-115-29655-9

I. ①电… II. ①郭… ②张… III. ①电气控制—高等职业教育—教材②plc技术—高等职业教育—教材 IV. ①TM571.2②TM571.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第292353号

内 容 提 要

本书以中高级维修电工和可编程序控制系统设计师等职业标准所要求的知识技能为载体,以训练学生的电气控制及 PLC 编程技能为目标,详细介绍基本电气控制电路、常见电气控制电路、PLC 基本指令的应用、PLC 应用指令的应用、特殊功能模块和数据通信、PLC 控制系统设计案例等内容。全书采用任务驱动的方式组织教材内容,以典型任务为载体讲述指令和编程技巧,将 PLC 与变频器、触摸屏紧密结合,培养学生设计、安装、调试 PLC 控制系统的工程应用能力。

本书可作为高职高专电气自动化、电气工程、电子信息、机电一体化及数控技术等相关专业的教材,也可供工程技术人员自学使用。

工业和信息化部高职高专“十二五”规划教材立项项目

高等职业院校机电类“十二五”规划教材

电气控制与 PLC 应用 (第 2 版)

-
- ◆ 主 编 郭艳萍 张海红
副 主 编 郭夕琴 陈 冰 李晓波
责任编辑 李育民
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市潮河印业有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 18.75 2013 年 2 月第 2 版
字数: 438 千字 2013 年 2 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-29655-9

定价: 36.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154



“电气控制与PLC应用”是机电类高职高专工科专业开设的实践性很强，与生产实际联系密切，将PLC与变频器、触摸屏融合到一起的技术应用型课程，也是培养高职高专学生自动化工程实践能力和创新能力的一门重要课程。编者于2010年所编写的《电气控制与PLC应用》一书自出版以来，受到了众多高职高专院校的欢迎。为了更好地满足广大高职高专院校的学生对PLC知识学习的需要，编者结合近几年的教学改革实践和广大读者的反馈意见，在保留原书特色的基础上，对教材进行了全面的修订，这次修订的主要内容如下。

- 对本书第1版中部分章节所存在的一些问题进行了校正和修改。
- 增加了单相电动机的正反转控制线路、直流电动机电枢回路串电阻降压启动的控制电路、电动机的保护装置、消防泵电气控制电路分析、Z3040摇臂钻床的PLC控制系统设计、剪切机的PLC控制系统设计以及自动分拣生产线的PLC控制系统设计等内容，还对部分章节的内容进行了调整和完善，使全书的知识体系架构更合理。例如，在模块三的任务八中增加了单周期和连续工作方式的编程；在模块三的任务九中增加了顺序功能图中的停止设计等内容。
- 删减了PLC一些传统的应用案例，如两种液体混合装置、LED数码显示等，增加自动生产线（如裁切机和自动分拣生产线）以及PLC对步进电机、变频器和气动执行机构控制的案例。
- 进一步贴近中、高级维修电工技能证书获取的考试内容，力求所有任务均能满足企业生产需要，同时能反映本职业工种对新技术的应用，并且具有很强的可操作性，便于实现教、学、做一体化的职业教育改革新教学模式的推广。

在本书的修订过程中，编者始终根据目前我国维修电工岗位的人才培养目标、专业知识结构和能力结构的教學要求组织教材内容，以典型任务为载体介绍编程的方法和指令的应用技巧，同时更注重学生在工程应用能力方面的培养。修订后的教材，任务比以前更具针对性和实用性，内容的叙述更加准确、通俗易懂和简明扼要，这样更有利于教师的教学和学生的自学。

本书每个任务最后都附有一定数量的习题，可以帮助学生进一步巩固基础知识；每个模块

还有实践性较强的任务, 可以供实训时使用, 如果配合三菱的仿真编程软件, 广大读者可以在没有 PLC 软件的情况下进行编程、调试等练习。

本书配备了三菱 PLC 的学习软件 FX-TRN-BEG-C、PLC 编程手册、GX 编程软件和 GX-Simulator 仿真软件、动画、课件等丰富的教学资源, 任课教师可到人民邮电出版社教学服务与资源网 (www.ptpedu.com.cn) 免费下载使用。

本书的参考学时为 82~110 学时, 其中实训环节为 30~40 学时, 各模块的学时参见下面的学时分配表。

模 块	课 程 内 容	学 时	
		理 论	实 训
模块一	基本电气控制电路	6~8	6~8
模块二	常见电气控制电路	6~8	4
模块三	PLC 基本指令的应用	14~18	8~10
模块四	PLC 应用指令的应用	12~12	8~10
模块五	特殊功能模块和数据通信	6~8	2
模块六	PLC 控制系统设计案例	8~16	2~6
学时总计: 82~110		52~70	30~40

本书由漯河职业技术学院的郭艳萍和南京机电职业技术学院的张海红任主编, 进行全书的选例、设计和统稿工作。郭艳萍编写了模块六及附录; 张海红编写了模块四; 南京机电职业技术学院的郭夕琴编写了模块一; 漯河职业技术学院的陈冰编写了模块五; 李晓波编写了模块二; 李远编写了模块三的任务一至任务五; 崔琪编写了模块三的任务六至任务十。本书在编写过程中参阅了大量的同类教材, 在此, 对这些教材的作者表示衷心的感谢!

限于编者的水平, 书中难免有不妥之处, 恳请读者批评指正。

编 者

2012 年 12 月

目 录



模块一 基本电气控制电路 1	
任务一 电动机点动与自锁控制电路的分析与安装 1	
一、任务导入..... 1	
二、相关知识..... 2	
(一) 刀开关..... 2	
(二) 转换开关..... 3	
(三) 熔断器..... 3	
(四) 按钮..... 5	
(五) 接触器..... 6	
(六) 热继电器..... 8	
三、任务实施..... 9	
(一) 电动机点动控制电路分析..... 9	
(二) 电动机自锁控制电路分析与安装..... 10	
四、知识拓展——点动与自锁混合控制电路..... 12	
五、思考与练习..... 13	
任务二 电动机正反转控制电路的分析与安装 14	
一、任务导入..... 14	
二、相关知识..... 15	
(一) 电气原理图..... 15	
(二) 电器元件布置图..... 17	
(三) 电气安装接线图..... 17	
三、任务实施..... 19	
(一) 电路分析..... 19	
(二) 安装和调试..... 21	
四、知识拓展——单相电动机的正反转控制电路..... 22	
五、思考与练习..... 23	
任务三 电动机顺序启动控制电路分析与安装 24	
一、任务导入..... 24	
二、相关知识..... 24	
(一) 低压断路器..... 24	
(二) 漏电保护开关..... 27	
三、任务实施..... 27	
(一) 主电路的顺序启动控制电路分析..... 27	
(二) 控制电路的顺序启动控制电路分析与安装..... 28	
四、知识拓展——现场·远程控制..... 29	
五、思考与练习..... 30	
任务四 电动机自动往返控制电路的分析与安装 30	
一、任务导入..... 30	
二、相关知识——行程开关..... 31	
三、任务实施..... 32	
(一) 电路分析..... 32	
(二) 安装和调试..... 33	
四、知识拓展——接近开关..... 33	
五、思考与练习..... 34	

任务五 电动机降压启动控制电路分析与安装	分析方法	58
安装	五、思考与练习	61
一、任务导入	任务二 X62W 铣床控制电路分析与故障排除	61
二、相关知识	一、任务导入	61
(一) 继电器的分类	二、相关知识	62
(二) 电磁式继电器的结构及工作原理	(一) 铣床的主要结构	62
(三) 时间继电器	(二) 铣床的运动形式	62
(四) 电流继电器和电压继电器	三、任务实施	62
三、任务实施	(一) 主电路分析	64
(一) 定子串电阻降压启动控制电路分析	(二) 控制电路分析	64
(二) 自耦变压器降压启动控制电路分析	四、知识拓展——X62W 万能铣床常见故障分析	70
(三) Y- Δ 降压启动控制电路分析与安装	五、思考与练习	70
四、知识拓展——直流电动机电枢回路串电阻降压启动控制电路	任务三 Z3040 摇臂钻床控制电路分析与故障排除	71
五、思考与练习	一、任务导入	71
任务六 电动机制动控制电路分析与安装	二、相关知识	72
一、任务导入	(一) 钻床的主要结构	72
二、相关知识——速度继电器	(二) 钻床的运动形式	72
三、任务实施	三、任务实施	72
(一) 能耗制动控制电路分析	(一) 主电路分析	72
(二) 反接制动控制电路分析与安装	(二) 控制电路分析	74
(三) 机械制动控制电路分析	四、知识拓展——Z3040 摇臂钻床常见故障分析	76
四、知识拓展——电动机保护装置	五、思考与练习	77
五、思考与练习	模块三 PLC 基本指令的应用	78
模块二 常见电气控制电路	任务一 认识 PLC	78
任务一 消防泵电气控制电路分析	一、任务导入	78
一、任务导入	二、相关知识	81
二、相关知识——电气原理图的分析方法和步骤	(一) PLC 的产生	81
(一) 基本原则	(二) PLC 的应用、分类	81
(二) 电气控制电路分析步骤	(三) PLC 的组成	82
三、任务实施	(四) PLC 的工作原理	84
(一) 主电路分析	三、任务实施	85
(二) 控制电路分析	(一) FX 系列 PLC 的型号	85
四、知识拓展——电气控制电路故障的一般		

(二) FX _{2N} 系列 PLC 的基本构成	85	(一) 梯形图的特点	108
(三) FX _{2N} 系列 PLC 的外观及其特征	86	(二) 梯形图的编程规则	108
(四) PLC 的安装、接线	87	五、思考与练习	109
四、知识拓展——PLC 主要生产厂家	89	任务四 3 台电动机顺序启动控制程序设计	110
五、思考与练习	90	一、任务导入	110
任务二 电动机自锁控制程序设计	90	二、相关知识	110
一、任务导入	90	(一) 辅助继电器 M	110
二、相关知识	90	(二) 定时器 T	112
(一) 输入继电器 X 和输出继电器 Y	90	三、任务实施	113
(二) PLC 的编程语言	91	(一) 分配 I/O 地址	113
(三) LD、LDI、OUT、END 指令	92	(二) 程序设计	113
(四) AND、ANI、OR、ORI 指令	93	(三) 调试运行	114
(五) GX Developer 编程和仿真软件	94	四、知识拓展	114
三、任务实施	100	(一) 定时器接力电路	114
(一) 分配 I/O 地址	100	(二) 闪烁电路	114
(二) 程序设计	100	(三) 延时接通/断开电路	115
(三) 接线时注意事项	101	(四) 调试仿真	115
(四) 操作步骤	102	五、思考与练习	117
四、知识拓展	103	任务五 产品出入库数量监控程序设计	118
(一) SET、RST 指令	103	一、任务导入	118
(二) 利用 SET 和 RST 指令实现电动机的自锁控制	103	二、相关知识	118
(三) PLC 控制系统与继电器接触控制系统的区别	104	(一) 计数器的分类	118
五、思考与练习	104	(二) 计数器的使用说明	118
任务三 楼梯照明控制程序设计	105	三、任务实施	120
一、任务导入	105	(一) 分配 I/O 地址	120
二、相关知识	105	(二) 程序设计	120
(一) ORB 指令	105	(三) 调试运行	121
(二) ANB 指令	106	四、知识拓展——定时器与计数器构成长延时电路	121
三、任务实施	107	五、思考与练习	121
(一) 分配 I/O 地址	107	任务六 电动机单按钮起停控制程序设计	122
(二) 程序设计	107	一、任务导入	122
(三) 调试运行	107	二、相关知识——PLS、PLF 指令	123
四、知识拓展	108	三、任务实施	124
		四、知识拓展	124

(一) ALT 指令	124	一、任务导入	140
(二) LDP、LDF、ANDP、ANDF、ORP、ORF 指令	125	二、相关知识——选择分支的编程	141
五、思考与练习	126	三、任务实施	142
任务七 电动机 Y- Δ 降压启动控制程序设计	126	(一) 分配 I/O 地址	142
一、任务导入	126	(二) 画出顺序功能图	142
二、相关知识——MPS、MRD、MPP 指令	126	(三) 将顺序功能图转换成梯形图	143
三、任务实施	128	(四) 调试运行	144
(一) 分配 I/O 地址	128	四、知识拓展	144
(二) 程序设计	128	(一) 顺序功能图中电动机的过载保护设计	144
(三) 输入并仿真程序	129	(二) 顺序功能图中的停止设计	145
(四) 连接电路	129	五、思考与练习	146
(五) 调试运行	129	任务十 单车道交通灯控制程序设计	147
四、知识拓展——MC、MCR 指令	130	一、任务导入	147
五、思考与练习	130	二、相关知识——并行分支的编程	148
任务八 自动送料小车控制程序设计	131	三、任务实施	148
一、任务导入	131	(一) I/O 端口分配、功能及 I/O 接线图	148
二、相关知识	132	(二) 程序设计	149
(一) 状态继电器 S	132	(三) 调试运行	150
(二) 顺序功能图	132	四、知识拓展——跳步、重复和循环序列编程	151
(三) 步进梯形指令 STL、RET	134	(一) 部分重复的编程方法	151
(四) 顺序功能图与步进梯形图之间的转换	134	(二) 同一分支内跳转的编程方法	151
(五) 步进梯形图编程规则	135	(三) 跳转到另一条分支的编程方法	151
三、任务实施	136	五、思考与练习	152
(一) 分配 I/O 地址	136	模块四 PLC 应用指令的应用	154
(二) 确定顺序功能图的步数	136	任务一 8 盏流水灯控制程序设计	154
(三) 确定每步的功能、作用	137	一、任务导入	154
(四) 找出每步的转移条件	137	二、相关知识	155
(五) 绘制顺序功能图	137	(一) 应用指令的通用格式	155
(六) 将顺序功能图转换成梯形图	137	(二) 应用指令的数据结构	156
(七) 调试运行	138	(三) 传送指令 MOV	157
四、知识拓展——单周期和连续工作方式的编程	138	三、任务实施	157
五、思考与练习	139	(一) 分配 I/O 地址	157
任务九 自动门控制程序设计	140	(二) 程序设计	158
		(三) 调试运行	158

四、知识拓展	158	五、思考与练习	174
(一) 块传送指令 BMOV (FNC15)	158	任务四 密码锁控制程序设计	175
(二) 取反传送指令 CML (FNC14)	159	一、任务导入	175
(三) 利用变址寄存器改变闪光灯的闪光 频率	159	二、相关知识	175
(四) 利用 MOV 指令改写定时器和计数器的 设定值	160	(一) 比较指令 CMP	175
五、思考与练习	160	(二) 区间比较指令 ZCP	176
任务二 4 路抢答器控制程序设计	161	三、任务实施	176
一、任务导入	161	(一) I/O 分配表	176
二、相关知识	161	(二) 程序设计	177
(一) 子程序调用指令 CALL 和子程序返回 指令 SRET	161	(三) 调试运行	177
(二) 主程序结束指令 FEND	162	四、知识拓展	177
三、任务实施	162	(一) 触点比较指令	177
(一) 分配 I/O 地址	162	(二) 应用指令实现的单车道交通灯控制 程序	179
(二) 程序设计	164	五、思考与练习	180
(三) 调试运行	165	任务五 停车场车位控制程序设计	180
四、知识拓展	165	一、任务导入	180
(一) 条件跳转指令 CJ	165	二、相关知识	181
(二) 电动机手动/自动选择控制程序	166	(一) 7 段译码指令 SEGD	181
五、思考与练习	167	(二) 数据变换指令 BCD 和 BIN	182
任务三 8 台电动机顺序启动控制程序设计	167	(三) 加 1 指令 INC	183
一、任务导入	167	(四) 减 1 指令 DEC	183
二、相关知识	167	三、任务实施	183
(一) 位左移指令 SFTL	168	(一) I/O 分配和软件说明	183
(二) 位右移指令 SFTR	169	(二) 程序设计	184
三、任务实施	170	(三) 调试运行	185
(一) 分配 I/O 地址	170	四、知识拓展——LED 数码显示控制程序	185
(二) 程序设计	170	五、思考与练习	186
(三) 调试运行	171	任务六 8 站小车的呼叫控制程序设计	186
四、知识拓展	171	一、任务导入	186
(一) 循环移位指令 ROR、ROL、RCR 和 RCL	171	二、相关知识	187
(二) 24 盏流水灯控制程序	173	(一) 译码指令 DECO	187
		(二) 编码指令 ENCO	187
		三、任务实施	188
		(一) 分配 I/O 地址	188

(二) 程序设计	188	模块五 特殊功能模块和数据通信	206
(三) 调试运行	190	任务一 电热水炉温度控制	206
四、知识拓展——5 台电动机顺序启动控制		一、任务导入	206
程序	190	二、相关知识	207
五、思考与练习	191	(一) 特殊功能模块的读写操作指令 FROM	207
任务七 车库门自动开关控制程序设计	191	和 TO	207
一、任务导入	191	(二) 模拟量输入模块 FX _{2N} -2AD	208
二、相关知识	192	(三) 模拟量输出模块 FX _{2N} -2DA	211
(一) 时钟数据读取指令 TRD	192	三、任务实施	213
(二) 时钟数据写入指令 TWR	192	(一) 分配 I/O 地址	213
(三) 时钟数据比较指令 TCMP	193	(二) 程序设计	213
(四) 时钟数据区间比较指令 TZCP	194	(三) 调试运行	214
三、任务实施	195	四、知识拓展	214
(一) 分配 I/O 地址	195	(一) 三菱变频器认识	214
(二) 程序设计	196	(二) FX _{2N} -2DA 模块在变频器多段速控制中的	215
(三) 调试运行	197	应用	215
四、知识拓展	197	五、思考与练习	218
(一) 时钟专用的特殊数据寄存器和特殊辅		任务二 PLC 数据通信	218
助继电器	197	一、任务导入	218
(二) 马路照明灯时钟控制程序	197	二、相关知识	219
五、思考与练习	198	(一) 通信基础	219
任务八 自动售货机控制程序设计	198	(二) 并联链接通信	221
一、任务导入	198	(三) N:N 网络通信	222
二、相关知识	199	三、任务实施	225
(一) 加法指令 ADD	200	四、知识拓展——3 台 PLC 通信实例	226
(二) 减法指令 SUB	200	五、思考与练习	229
(三) 乘法指令 MUL	200	模块六 PLC 控制系统设计案例	231
(四) 除法指令 DIV	200	任务一 机械手的 PLC 控制系统设计	231
三、任务实施	200	一、任务导入	231
(一) 分配 I/O 地址	200	二、相关知识	232
(二) 程序设计	201	(一) PLC 控制系统设计的原则与步骤	232
(三) 调试运行	203	(二) PLC 机型选择	232
四、知识拓展——使用乘除运算指令实现 8 盏流水		(三) 使用启停电路的编程方法	233
灯控制程序	204	(四) 使用以转换为中心的编程方法	234
五、思考与练习	204	三、任务实施	235

(一) 确定 PLC 的型号, 绘制系统接线图	235	设计	254
(二) 程序设计	235	(一) 电源的抗干扰措施	255
(三) 调试运行	236	(二) 控制系统的接地	255
四、知识拓展	237	(三) 安装与布线的抗干扰措施	255
(一) 用移位指令实现机械手的 PLC 控制	237	(四) PLC 输入/输出的可靠性措施	255
(二) 多种工作方式的编程	238	五、思考与练习	256
五、思考与练习	241	任务四 基于触摸屏的Y- Δ 降压启动 PLC 控制	
任务二 Z3040 摇臂钻床的 PLC 控制系统		系统设计	256
设计	242	一、任务导入	256
一、任务导入	242	二、相关知识	256
二、相关知识——钻床 PLC 控制的改造		(一) 触摸屏的作用	256
思路	242	(二) 触摸屏与计算机、PLC 的连接	257
三、任务实施	242	三、任务实施	257
(一) 确定 PLC 的型号, 绘制系统接线图	242	(一) PLC 和触摸屏软件分配及系统接	
(二) 程序设计	244	线图	257
(三) 调试运行	244	(二) PLC 程序	258
四、知识拓展——节省 PLC 输入/输出点数的		(三) 触摸屏画面设计	258
方法	245	(四) 程序下载运行和调试运行	263
(一) 减少输入点数的方法	245	四、知识拓展——指示灯的制作	264
(二) 减少输出点数的方法	245	五、思考与练习	265
五、思考与练习	246	任务五 自动分拣生产线的 PLC 控制系统	
任务三 剪切机的 PLC 控制系统设计	246	设计	265
一、任务导入	246	一、任务导入	265
二、相关知识	247	二、相关知识	266
(一) 步进电机	247	(一) 气动元件的认识	266
(二) 步进控制系统的组成	247	(二) 自动分拣生产线主要部件的认识	269
(三) 步进驱动器	248	三、任务实施	272
(四) 脉冲输出指令 PLSY	249	(一) 确定 PLC 的型号, 绘制系统接线图	272
(五) 带加/减速的脉冲输出指令 PLSR	250	(二) 控制方案	272
三、任务实施	253	(三) 调试运行	280
(一) 确定 PLC 的型号, 绘制系统接线图	253	四、思考与练习	281
(二) 步进电机的选择	253	附录	282
(三) 程序设计	253	附录 A FX 系列 PLC 的编程元件及编号	282
(四) 调试运行	253	附录 B FX 系列 PLC 应用指令一览表	283
四、知识拓展——PLC 控制系统的可靠性		参考文献	288

素 材 表



表 1 PPT 课件等

素材类型	功能描述
PPT 课件	供老师上课用
FX 系列 PLC 编程手册	该手册是编写 FX 系列 PLC 用的顺控程序指令的说明书以及 PLC 的规格、安装以及布线等硬件的内容和安全使用注意事项
GX DEVELOPER 8.34 编程软件	该软件可以对三菱全系列 PLC 通过梯形图符号、助记符进行在线和离线编程,建立注释数据及设置寄存器数据,并可将其存储为文件,或用打印机打印。还可以对 PLC 的运行过程进行监视
GX Simulator 仿真软件	在安装有 GX Developer 的计算机内追加安装 GX Simulator 仿真软件能够实现不在线时的仿真调试。不在线调试功能内包括软元件的监视测试、外部机器 I/O 的模拟操作等
FX-TRN-BEG-C 三菱 PLC 教学软件	FXTRN-BEG-C 教学软件可以在个人电脑里产生一个虚拟的生产场所,可适用在任何时候或地点学习 PLC 编程。生产场所和设备用 3D 的仿真图形显示,为 PLC 教学培训提供了一个生动的可视环境。在虚拟的区域内,可以创建控制设备的程序、并且进行调试、仿真

表 2 动 画

序号	名 称	序号	名 称
1	三相异步电动机的结构	15	电动机的正反转控制
2	绕线转子异步电动机	16	行程控制电路
3	三相异步电动机的铭牌	17	自动往返控制电路
4	三相异步电动机的工作原理	18	三相异步电动机降压启动控制电路
5	电气控制器件(2)	19	行程控制
6	Y-Δ形降压启动控制电路 按钮、刀开关、接触器、中间继电器、热继电器的工作原理 1	20	时间控制
7	电气控制器件——按钮、刀开关、接触器、中间继电器、热继电器	21	三相异步电动机制动控制
8	熔断器、行程开关、低压断路器的工作原理	22	双速异步电动机、转换开关和电磁离合器的工作原理
9	时间继电器、电流继电器、电压继电器、速度继电器	23	绕线转子异步电动机转子串频敏变阻器启动控制
10	时间继电器、电流继电器、电压继电器、速度继电器的工作原理	24	S7-200 系列 PLC 的工作原理
11	电气控制器件	25	水箱水位的 PID 控制
12	三相异步电动机的连接	26	单流程控制
13	电动机的点动控制	27	并行流程和选择流程控制
14	电动机的自锁控制	28	广告牌循环彩灯的 PLC 控制

模块一

| 基本电气控制电路 |

【能力目标】

1. 能根据控制要求, 选配合适型号的低压电器。
2. 能根据控制要求, 熟练画出典型控制电路原理图, 并进行装配。
3. 掌握常用控制电路的安装、调试及维修方法。
4. 能熟练运用所学知识读懂电气图纸。

【知识目标】

1. 熟悉常用低压电器的结构、工作原理、型号规格、符号、使用方法及其在控制电路中的作用。
2. 掌握电气控制电路国家统一的绘图原则和标准。
3. 掌握电动机基本控制电路的工作原理及安装接线方法。

任务一

电动机点动与自锁控制电路的分析与安装

| 一、任务导入 |

图 1-1 所示为三相异步电动机的手动控制电路。当合上刀开关 QS 时, 电动机运行; 当断开刀开关时, 电动机停止运行。此电路虽然比较简单, 但刀开关不宜带负载操作。因此, 在启动、停车频繁的场所, 使用这种手动控制方法既不方便, 也不安全, 操作劳动强度大, 并且不能进行远距离自动控制。那么, 采用什么元器件才能实现自动控制呢? 这就需要采用按钮和接触器来控制电动机的启动或停止。刀开关在电路中仅起隔离电源的作用。

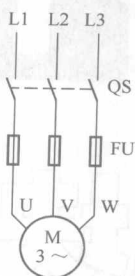


图1-1 电动机手动控制电路

二、相关知识

在电能的生产、输送、分配和应用中,起着开关、控制、调节和保护作用的电气设备称为电器。常用低压电器是指工作在交流电压 1 200V、直流电压 1 500V 以下的各种电器。

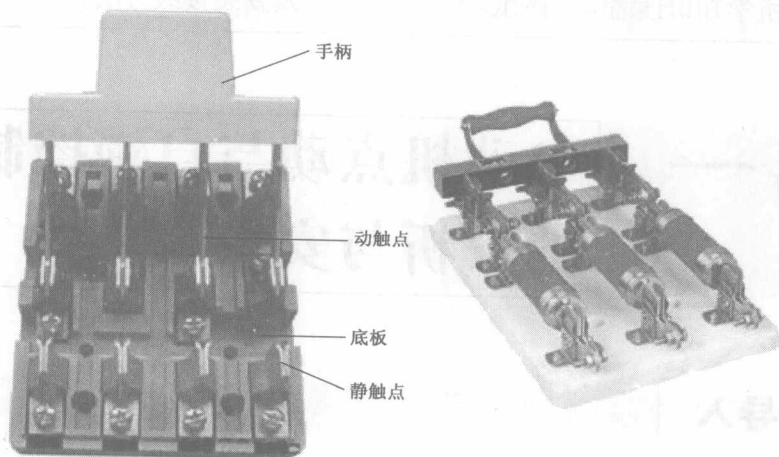
(一) 刀开关

刀开关是一种手动配电电器,用于不频繁接通或分断额定电流以下的负载,也可用来隔离电源,确保检修安全,刀开关也称开启式负荷开关。

1. 结构与型号

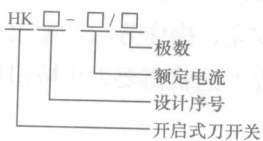
图 1-2 (a) 所示为开启式刀开关的结构,主要由手柄、动触点、静触点和底板构成。图 1-2 (b) 所示为装设有熔丝的刀开关,它具有短路保护的功能。

刀开关的型号含义和电气符号如图 1-2 (c)、(d) 所示。

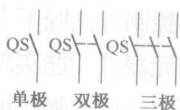


(a) 开启式刀开关结构

(b) 熔断式刀开关



(c) 型号含义



(d) 电气符号

图1-2 刀开关的结构与图形符号

2. 主要技术参数与选择

刀开关种类很多,有两极(额定电压 250V)和三极(额定电压 380V)的刀开关,额定电流有 10~100A 不等,其中 60A 及以下的才用来控制电动机的接通或分断。正常情况下,刀开关一般能接通和分断其额定电流,因此,对于普通负载可根据负载的额定电流来选择刀开关的额定电流。

(1) 用于照明电路时,可选用额定电压 220V 或 250V,额定电流等于或大于电路最大工作电流的双极开关。

(2) 用于电动机的直接启动时,可选用额定电压为 380V 或 500V,额定电流等于或大于电动机额定电流 3 倍的三极开关。

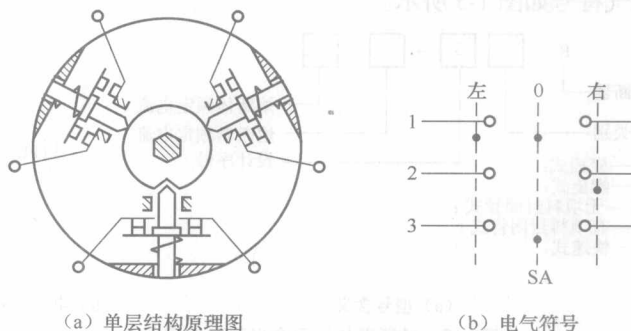
开启式刀开关必须垂直安装在控制屏或开关板上,不能倒装,上方接线端接电源,下方接线端接负载,即接通状态时手柄朝上,否则有可能在分断状态时闸刀开关松动落下,造成误接通。

(二) 转换开关

转换开关主要在电气设备中作为电源引入开关,也可作为电压表、电流表的换相开关,还可作为小容量电动机的启动、制动、调速及正反向转换的控制开关。

万能转换开关主要由操作机构、面板、手柄及数个触点座等部件组成,并用螺栓组装成为一个整体。触点座可有 1~10 层,每层均可装 3 对触点,并由其中的凸轮进行控制,如图 1-3(a) 所示。由于每层凸轮可做成不同的形状,因此当手柄转到不同位置时,通过凸轮的作用,可使各对触点按需要的规律接通和分断。

万能转换开关的电气符号如图 1-3(b) 所示,水平方向的数字 1~3 表示触点编号,垂直方向的数字及文字“左”、“0”、“右”表示手柄的操作位置(挡位),虚线表示手柄操作的联动线。在不同的操作位置,各对触点的通、断状态的表示方法为:在触点的下方与虚线相交位置有黑色圆点表示在对应操作位置时触点接通,没涂黑色圆点表示在该操作位置不通。开关具体型号不同,触点数目和操作挡位数目也不同。



(a) 单层结构原理图

(b) 电气符号

图1-3 万能转换开关结构原理图和电气符号

(三) 熔断器

熔断器是一种当电流超过规定值一定时间后,以它本身产生的热量使熔体熔化而分断电路的保护电器。熔断器串联于被保护电路中,能在电路发生短路或严重过电流时快速自动熔断,从而切断电路电源,起到保护作用。

1. 结构与分类

熔断器由熔断管 (或座)、熔断体以及外加填料等部分组成。其外形如图 1-4 所示。

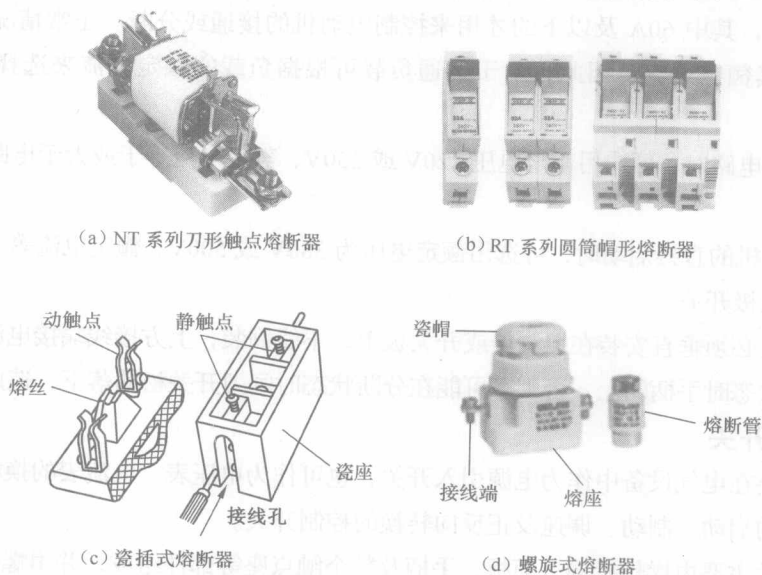


图1-4 熔断器外形

- ① 熔断管：由硬质纤维或瓷质绝缘材料制成的封闭或半封闭式管状外壳，熔断体装于其内，有利于熔断体熔断时熄灭电弧。
- ② 熔断体：由金属材料制成不同的形状：丝状、带状、片状或笼状。
- ③ 填料：广泛应用的填料是石英砂，主要有两个作用，即作为灭弧介质和帮助熔断体散热，从而有助于提高熔断器的限流能力和分断能力。

熔断器按结构形式可分为瓷插式、螺旋式、无填料封闭管式、有填料封闭管式、快速式等类别。熔断器的型号含义和电气符号如图 1-5 所示。

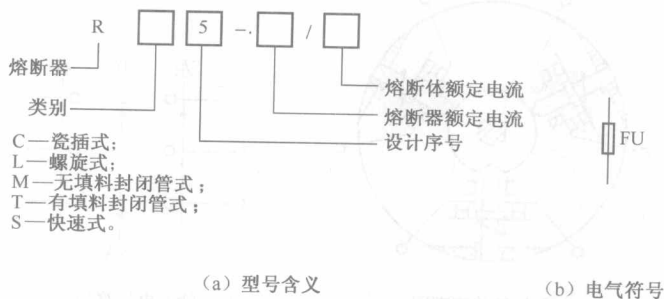


图1-5 熔断器的型号含义和电气符号

2. 主要技术参数

- ① 熔断器额定电流：保证熔断器能长期安全工作的额定电流。
- ② 熔断体额定电流：在正常工作时熔断体不熔断的工作电流。

3. 选择

熔断器的额定电压要大于或等于电路的额定电压，熔断器的额定电流要依据负载情况而选择。