



河南省“十二五”普通高等教育规划教材  
经河南省普通高等教育教材建设指导委员会审定

# 电气控制 与PLC应用

张桂香 张桂林 主编  
罗峰 主审

第2版

课外借



化学工业出版社



河南省“十二五”普通高等教育规划教材  
经河南省普通高等教育教材建设指导委员会审定

(审定人员: 胡健)

# 电气控制 与PLC应用

第2版

张桂香 张桂林 主编

曲素荣 梁明亮 蒋会哲 副主编

罗峰 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

2017年11月  
第四版

本书从应用角度出发,以培养学生职业能力为主线,以美国通用电气(GE)PLC为样机,以项目为载体,将电气控制技术和PLC应用技术中的典型工作任务提炼为教学项目,使理论教学与实践操作训练融为一体,更好地培养职业院校学生的PLC应用能力和实践创新能力。

本书可作为高职高专院校的电气自动化、电气化铁道技术、机电一体化等专业的教学用书,也可供工程技术人员自学参考。

电气控制与 PLC 应用

#### 图书在版编目(CIP)数据

电气控制与 PLC 应用/张桂香,张桂林主编. —2 版. —北京:化学工业出版社,2017.12

河南省“十二五”普通高等教育规划教材 经河南省普通高等教育教材建设指导委员会审定

ISBN 978-7-122-31128-3

I. ①电… II. ①张…②张… III. ①电气控制-高等学校-教材②PLC 技术-高等学校-教材 IV. ①TM571.2②TM571.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 296447 号

责任编辑:潘新文  
责任校对:王 静

装帧设计:韩 飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷:三河市航远印刷有限公司

装 订:三河市瞰发装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 16 字数 411 千字 2018 年 2 月北京第 2 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 34.00 元

版权所有 违者必究

# 前 言

在工业生产领域和机械设备的控制中,电气控制技术应用十分广泛。随着科学技术日新月异的发展,在很多控制领域,传统的继电器接触器控制系统正逐步被各种智能化控制技术所取代,但其最基础的部分对任何先进的控制系统来说仍是必不可少的。可编程控制器(PLC)是基于继电器逻辑控制系统的原理而设计的,它的出现,使电气控制技术进入了一个崭新的阶段。目前,在工业自动化市场上,PLC控制技术及应用发展迅猛,国内急需大量高水平的PLC技术人员,因此,作为高职高专院校,应大量培养掌握电气控制技术和PLC应用技术的高技能、高素质应用型人才。

本书第一版自出版以来,得到了广大院校师生的一致好评,读者普遍反映本书内容实用,好教好学,容易实现学生毕业后在电气控制和PLC技术应用领域“零距离上岗”的培养目标。为了进一步提高本书的质量,更好地为广大读者服务,编者决定对第一版进行修订。本版继续以理论实训一体化项目教学为基础编写,主要修订内容如下。

1. 由于编程软件(PME)版本已更新,原有内容采用7.0版本,而目前已升级为8.5,相关操作方法和操作界面已发生较大变化,因此对项目8的内容全部修订。

2. 由于编程软件版本升级,因此相应修订部分PLC指令的格式。

3. 增加一个新项目:LED数字电子钟控制,在该项目拓展内容中增加点阵应用。

4. 修订指令列表,对GE VersaMax Micro 64和PAC指令加以区分和标注,使得读者既对GE VersaMax Micro 64的指令有个全面的掌握,同时为后续PAC学习打下基础。

本书共采用16个项目,其中项目1~项目6为继电器接触器控制工作项目,项目7~项目16为PLC控制工作项目,侧重于PLC应用技术的训练。

本书内容和结构上层层深入,前后有机衔接,循序渐进,把电器元件的选型、电路的安装、布线、运行维护,PLC的安装、硬件接线、指令功能和软件编程方法都渗透到具体的工作项目中,既保持了知识体系的完整性,又切合项目教学任务导向的要求。

本课程参考教学时数为60~90学时,其中加\*内容为选学内容,各院校各专业在选用本教材时可根据学校具体情况灵活掌握。

本书由张桂香、张桂林主编并负责统稿,曲素荣、梁明亮、蒋会哲任副主编,罗峰主审。张桂香编写项目6、项目9和项目10;张桂林编写项目12~项目14和项目16;曲素荣编写项目3~项目5和附录A;梁明亮编写项目1和附录B、附录C;蒋会哲编写项目8和项目11;王喜燕编写项目2和项目7;范丽婷编写项目15。本书在编写过程中得到了GE智能平台和南京南戈特控制设备有限公司的帮助,在此表示衷心的感谢。

由于笔者水平有限,书中难免有疏漏或不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2017年11月

# 目 录

## 项目 1 交流接触器的拆装

1.1 项目目标	1
1.2 知识准备	1
1.2.1 低压电器的电磁机构及执行机构	1
1.2.2 接触器	4
1.3 项目训练——交流接触器的拆装	6
1.3.1 训练目的	6
1.3.2 训练器材	7
1.3.3 训练内容及操作步骤	7
1.3.4 注意事项	7
1.3.5 思考和讨论	8
1.4 项目考评	8
1.5 项目拓展	8
1.5.1 继电器	8
1.5.2 熔断器	15
1.5.3 低压隔离器	17
1.5.4 低压断路器	19
1.5.5 主令电器	20
1.6 思考题与习题	23
1.7 作业	24

## 项目 2 三相交流异步电动机直接启动控制线路的安装与调试

2.1 项目目标	25
2.2 知识准备	25
2.2.1 电气制图及电气图	25
2.2.2 三相异步电动机直接启动控制	32
2.3 项目训练——三相交流异步电动机直接启动控制线路的安装与调试	33
2.3.1 训练目的	33
2.3.2 训练器材	34
2.3.3 训练内容及操作步骤	34
2.3.4 注意事项	34
2.3.5 思考和讨论	35
2.4 项目考评	35
2.5 项目拓展	35
2.6 思考题与习题	37

### 项目3 三相交流异步电动机Y- $\Delta$ 降压启动控制线路的安装与调试

3.1 项目目标	38
3.2 知识准备	38
3.3 项目训练——三相交流异步电动机Y- $\Delta$ 降压启动控制线路的安装与调试	40
3.3.1 训练目的	40
3.3.2 训练器材	40
3.3.3 训练内容及操作步骤	41
3.3.4 注意事项	41
3.3.5 思考和讨论	42
3.4 项目考评	42
3.5 项目拓展	42
3.5.1 定子串电阻(电抗器)降压启动	42
3.5.2 自耦变压器(补偿器)降压启动控制线路	43
3.5.3 延边 $\Delta$ 形降压启动控制电路	43
3.5.4 绕线转子异步电动机的启动控制	45
3.6 思考题与习题	47
3.7 作业	48

### 项目4 三相交流异步电动机正反转控制线路的安装与调试

4.1 项目目标	49
4.2 知识准备	49
4.3 项目训练——三相交流异步电动机正反转控制线路的安装与调试	50
4.3.1 训练目的	50
4.3.2 训练器材	50
4.3.3 训练内容及操作步骤	51
4.3.4 注意事项	51
4.3.5 思考和讨论	51
4.4 项目考评	52
4.5 项目拓展	52
4.5.1 行程开关控制的电动机正反转控制电路	52
4.5.2 自动循环控制	53
4.6 思考题与习题	55

### 项目5 车床电气控制系统检修

5.1 项目目标	56
5.2 知识准备	56
5.2.1 电气控制电路故障的查找和排除	56
5.2.2 典型设备电气控制系统分析方法和步骤	59
5.2.3 三相异步电动机反接制动控制线路	60
5.2.4 卧式车床的电气控制电路	60
5.3 项目训练——车床电气控制系统检修	64
5.3.1 训练目的	64
5.3.2 训练器材	64
5.3.3 训练内容及操作步骤	64
5.3.4 注意事项	65
5.3.5 思考和讨论	65
5.4 项目考评	66

5.5	项目拓展	66
5.6	思考题与习题	67
<b>项目6 铣床电气控制系统检修</b>		
6.1	项目目标	69
6.2	知识准备	69
6.2.1	机床的主要结构和运动形式	69
6.2.2	电力拖动和控制要求	69
6.2.3	控制电路分析	70
6.3	项目训练——铣床电气控制系统检修	74
6.3.1	训练目的	74
6.3.2	训练器材	75
6.3.3	训练内容及操作步骤	75
6.3.4	注意事项	76
6.3.5	思考和讨论	76
6.4	项目考评	76
6.5	项目拓展	76
6.6	思考题与习题	78
6.7	课业	78
<b>项目7 PLC安装与接线</b>		
7.1	项目目标	79
7.2	知识准备	79
7.2.1	PLC概述	79
7.2.2	GE PLC概述	89
7.3	项目训练——PLC安装与接线	95
7.3.1	训练目的	95
7.3.2	训练器材	95
7.3.3	训练内容及操作步骤	95
7.3.4	注意事项	96
7.3.5	思考和讨论	96
7.4	项目考评	96
7.5	项目拓展	97
7.5.1	PLC的维护和故障诊断	97
7.5.2	输出负载的抗干扰措施	97
7.6	思考题与习题	98
7.7	课业	98
<b>项目8 电动机正反转PLC控制</b>		
8.1	项目目标	99
8.2	知识准备	99
8.2.1	继电器指令	99
8.2.2	编程软件(PME)的安装与使用	102
8.3	项目训练——电动机正反转PLC控制	117
8.3.1	训练目的	117
8.3.2	训练器材	117
8.3.3	训练内容及操作步骤	117
8.3.4	注意事项	119

8.3.5	思考和讨论	119
8.4	项目考评	119
8.5	项目拓展	120
8.5.1	典型应用程序分析与设计	120
8.5.2	PLC 控制系统设计	122
8.5.3	梯形图与继电控制图的区别	124
8.5.4	梯形图的化简及变换	125
8.6	思考题与习题	126

## 项目 9 电动机星-三角降压启动 PLC 控制

9.1	项目目标	128
9.2	知识准备	128
9.2.1	定时器指令	128
9.2.2	计数器指令	132
9.3	项目训练——电动机星-三角降压启动 PLC 控制	133
9.3.1	训练目的	133
9.3.2	训练器材	134
9.3.3	训练内容及操作步骤	134
9.3.4	注意事项	135
9.3.5	思考和讨论	135
9.4	项目考评	136
9.5	项目拓展	136
9.5.1	比较指令	136
9.5.2	工件自动加工控制	138
9.6	思考题与习题	141
9.7	作业	142

## 项目 10 流水灯控制

10.1	项目目标	143
10.2	知识准备	143
10.2.1	数据移动指令	143
10.2.2	位操作指令	146
10.3	项目训练——流水灯控制	151
10.3.1	训练目的	151
10.3.2	训练器材	151
10.3.3	训练内容及操作步骤	151
10.3.4	注意事项	153
10.3.5	思考和讨论	153
10.4	项目考评	153
10.5	项目拓展	154
10.5.1	物流检测	154
10.5.2	电动机顺序启动控制	156
10.6	思考题与习题	157

## 项目 11 站台超员报警自动控制

11.1	项目目标	159
11.2	知识准备	159
11.3	项目训练——站台超员报警自动控制程序设计	161

11.3.1	训练目的	161
11.3.2	训练器材	161
11.3.3	训练内容及操作步骤	161
11.3.4	注意事项	163
11.3.5	思考和讨论	163
11.4	项目考评	163
11.5	项目拓展	164
11.5.1	声光报警控制	164
11.5.2	超时报警控制	164
11.5.3	行车方向控制	166
11.6	思考题与习题	168

## 项目 12 多种液体自动混合装置的控制

12.1	项目目标	169
12.2	项目训练——两种液体自动混合控制程序设计	169
12.2.1	训练目的	169
12.2.2	训练器材	169
12.2.3	训练内容及操作步骤	169
12.2.4	注意事项	173
12.2.5	思考和讨论	173
12.3	项目考评	173
12.4	项目拓展	174
12.5	思考题与习题	176

## 项目 13 十字路口交通灯控制

13.1	项目目标	177
13.2	项目训练——十字路口交通灯控制程序设计	177
13.2.1	训练目的	177
13.2.2	训练器材	177
13.2.3	训练内容及操作步骤	177
13.2.4	注意事项	180
13.2.5	思考和讨论	180
13.3	项目考评	180
13.4	项目拓展	181
13.4.1	舞台艺术灯饰的控制	181
13.4.2	急车强通交通灯控制	183
13.4.3	广告牌彩灯闪烁程序设计	183
13.5	思考题与习题	184

## 项目 14 抢答器控制

14.1	项目目标	185
14.2	知识准备	185
14.3	项目训练——抢答器控制程序设计	187
14.3.1	训练目的	187
14.3.2	训练器材	187
14.3.3	训练内容及操作步骤	187
14.3.4	注意事项	188
14.3.5	思考和讨论	188

14.4	项目考评	190
14.5	项目拓展	190
14.5.1	程序流程控制指令	190
14.5.2	多功能抢答器控制	191
14.6	思考题与习题	195

### \* 项目 15 LED 数字电子钟的控制

15.1	项目目标	197
15.2	知识准备	197
15.3	项目训练——数字电子钟控制程序设计	199
15.3.1	训练目的	199
15.3.2	训练器材	200
15.3.3	训练内容及操作步骤	200
15.3.4	注意事项	200
15.3.5	思考和讨论	205
15.4	项目考评	205
15.5	项目拓展	206
15.5.1	8×8 点阵显示器的原理	206
15.5.2	8×8 点阵显示器控制	207
15.6	思考题与习题	213

### \* 项目 16 机械手控制

16.1	项目目标	215
16.2	知识准备	215
16.3	项目训练——机械手控制程序设计	218
16.3.1	训练目的	218
16.3.2	训练器材	218
16.3.3	训练内容及操作步骤	218
16.3.4	注意事项	221
16.3.5	思考和讨论	221
16.4	项目考评	221
16.5	项目拓展	222
16.6	思考题与习题	225

## 附录

附录 A	电气技术用文字符号与电气图用图形符号	227
附录 B	变量表	233
附录 C	GE PLC 指令一览表	236

## 参考文献

# 交流接触器的拆装

## 1.1 项目目标

- ① 掌握接触器等常用低压电器的拆装方法，能对其进行简单静态检测、通电检测与器件检修。
- ② 掌握常用低压电器的工作原理、结构、功能、主要技术参数、产品选用和维护方法。
- ③ 了解常用低压电器的发展趋势和新型电器产品。

## 1.2 知识准备

### 1.2.1 低压电器的电磁机构及执行机构

凡是对电能的生产、输送、分配和使用起控制、调节、检测、转换及保护作用的电工器械均可称为电器。用于交流（50Hz，额定电压 1200V 以下）和直流（额定电压 1500V 以下）电路内起通断保护、控制或调节作用的电器称为低压电器。低压电器的品种规格繁多，构造各异，按其用途可分为配电电器和控制电器；按其动作方式可分为自动电器和手动电器；按其执行机构又可分为有触点电器和无触点电器等。综合考虑各种电器的功能和结构特点，通常将低压电器分为刀开关、熔断器、断路器、接触器、主令电器等 12 大类。

电磁式电器是指以电磁力为驱动力的电器，它在低压电器中占有十分重要的地位，在电气控制系统中应用最为普遍。各种类型的电磁式电器主要由电磁机构和执行机构所组成，电磁机构按其电源种类可分为交流和直流两种，执行机构则可分为触头和灭弧装置两部分。

#### (1) 电磁机构

电磁机构的主要作用是将电磁能量转换成机械能量，将电磁机构中吸引线圈的电流转换成电磁力，带动触头动作，完成通断电路的控制作用。

电磁机构通常采用电磁铁的形式，由吸引线圈、铁芯（亦称静铁芯或磁轭）和衔铁（也称动铁芯）三部分组成。其作用原理：当线圈中有工作电流通过时，电磁吸力克服弹簧的反作用力，使得衔铁与铁芯闭合，由连接机构带动相应的触头动作。

① 铁芯和衔铁的结构形式。从常用铁芯的衔铁运动形式上看，铁芯主要可分为拍合式和直动式两大类。图 1-1(a) 为衔铁沿棱角转动的拍合式铁芯，其铁芯材料由电工软铁制成，它广泛用于直流电器中；图 1-1(b) 为衔铁沿轴转动的拍合式铁芯，铁芯形状有 E 形和 U 形两种，其铁芯材料由硅钢片叠成，多用于触头容量较大的交流电器中。图 1-1(c) 为衔铁直

线运动的双E形直动式铁芯，它也是由硅钢片叠制而成的，多用于触头为中、小容量的交流接触器和继电器中。

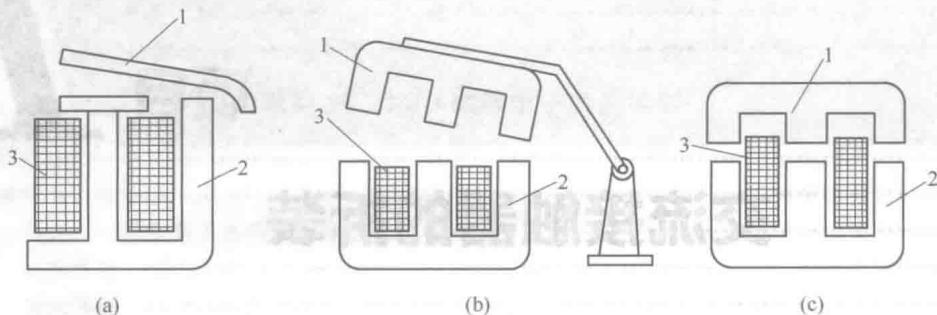


图 1-1 常用的磁路结构  
1—衔铁；2—铁芯；3—吸引线圈

② 线圈。电磁线圈由漆包线绕制而成，也分为交、直流两大类，当线圈通过工作电流时产生足够的磁动势，从而在磁路中形成磁通，使衔铁获得足够的电磁力，克服反作用力而吸合。

③ 电磁吸力与吸力特性。电磁铁线圈通电后，铁芯吸引衔铁的力称为电磁吸力，用  $F$  表示。吸力的大小与气隙的截面积及气隙中的磁感应强度的平方成正比。

直流电磁铁在衔铁被吸合前后，其电磁吸力是不相同的。因为直流电磁铁励磁电流的大小只与所加电源电压  $U$  及线圈电阻  $R$  有关。在  $U$  与  $R$  均不变时，电流  $I$  是定值。电磁铁未吸合时，磁路中有空气隙，磁路中的磁阻变大，使得磁通  $\Phi$  减小；电磁铁吸合后，气隙减小，磁路中的磁阻减小，则磁通  $\Phi$  增大。在直流电磁铁吸合过程中，电磁吸力不断增大，完全吸合时的电磁吸力最大。

而交流电磁铁的线圈电压是按正弦规律变化的，因而气隙中的磁感应强度也按正弦规律变化。交流电磁铁电磁吸力的大小是随时间而变化的，如图 1-2 的曲线表示。其中  $F'$  为电磁铁吸力瞬时值， $F_m$  是电磁吸力的最大值， $F$  为电磁吸力的平均值。当磁通为零时，电磁吸力也为零；当磁通  $\Phi$  为最大值时，电磁吸力达最大值。当电磁吸力小于作用在衔铁上弹簧的反作用力时，衔铁将从与铁芯闭合处被拉开；当电磁吸力大于弹簧反作用力时，衔铁又被吸合。随着电磁吸力的脉动，使衔铁产生了振动。衔铁频繁振动，既产生了噪声，又使铁芯的接触处有磨损，降低了电磁铁的使用寿命。为了消除衔铁的振动和噪声，在电磁铁铁芯的某一端嵌入一短路铜环，也叫分磁环，如图 1-3 所示。短路环将铁芯中的磁通分成两个部分，即环内磁通  $\Phi_1$  和环外磁通  $\Phi_2$ 。 $\Phi_1$  使铜环产生感应电动势和电流，阻止  $\Phi_1$  变化，使铁芯中的两部分磁通所产生的电磁吸力不会为零，从而消除了衔铁的振动和噪声。

对电磁式电器而言，电磁机构的作用是使触头实现自动化操作。而电磁机构实质上是电磁铁的一种，电磁铁还有很多其他用途。例如牵引电磁铁，有拉动式和推动式两种，可以用于远距离控制和操作各种机构；阀用电磁铁，可以远距离控制各种气动阀、液压阀以实现机械自动控制；制动电磁铁则用来控制自动抱闸装置，实现快速停车；起重电磁铁用于起重搬运磁性货物件等。

## (2) 触头系统

触头的作用是接通或分断电路，因此要求触头具有良好的接触性能，电流容量较小的电器（如接触器、继电器等）常采用银质材料作触头，这是因为银的氧化膜电阻率与纯银相似，可以避免触头表面氧化膜电阻率增加而造成接触不良。

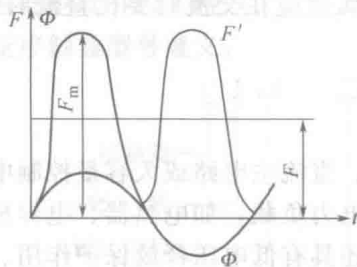


图 1-2 交流电磁铁的电磁吸力曲线

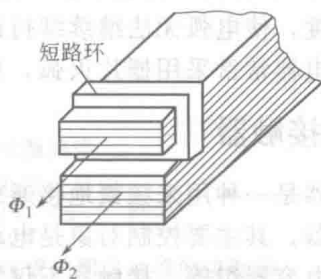


图 1-3 短路环

触头的结构有桥式和指式两类。桥式触头又分为两种，一种为点接触式，见图 1-4(a)，适用于电流不大的场合；另一种为面接触式，见图 1-4(b)，适用于电流较大的场合。图 1-4(c) 为指形触头（也称线接触），指形触头在接通与分断时产生滚动摩擦，可以去掉氧化膜，故其触头可以用紫铜制造，特别适合于触头分合次数多、电流大的场合。

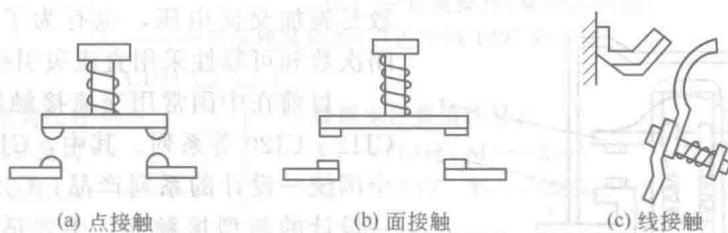


图 1-4 触头的结构形式

### (3) 灭弧系统

触头在分断电流瞬间，在触头间的气隙中就会产生电弧，电弧的高温能将触头烧损，并可能造成其他事故，因此，应采用适当措施迅速熄灭电弧。

熄灭电弧的原理有两种：①迅速增加电弧长度（拉长电弧），使得单位长度内维持电弧燃烧的电场强度不够而使电弧熄灭；②使电弧与流体介质或固体介质相接触，加强冷却和去游离作用，令其加快熄灭。电弧有直流电弧和交流电弧两类，交流电流有自然过零点，故其电弧较易熄灭。

低压控制电器常用的具体灭弧方法有以下几种。

① 机械灭弧 通过机械装置将电弧迅速拉长。这种方法多用于开关电器中。

② 磁吹灭弧 在一个与触头串联的磁吹线圈产生的磁场作用下，电弧受电磁力的作用而拉长，被吹入由固体介质构成的灭弧罩内，与固体介质相接触，电弧被冷却而熄灭。

③ 窄缝（纵缝）灭弧 在电弧所形成的磁场电动力的作用下，可使电弧拉长并进入灭弧罩的窄（纵）缝中，几条纵缝可将电弧分割成数段且与固体介质相接触，电弧便迅速熄灭。这种结构多用于交流接触器上。

④ 栅片灭弧 当触头分开时，产生的电弧在电动力的作用下被推入一组金属栅片中而被分割成数段，彼此绝缘的金属栅片的每一片都相当于一个电极，因而就有

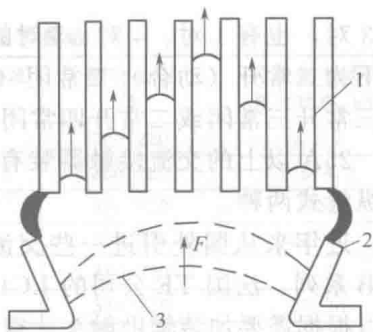


图 1-5 金属栅片灭弧示意图

1—灭弧栅片；2—触头；3—电弧

许多个阴阳极压降。对交流电弧来说，近阴极处，在电弧过零时就会出现一个 150~250V 的介质强度，使电弧无法继续维持而熄灭。由于栅片灭弧效应在交流时要比直流时强得多，所以交流电器常常采用栅片灭弧，如图 1-5 所示。

### 1.2.2 接触器

接触器是一种用来频繁地接通或切断带有负载的交、直流主电路或大容量控制电路的自动切换电器。其主要控制对象是电动机，也可用于其他电力负载，如电热器、电焊机、电炉变压器、电容器组等。接触器不仅能接通和切断电路，还具有低电压释放保护作用、控制容量大、适用于频繁操作和远距离控制、工作可靠、寿命长等特点。接触器的运动部分（动铁芯、触头等），可借助于电磁力、压缩空气、液压力的作用来驱动。在此，只介绍电磁力驱动的电磁式接触器。电磁式接触器主要由电磁机构、触头系统、灭弧装置等部分组成。

接触器按其主触头通过的电流种类可分为交流接触器和直流接触器两种。

#### (1) 交流接触器

交流接触器的触头流过交流电流，但对它的吸引线圈的电压并没有硬性规定，通常多数是施加交流电压，也有为了增加接触器的开闭次数和可靠性采用直流吸引线圈的。

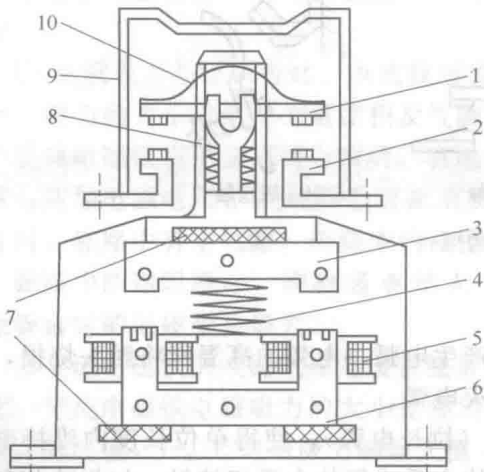


图 1-6 CJ20 系列交流接触器结构示意图

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

目前在中国常用交流接触器主要有：CJ10、CJ12、CJ20 等系列。其中，CJ10、CJ12 是早期全国统一设计的系列产品；CJ20 系列是全国统一设计的新型接触器，主要适用于交流 50Hz、电压 660V 以下（其中部分等级可用于 1140V）、电流 630A 以下的电力线路中。

CJ20 为开启式，结构为直动式、主体布置。图 1-6 为 CJ20 系列交流接触器结构示意图。

它的磁系统采用双线圈的 U 形铁芯，吸引线圈一般用铜线绕成。由于交流接触器的吸引线圈电阻较小（主要靠感抗限制线圈电流），故铜损引起的发热不多，为了增加铁芯的散热面积，吸引线圈设有骨架，使铁芯与线圈隔离并将线圈制成粗而短的圆桶状。

触头系统采用双断点结构，动触桥为船形，具有较高的强度和较大的热容量。主触头通常

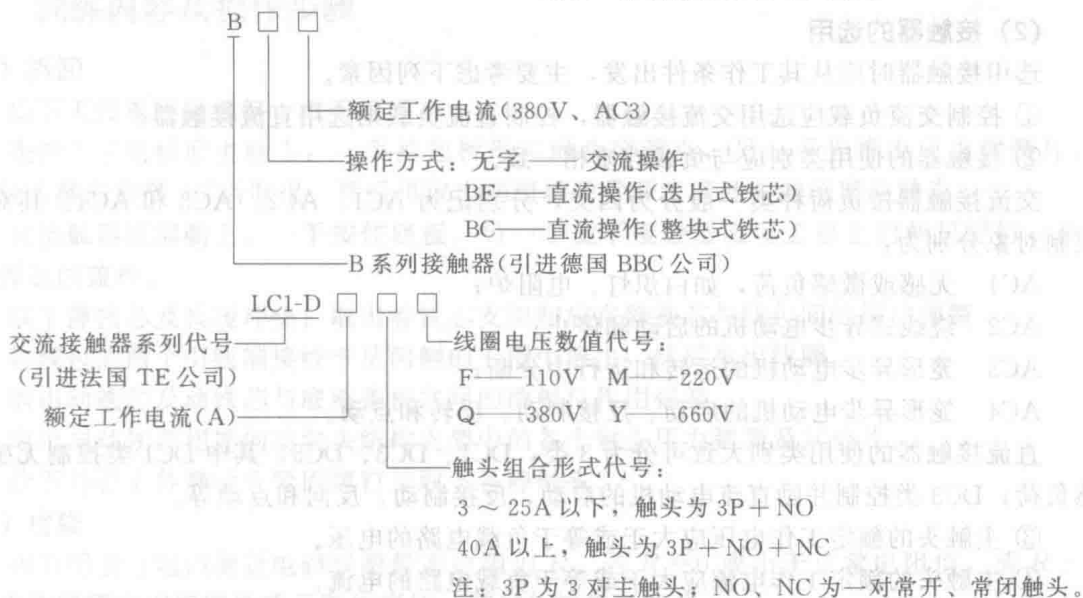
有 3 对，也有 1 对、4 对、5 对的，辅助触点在主触点两侧。辅助触点的组合如下：160A 及以下为二常开（动合）二常闭（动断）；250A 及以上为四常开二常闭，但可根据需要变换成三常开三常闭或二常开四常闭。

25A 以上的交流接触器装有灭弧罩，灭弧罩按其额定电压和额定电流不同分为栅片式和纵缝式两种。

近年来从国外引进一些交流接触器产品，有德国 BBC 公司的 B 系列、西门子公司的 3TB 系列、法国 TE 公司的 LC1-D 和 LC2-D 系列等。这些引进产品大多采用积木式结构，可以根据需要加装辅助触头、空气延时触头、热继电器及机械联锁附件；安装方式有用螺钉安装和快速卡装在标准导轨上两种，外形美观，体积、质量也都大大减小，技术性能显著提高。此外，B 系列接触器还有所谓“倒装式”结构，即磁系统在前面而主触点系统则紧靠安

装面,这给更换线圈和缩短主触点接线带来了方便。目前国产的 CJX1 和 CJX2 系列小容量交流接触器也具有以上特点。

交流接触器型号意义:



交(直)流接触器的图形符号和文字符号如图 1-7 所示。



图 1-7 接触器的图形符号和文字符号

部分交流接触器的主要技术参数如表 1-1 和表 1-2。

表 1-1 CJ20 系列部分交流接触器主要技术参数

型 号	频率 /Hz	辅助触头额定电流/A	吸引线圈电压 /V	主触头额定电流 /A	额定电压 /V	可控制电动机最大功率/kW
CJ20-10	50	5	交流 36、127、 220、380	10	380/220	4/2.2
CJ20-16				16	380/220	7.5/4.5
CJ20-25				25	380/220	11/5.5
CJ20-40				40	380/220	22/11
CJ20-63				63	380/220	30/18
CJ20-100				100	380/220	50/28
CJ20-160				160	380/220	85/48
CJ20-250				250	380/220	132/80
CJ20-400				400	380/220	220/115

表 1-2 CJ12 系列部分交流接触器主要技术参数

型 号	额定电 流/A	极 数	额定电压/V	辅 助 触 头		线 圈 额定电压/V
				容 量	对 数	
CJ12-100	100	1、3、4、5	交流 380	交流 1000V·A/380 直流 90W/220	6对常开与常 闭点可任意组合	交流 36、127、 220、380
CJ12-150	150					
CJ12-250	250					
CJ12-400	400					
CJ12-600	600					

## (2) 接触器的选用

选用接触器时应从其工作条件出发, 主要考虑下列因素。

- ① 控制交流负载应选用交流接触器, 控制直流负载则选用直流接触器。
- ② 接触器的使用类别应与负载性质相一致。

交流接触器按负荷种类一般分为四类, 分别记为 AC1、AC2、AC3 和 AC4。其对应的控制对象分别为:

- AC1 无感或微感负荷, 如白炽灯、电阻炉;
- AC2 绕线式异步电动机的启动和停止;
- AC3 笼形异步电动机的运转和运行中分断;
- AC4 笼形异步电动机的启动、反接制动、反转和点动。

直流接触器的使用类别大致可分为 3 类, DC1、DC3、DC5, 其中 DC1 类控制无感或微感负荷; DC3 类控制并励直流电动机的启动、反接制动、反向和点动等。

- ③ 主触头的额定工作电压应大于或等于负载电路的电压。
- ④ 主触头的额定工作电流应大于或等于负载电路的电流。
- ⑤ 吸引线圈的额定电压应与控制回路电压相一致, 接触器在线圈额定电压 85% 及以上时应能可靠地吸合。

## (3) 接触器的维护

① 交流接触器的吸引线圈电压只在  $(85\% \sim 105\%)U_N$  时能保证可靠工作, 电压低于、高于这个范围, 线圈都有可能烧毁。直流接触器吸引线圈的可靠工作电压也是在  $(85\% \sim 105\%)U_N$  范围, 电压降到  $(5\% \sim 10\%)U_N$  时, 动铁芯释放。

- ② 短路环损坏后, 不能继续使用。
- ③ 触头表面应保持清洁, 但不允许涂油。
- ④ 触头严重磨损, 当厚度只剩下  $1/3$  时, 应及时更换。
- ⑤ 原来带灭弧罩的接触器, 一定要带灭弧罩使用, 以免发生短路。
- ⑥ 可动部分不能卡死, 紧固部分不能松脱。

# 1.3 项目训练——交流接触器的拆装

## 1.3.1 训练目的

- ① 熟练拆卸与装配 CJ20-25 型交流接触器。
- ② 能对其进行简单静态检测与器件检修。
- ③ 并会对接触器的电磁线圈进行通电, 观察各组触头动作情况。

### 1.3.2 训练器材

- |                                |     |
|--------------------------------|-----|
| ① 常用电工组合工具（起子、镊子、钢丝钳、尖嘴钳、小刀等）： | 1 套 |
| ② 万用表：                         | 1 个 |
| ③ 零件盒：                         | 1 个 |
| ④ 纱布：                          | 1 块 |
| ⑤ CJ20-25 型交流接触器：              | 1 个 |
| ⑥ 瓶装汽油、酒精：                     | 适量  |

### 1.3.3 训练内容及操作步骤

#### (1) 拆卸

- ① 旋下灭弧罩固定螺钉，取下灭弧罩。
- ② 先拆下三组桥形主触头：一手拎起桥形主触头弹簧夹，另一手先推出压力弹簧片，再将主触头横向旋转  $45^\circ$  后取出。然后再取出两组辅助常开常闭开关的桥形动触头。
- ③ 将接触器底部朝上，一手按住底板，另一手旋下接触器底座盖板上的两只螺钉，小心取下弹起的盖板。
- ④ 取下静铁芯及其缓冲垫；取出静铁芯支架和放在静铁芯与线包间的缓冲弹簧。
- ⑤ 将线包的两个引线端接线卡从两侧的卡槽中取出，然后拿出线圈。
- ⑥ 取出动铁芯及动铁芯与底座盖板之间的两根反作用弹簧。
- ⑦ 取出与动铁芯相连的动触头结构支架中的各个触头压力弹簧及其垫片。
- ⑧ 旋下外壳上各静触头紧固螺钉并取下各静触头。

#### (2) 检修

- ① 用万用表电阻挡测量电磁线圈静态电阻值  $R$ 。若  $R=0$  或小于正常电阻值，或  $R=\infty$ ，则表明线圈出现短路性或开路性损坏，需进行检修或更换。
- ② 观察各静、动触头表面是否光洁平整。如有污物质化物，可用纱布蘸少许汽油、酒精等擦除干净，若氧化较严重或表面有颗粒，可用小刀铲除，使表面光洁平整，若严重损伤需要更换触头。
- ③ 各弹簧有无变形，弹性是否不足，如不正常需进行更换。
- ④ 各螺钉组是否能旋合到位，螺钉口是否磨损严重，如不能正常使用需更换。
- ⑤ 各接线柱、孔表面是否有污物、氧化层，如有需进行清洗擦除。

#### (3) 装配

经检修无误后，可按与拆卸的步骤相反进行装配。

#### (4) 整体检测

- ① 进行外观检查：看各部分装配是否到位，有无破损。
- ② 用万用表电阻挡进行功能静态检测：
  - 在静态时测量各常开触头是否其阻值  $R=\infty$ ，各常闭触头间的阻值  $R=0$ 。
  - 测量线圈接线柱两端间阻值  $R$ ，此时应注意是否有短路、开路、接触不良等情况。
- ③ 通电检测：将接触器的电磁线圈通以  $U=380V$  的交流电压，看各常开触头是否可靠闭合，各常闭触头是否均正常断开，并且各触头合、断动作是否一致。

### 1.3.4 注意事项

- ① 拆卸前应保持操作台整洁无杂物，并准备好放零件的盒子。