

# 电气自动化 工程师速成教程

姚福来 张艳芳 等编著

第2版



# 电气自动化工程师速成教程

第 2 版

姚福来 张艳芳 等编著

机械工业出版社

本书对电气自动化、仪器仪表、过程控制等相关专业在实际工作中常用的一些器件、传感器、控制电路、控制装置和软件进行了深入浅出的讲解,同时给出了电动机选取、节能控制和精密控制中前馈参数的确定方法,并对如何提高学生的技术创新能力给出了三种简单易行的训练方法,本书力图使学习者在较短的时间内基本掌握实际工作中常用的实用知识及创新能力自我培养的方法,为自动化专业大中专毕业生、本科毕业生、研究生及爱好者快速就业并做出成绩提供帮助。

本书可作为自动化专业的短期速成培训教材,适合高中以上文化程度的读者阅读。

## 图书在版编目(CIP)数据

电气自动化工程师速成教程/姚福来等编著. —2版.  
—北京:机械工业出版社,2016.10  
ISBN 978-7-111-55197-3

I. ①电… II. ①姚… III. ①自动化技术—教材  
IV. ①TP2

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第250034号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:林春泉 责任编辑:林春泉

责任印制:常天培 责任校对:段凤敏

北京京丰印刷厂印刷

2017年1月第2版·第1次印刷

184mm×260mm·17印张·412千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-55197-3

定价:49.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88361066

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294

机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com

## 第2版前言

非常感谢各位读者的抬爱，本书第1版已经重印13次了。随着时间的推移，有些内容已经过时且需要更新，也有些内容需要调整，机械工业出版社的林春泉编审希望我能尽快完成本书的修订工作。为了有的放矢，满足读者的需求，我上网看了大量的读者评论，对于好评在此表示感谢！对于批评我也表示接受，比如有些读者认为本书的内容过于简单且名不副实，我觉得说得有道理。当初我写这本书时就很纠结，一怕写的内容过多无法实现新手速成的目的，二怕写得内容太少又让新手看不明白，从应用和经验来写，书中的每一章都可以写成一本书，所以还是要做取舍的，第2版仍坚持点到为止的原则，避免繁杂和理论的说教，希望读者看完本书就能上手干活。

如何选取电动机是电气自动化技术人员的必修课，本书增加了一个章节，给出计算和选取电动机的简单方法。

自动化的一个重要作用是替代人工，让生产效率更高更精。随着人力资源的日益紧张和人工成本的迅速上升，如何让自动化设备获得更快更精的运动性能，不是简单地会调PID参数就能实现的，还必须要掌握控制结构的设计布局以及关键参数的选择确定，本书增加了一个章节，将对此进行讲解。

自动化的另一个重要作用就是节能，随着能源的日益紧张，节能工作将成为今后自动化的持续热点，但是如何实现节能控制却是一个难点，本书增加了一个章节，给出了两个应用广泛且简单实用的节能控制法则。

本书内容主要由姚福来、张艳芳编写，第4章小型可编程序控制器的部分内容 by 王洪霞工程师协助编写，第5章变频器的部分内容 by 姚泊生工程师协助编写，第5章伺服电动机的部分由姚雅明工程师协助编写，第6章触摸屏的部分内容由张艳彬工程师协助编写，第14章沙漠植物自动灌溉部分内容由王慧工程师协助编写，王晓丹完成了本书的打印工作，在此一并表示感谢。本书共分14章，给出学生在7天内掌握自动化工程师的基本知识，及创新能力自我培养的3种主要方法，第1天学习第1章和第2章，第2天学习第3章和第4章，第3天学习第5章和第6章，第4天学习第7章和第8章，第5天学习第9章和第10章，第6天、第7天实践本书的应用案例，第11~13章内容为提高级内容，可以根据需要自由选择学习。

作者

2016年12月

# 第1版前言

随着社会经济的快速发展,与自动化相关的专业人才的需求越来越大,同时该专业的求职大军也迅速扩大,其就业竞争的压力并无减小的迹象。根据我们多年从事自动化工作的经验,很多刚从学校毕业的学生在快速就业方面仍有较大的差距,其原因主要有两个:一是学校专业课教育中贪大求全过分拔高,而对掌握在实际工作中大量使用的器件及设备的使用方法并没有得到足够的重视;二是实验课中学生动手的机会偏少,很多实际应用中经常要用到的器件及控制电路与装置的示范不够,造成学生一接触实际的设计与应用就不知从何下手。以一个简单的交流电动机正反起停控制电路为例,一个稍有工作经验的电气自动化工作人员可能用不了5min就可以给出其设计电路及器件的选择,而对于一个新毕业的学生可能还不知道从何下手,更不要说器件的选择。可以毫不夸张地说,这样一件简单的工作,在实际生产中可能是由一位只有初中文化的电工来完成的,这就是专业教育同实际应用的差距。

目前,多数学校的教育还是以应对考试为主,教师在创新思维方面对学生的引导作用不够,这就不可避免地造成了大量的毕业生不仅动手能力差,而且创新能力也极其缺乏,在这一点上即使是国内数一数二的大学,也不例外。

本书编写的目的就是为了快速缩小这一差距,为自动化及相关专业的大中专毕业生、本科毕业生及研究生快速就业提供一座桥梁,凡具有高中以上文化知识、并希望从事电气自动化专业工作的人都可以成为本书的受益者。除封面署名作者外,参与本书编写的还有长期从事自动化工作、经验丰富的张艳彬和姚泊生两位工程师,他们协助编写了本书的第4~6章的部分实验内容,王晓丹完成了本书的全部打印工作,在此一并表示感谢。本书共分11章,力图使学生在7天内掌握自动化工程师的基本知识,及创新能力自我培养的3种主要方法,第1天学习第1章和第2章,第2天学习第3章和第4章,第3天学习第5章和第6章,第4天学习第7章和第8章,第5天学习第9章、第10章和第11章,第6天及第7天实践本书的部分内容。

编著者

# 目 录

## 第2版前言

## 第1版前言

## 第1章 电气控制常用器件及动力

### 设备 ..... 1

- 1.1 按钮 ..... 1
- 1.2 指示灯 ..... 1
- 1.3 电压表 ..... 2
- 1.4 电流表 ..... 2
- 1.5 电流互感器 ..... 3
- 1.6 熔断器 ..... 4
- 1.7 转换开关 ..... 4
- 1.8 断路器 ..... 5
- 1.9 交流接触器 ..... 6
- 1.10 中间继电器 ..... 6
- 1.11 热继电器 ..... 7
- 1.12 延时继电器 ..... 8
- 1.13 电动机 ..... 8
- 1.14 变压器 ..... 9
- 1.15 电磁阀 ..... 10
- 1.16 电动调节阀 ..... 11
- 1.17 电线 ..... 11
- 1.18 接线端子 ..... 12

## 第2章 常用传感器 ..... 13

- 2.1 限位开关 ..... 13
- 2.2 接近开关 ..... 13
- 2.3 光电开关 ..... 14
- 2.4 直线传感器 ..... 14
- 2.5 角度传感器 ..... 15
- 2.6 力传感器 ..... 16
- 2.7 液位传感器 ..... 16
- 2.8 压力传感器 ..... 17
- 2.9 温度传感器 ..... 17
- 2.10 流量传感器 ..... 18
- 2.11 成分分析传感器 ..... 19

## 第3章 常用电气控制电路及工具 ..... 20

- 3.1 电动机起停控制电路 ..... 20
- 3.2 电动机正反转控制电路 ..... 21

3.3 电动机自耦减压起停控制电路 ..... 22

3.4 电动机Y- $\Delta$ 减压起动电路 ..... 25

3.5 水箱和压力容器自动上水电路 ..... 26

3.6 污水自动排放电路 ..... 27

3.7 电动机自动往复运行电路 ..... 28

3.8 电动阀门控制电路 ..... 29

3.9 控制柜内电路的一般排列和标注  
规律 ..... 30

3.10 常用电路施工工具 ..... 30

## 第4章 可编程序控制器 ..... 34

4.1 梯形图编程方法 ..... 34

4.2 编程器及快速熟悉编程的方法 ..... 40

4.3 不需要编程工具的小型通用逻辑  
模块 ..... 40

4.4 S7-200 小型 PLC 的快速入门 ..... 41

4.5 S7-300 中型 PLC 的快速入门 ..... 66

4.6 LOGO 通用逻辑模块的快速入门 ..... 88

## 第5章 变频器及常用控制驱动

### 装置 ..... 101

5.1 PID 控制器 ..... 101

5.2 软起动器 ..... 102

5.3 变频器 ..... 104

5.4 直流电动机调速器 ..... 105

5.5 交流伺服电动机驱动器 ..... 107

5.6 步进电动机与步进电动机驱动器 ..... 108

5.7 CMC 型软起动器的快速入门 ..... 108

5.8 FRENIC-MEGA 变频器的快速  
入门 ..... 111

5.9 A5 伺服驱动器的快速入门 ..... 120

5.10 IAO 型 PID 控制器的快速入门 ..... 128

5.11 ST 系列步进电动机驱动器 ..... 132

5.12 同步控制器 ..... 134

## 第6章 人机界面及组态软件 ..... 139

6.1 人机界面 ..... 139

6.2 组态软件 ..... 141

6.3 TD200 文本显示器的快速入门 ..... 143

6.4 MT6100i 触摸屏的快速入门 ..... 156

6.5 组态王的快速入门 .....	178	9.14 数字-模拟转换器 .....	232
<b>第7章 应用案例</b> .....	201	9.15 存储器 .....	232
7.1 恒压力控制 .....	201	9.16 单片机系统及开发设备 .....	232
7.2 恒温度控制 .....	204	9.17 电路绘图及制板软件 Protell .....	233
7.3 恒流量控制 .....	205	<b>第10章 故障分析及抗干扰措施</b> .....	236
7.4 成分控制 .....	205	10.1 故障分析 .....	236
7.5 张力控制 .....	206	10.2 抗干扰措施 .....	236
7.6 同步控制 .....	209	<b>第11章 电动机参数的计算与 选取</b> .....	240
7.7 套准控制 .....	210	11.1 电动机的额定转矩 $N_e$ 的确定 .....	240
7.8 负载分配控制 .....	211	11.2 电动机转速 $n$ 的确定 .....	243
7.9 机电一体化自动化生产线 .....	212	11.3 伺服电动机最大加速度的确定 .....	244
<b>第8章 其他电气元件</b> .....	213	11.4 电动机功率的确定 .....	244
8.1 蜂鸣器和报警器 .....	213	11.5 编码器分辨率的确定 .....	245
8.2 电能表 .....	213	<b>第12章 高速高精度运动控制中的 参数设计和确定</b> .....	246
8.3 功率因数表 .....	214	12.1 前馈参数的确定——“碰瓷法” .....	246
8.4 刀开关 .....	214	12.2 PID 参数的一种简单调整方法—— “二四法则” .....	247
8.5 漏电断路器 .....	214	12.3 速度链中变频器的“升降速 法则” .....	248
8.6 气缸 .....	215	12.4 速度同步控制中“虚轴”的奇 妙作用 .....	248
8.7 机柜照明 .....	216	<b>第13章 节能控制的分配法则和 切换法则</b> .....	250
8.8 开关电源 .....	217	13.1 各种通用设备之间以及人与设备 之间的共性——效率曲线 .....	251
8.9 绝缘子 .....	217	13.2 归一化效率函数、负载率和效率 相似系统 .....	252
8.10 塑料配线槽和金属电缆桥架 .....	218	13.3 多动力系统节能问题的归一化表 达式 .....	252
8.11 尼龙扎带和缠绕管 .....	219	13.4 分配法则和切换法则 .....	253
8.12 接线端头、定位块和电缆固 定头 .....	220	13.5 三峡水电站、南水北调和其他有 中间存储环节的系统节能 .....	254
8.13 电气导轨 .....	222	<b>第14章 创新能力的自我培养</b> .....	255
<b>第9章 常见电子元器件及开发 工具</b> .....	223	14.1 解决工作中的难题和破解不合 常理的现象 .....	256
9.1 电阻 .....	223	14.2 组合得到新发明 .....	256
9.2 电容电感 .....	224	14.3 挑战不可能的事对已有理论持 怀疑态度 .....	257
9.3 二极管 .....	225	14.4 案例解析及异想天开 .....	257
9.4 晶体管 .....	226		
9.5 三端稳压器 .....	228		
9.6 数码管 .....	228		
9.7 放大器 .....	228		
9.8 与门 .....	229		
9.9 或门和异或门 .....	230		
9.10 非门 .....	230		
9.11 触发器 .....	231		
9.12 计数器 .....	231		
9.13 模拟-数字转换器 .....	232		

# 第 1 章 电气控制常用器件及动力设备

## 1.1 按钮

按钮压下后触点动作，抬起后触点又复原，按钮一般用作设备的起停控制或功能输入。旋钮开关（1 档、2 档、3 档）则通过旋转一定角度并停在该位置使触点接通，反方向旋转又使触点断开，一般用于电源开关或功能切换。急停蘑菇按钮（一般为红色或黄色）的动作方式是用手压下时触点动作，然后自锁，只有用手将按钮旋转一定角度才能复位，一般用于事故紧急停车。有些按钮是模块化的，可以自由地增减；也有一些按钮的标准配置为一个常开触点和一个常闭触点。电控柜常用按钮的开孔尺寸为直径 22mm，其主要参数为：常开触点数量、常闭触点数量、开孔尺寸、颜色、是否带灯、是否自锁、是否带标牌等，按钮的外观如图 1-1 所示。

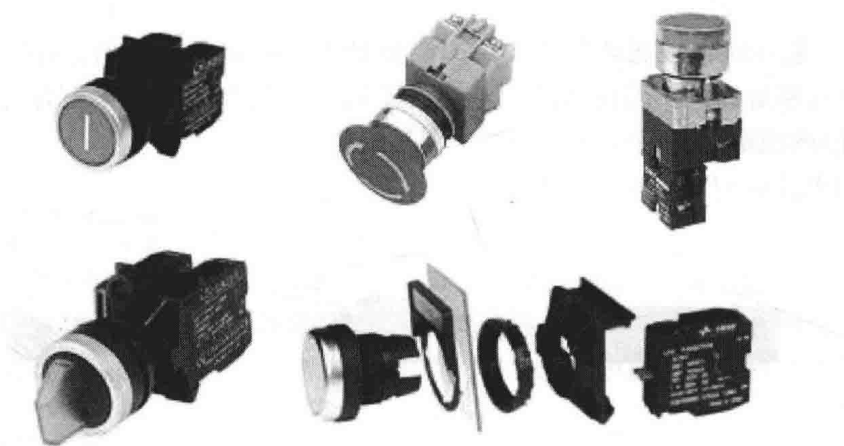


图 1-1 按钮

常见型号：LA42、K22 等。

生产厂家：上海天逸电器有限公司、江阴长江电器有限公司、施耐德电气有限公司等。

## 1.2 指示灯

通电后发光，断电后熄灭，一般用于指示电源的通断、设备的起停状态及故障等，其工作电压有 AC 380V、AC 220V、DC 12V、DC 24V 等，形状如图 1-2 所示。电控柜常用按钮开孔尺寸为直径 22mm，其主要参数为：电压等级、开孔尺寸、颜色、是否带标牌等。

常见型号：AD17、K22 等。





图 1-2 指示灯

生产厂家：江阴长江电器有限公司、上海天逸电器有限公司、日本富士电机株式会社等。

### 1.3 电压表

电压表一般并联在被测线路中，用于测量和指示线路的电压值，计量单位 mV，V 或 kV，分数字式和指针式，因使用范围不同有不同的电压等级，电压表有直流和交流之分，其形状如图 1-3 所示。



图 1-3 电压表

常见外形：6L2、CP96、1T1 等。

生产厂家：浙江人民电器股份有限公司、浙江长城电器集团公司等。

### 1.4 电流表

电流表一般串接于被测线路中，用于测量和指示线路中流过电流的大小，测量单位为

mA, A, kA 等, 分数字式和指针式, 因被测线路电流的范围不同而有不同的测量等级, 如 300A、100A 等, 电流表也有测量交流和测量直流之分, 外形如图 1-4 所示。

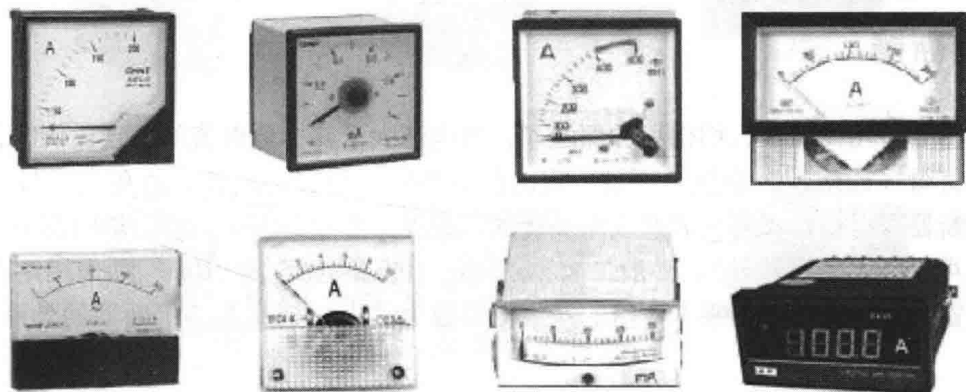


图 1-4 电流表

常用外形: 6L2、CP96、1T1 等。

生产厂家: 浙江长城电器集团有限公司、浙江人民电器股份有限公司等。

## 1.5 电流互感器

一般交流电流表不直接测量太大的电流, 当被测电流大于 5A 时, 一般用电流互感器将大电流变为 5A 以内的标准电流, 再用电流表去测量。互感器的主要指标为电流比和一次侧穿匝数, 电流比 300/5 的互感器指的是将 0~300A 的电流转变为 0~5A 的电流, 一次侧穿匝数 1T 指的是被测线路穿过电流互感器内孔一次, 需要注意的是电流互感器的二次侧不可开路, 否则将因失去二次侧的去磁作用而导致互感器过热, 甚至损坏, 二次侧也会出现很高的电压, 而危害人身安全, 在运行中更换电流表要先将二次侧短路, 换好后再断开, 电流互感器必须保持一端可靠接地, 以防止绝缘损坏后高压侧电压传到二次侧, 危害人身安全, 电流互感器二次侧的外接仪表的电阻不能大于技术要求值, 否则会影响测量精度, 电流互感器的外形如图 1-5 所示。

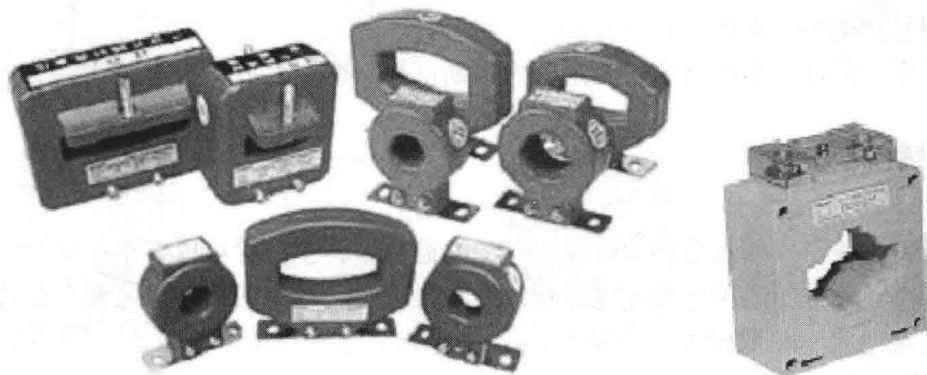


图 1-5 电流互感器

常见型号：LMZ、BH 等。

生产厂家：浙江德力西电器股份有限公司、浙江人民电器股份有限公司等。

## 1.6 熔断器

熔断器的作用类似于人们俗称的保险丝，当电流大于其标称电流的一定比例时，熔断器内的熔断材料（或熔丝）发热，经过一定时间后熔断，以保护线路，避免发生较大范围的损害，熔断器可以用作仪器仪表及线路装置的过载保护和短路保护。多数熔断器为不可恢复性产品（可恢复熔断器除外），一般二次线路用的熔断器电流小于 10A，动力用熔断器根据被保护装置或线路的电流值乘 1.3 倍的系数所得数值的上一档选取。熔断器的外形如图 1-6 所示。



图 1-6 熔断器

常见型号：RT14、RT32 等。

生产厂家：浙江正泰电器股份有限公司、浙江德力西电器股份有限公司等。

## 1.7 转换开关

转换开关一般用作控制功能的转换及电源的通断，转换位置可以有很多档。专门用作电源通断的转换开关也叫电源开关，电源开关的转换位置一般为两档，颜色多为红黄搭配，触点容量（额定电流）一般较大。转换开关上有多个常开触点和常闭触点，当转动转换开关到不同位置时，就有不同的触点发生断开和闭合动作，利用这些触点的开闭来完成电气功能的切换，转换开关的外形如图 1-7 所示。

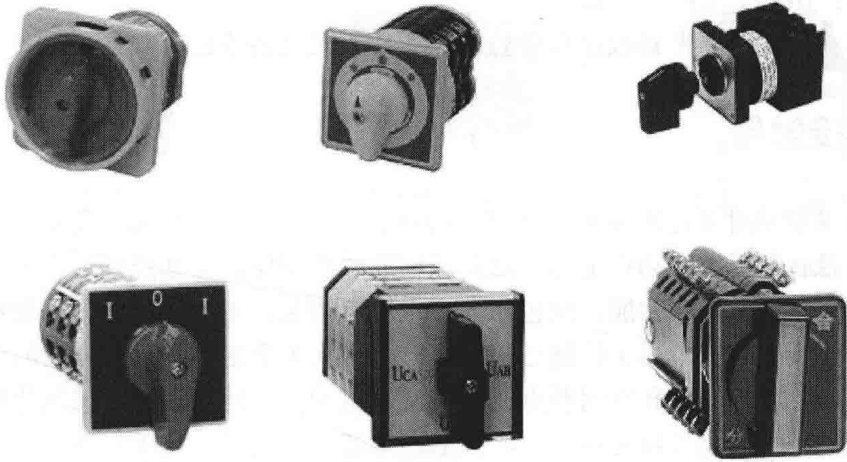


图 1-7 转换开关

常见型号：LW5D、HZ12 等。

生产厂家：浙江德力西电器股份有限公司、江阴长江电器有限公司等。

## 1.8 断路器

断路器主要提供可以恢复的短路保护，当电路或电气装置发生瞬间短路或瞬间大电流时，断路器自动跳闸断开，以保护电路和电气装置，跳闸后可以人工重新合上，与熔断器比，断路器可以反复使用，断路器因利用空气为绝缘介质而得名，以区别于以油为绝缘介质的油断路器。断路器分线路保护型和电机保护型，线路保护型的断路器其瞬间允许的跳闸电流约为 7 倍额定电流，电机保护型的约为 11 倍，这一点初学者一定要引起注意。断路器一般按被保护电机的 1.25 ~ 1.5 倍选取，没有同规格的向上一档选取，其外形如图 1-8 所示。



图 1-8 断路器

常见型号：DZ47、C45、DZ12、DZ20 等。

生产厂家：浙江正泰电器股份有限公司、浙江人民电器股份有限公司等。

## 1.9 交流接触器

交流接触器主要用来控制主电路设备的通断电，因控制电流一般较大，其内有消弧装置，交流接触器通电后铁心动作带动主触点和辅助触点动作，主触点接通主电路，辅助触点用于自锁、安全互锁或告知功能，线包断电，主触点抬起，主电路断电，辅助触点断开，主触点多数为3个常开触点，用于控制三相主电源；当有4个主触点时，可以同时控制零线的通断，辅助触点有常开触点和常闭触点，有些交流接触器的辅助触点是模块化的可以自由地增减。交流接触器的主要参数为触点电流，触点电流一般按被控装置的额定电流选取，没有相同规格的向上靠一档选取。交流接触器柜内安装时要注意其前面留出说明书中要求的安全喷弧距离。交流接触器的外形如图1-9所示。

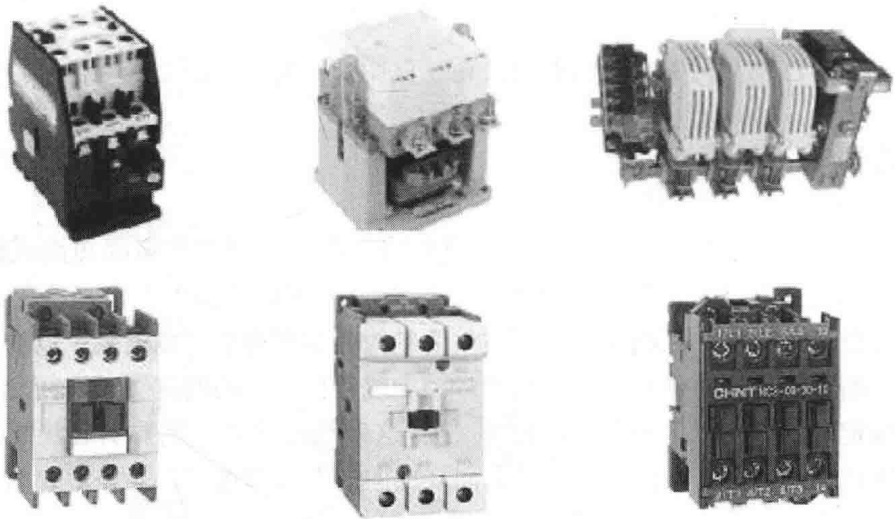


图1-9 交流接触器

常见型号：CJ20、CJ12、NC3 等。

生产厂家：浙江德力西电器股份有限公司、浙江正泰电器股份有限公司等。

## 1.10 中间继电器

中间继电器的原理同交流接触器一样，也是利用线包的通断电使触点发生闭合或断开的动作，只不过它的主要作用是控制中间线路或其他小功率电气装置的断通，在主电气元件之前起中继作用，或发出告知信号。中间继电器的触点无主辅之分，数量也有多有少，有一开一闭，4开4闭不等，有的中间继电器有防尘罩，以保护触点的清洁。部分中间继电器及插座的外形如图1-10所示。

常见型号：JZ7、JZC4、JQX-13F、JZX-22F、HH52 等。

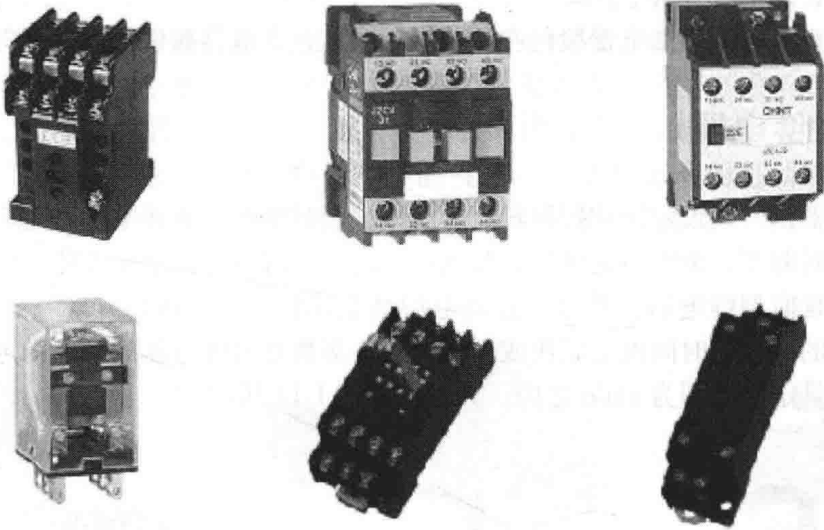


图 1-10 中间继电器

生产厂家：浙江长城电器集团有限公司、浙江正泰电器股份有限公司、欧姆龙公司等。

## 1.11 热继电器

热继电器由热感元件、动作电流设定钮和辅助触点等组成，将热继电器的主端子串入被保护的电路中，当线路有电流流过时，热感元件发热，当流过的电流超过设定值，经过一定时间，热感元件发热变形使辅助触点动作，辅助触点用于使交流接触器断电或接通故障信号灯。热继电器一般用于保护线路或电动机避免过载，当过载断开后可以按其上的复位按钮人工快速复位或自动复位，热继电器一般对瞬间过电流不敏感。热继电器的辅助触点多数为一常开一常闭，热继电器主要参数为动作电流，选型时尽量保证被保护电动机的过载动作电流值位于设定旋钮可调节范围的区间内。热继电器的外形如图 1-11 所示。



图 1-11 热继电器

常见型号：JR20、JR36、NR2 等。

生产厂家：浙江德力西电器股份有限公司、浙江正泰电器股份有限公司等。

## 1.12 延时继电器

延时继电器由时间设定钮和控制触点等组成，延时继电器有通电延时型和断电延时型之分，对于通电延时型，继电器通电后，其触点延时一定时间后再发生动作，触点断电后立即释放；对断电延时型继电器，其触点在通电后马上动作，在断电后延时一定时间触点才释放，触点动作的时间由时间设定旋钮或开关设定，多数延时继电器的控制触点为一常开一常闭，较常用的是定时范围为1min之内，其外形如图1-12所示。



图1-12 延时继电器

常见型号：JS14A、JS11、JSZ6 等。

生产厂家：浙江人民电器股份有限公司、浙江正泰电器股份有限公司等。

## 1.13 电动机

电动机是电气自动化领域最常见的动作执行装置，接入合适的电源后电动机将产生旋转运动。电动机因供电电源不同而分为直流电动机和交流电动机。早期由于直流电动机的调速方法易实现且调速性能好，其在工业调速领域中发挥了主要作用，随着电力电子技术的快速发展，目前交流调速技术已经成熟，由于直流电动机的碳刷存在磨损和打火问题，易发生故障，所以近年来直流电动机正逐渐被交流电动机所取代。不过在很多小型的电子装置中，直流电动机仍发挥着主要作用，如录音机、录像机、照相机等。常见的普通交流电动机有单相和三相之分，交流电动机的工作电压有很多种，在我国多数为AC 220V、AC 380V、AC 6kV、AC 10kV等，交流电动机的主要参数为额定工作电压、额定输出功率、防保等级（潜水、防水等）等，交流电动机的外形因功率和使用场合的不同差异较大。转子速度不等于定子旋转磁场速度的交流电动机称异步电动机，转子速度等于定子

旋转磁场速度的交流电动机称同步电动机。伺服电动机主要用于需要精密同步和控制的场合，它的主要特点是精度高、响应快、全速度范围提供额定转矩。变频调速电动机可以长时间低速运行，它的特点是低速时仍可以提供较大的转矩，使它优于普通交流电动机。步进电动机每次动作都转过一个固定角度，它的优点是不需要反馈，控制简单，且可以直接定位，缺点是高速运行时力矩变小。能直接产生直线运动的电动机叫直线电动机，它不再需要将旋转运动通过机械变为直线运动，它体积小、精度高。图 1-13 所示的只是电动机这个大家族中的几个例子。

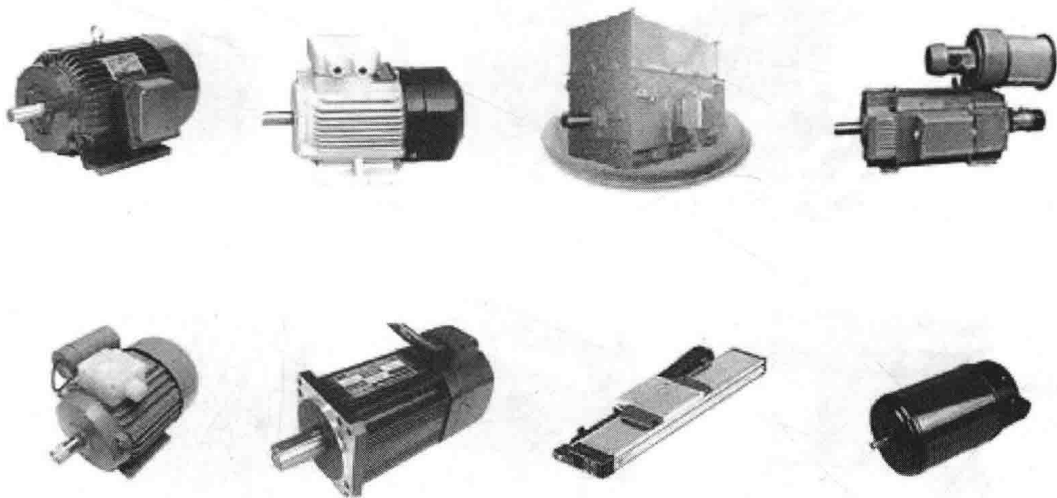


图 1-13 电动机

常见型号：Y、YVP、SZ 等。

生产厂家：河北电机股份有限公司、四通电机有限公司、松下电气株式会社等。

## 1.14 变压器

变压器由绕在特制铁心上的几组线圈组成，变压器因用途不同分为电力变压器、自耦降压变压器和控制变压器等，变压器还分为单相变压器和三相变压器。

还有一种类似变压器的装置叫电抗器，将电抗器的绕组串联在线路中，利用电感线圈中的电流不能突变的原理，提供续流和稳流作用，在变频器应用中，有时需要在电源输入侧串接输入电抗器以减少变频器产生的谐波对电网的干扰；在变频器的中间直流环节串接直流电抗器以提高功率因数；在接电动机的输出侧串接输出电抗器以减少变频器产生的谐波对大地形成的位移电流漏电效应，延长变频器到电动机之间的使用距离。

自动控制领域常用的为控制变压器和自耦降压变压器。控制变压器用于为控制电路或装置提供低压电源或隔离电源，输入侧电压和输出侧电压之比等于输入线圈匝数与输出线圈匝数之比，它的主要参数为额定功率、输入电压和输出电压等，常用的输出电压为 AC 6V、AC 12V、AC 24V 和 AC 36V 等，作为抗干扰用的隔离变压器输入电压和输出电压相等，不



过请注意，隔离后的输出侧如果没有实施一端接地，电压就不再有零线相线之分，摸任何一根输出线都不会触电。自耦降压变压器是通过缠在铁心上的同一组线圈在不同处的抽头来实现升压或降压的，不过在电气自动化领域应用较多的是起动电动机用的三相自耦降压变压器，多数三相自耦降压变压器有 65% 和 85% 两组降压抽头，其主要参数为功率。自耦降压变压器一般为短时工作制，时间太长就会发热而烧毁，初学者一定要注意这一点。控制变压器的外形如图 1-14a 所示，自耦降压变压器的外形如图 1-14b 所示。

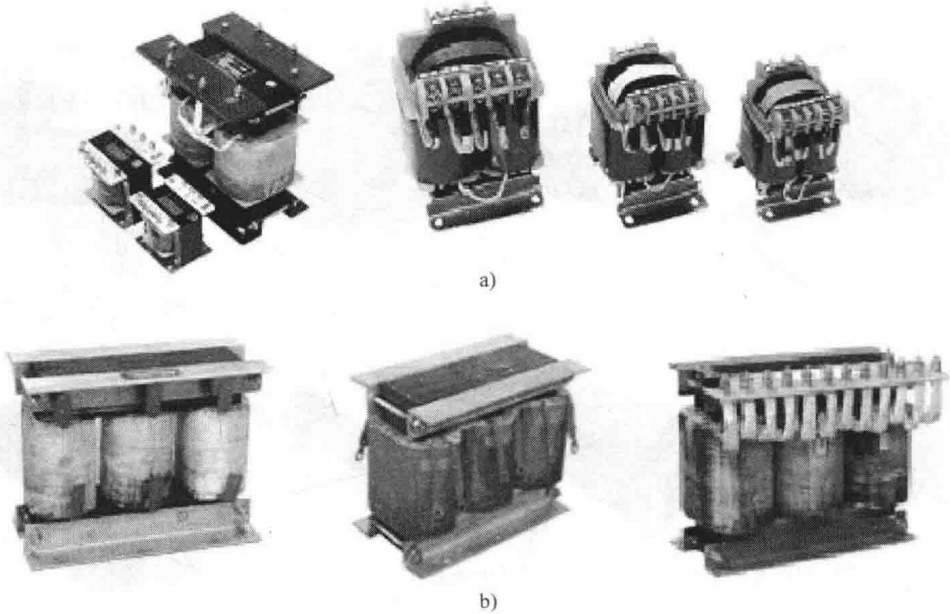


图 1-14

a) 控制变压器 b) 自耦降压变压器

控制变压器的常见型号：JBK、BK、BKC 等。

生产厂家：石家庄无线电十七厂、浙江正泰电器股份有限公司等。

自耦降压变压器的常见型号：QZB。

生产厂家：沈阳市大华干式变压器制造有限公司、浙江德力西电器股份有限公司等。

### 1.15 电磁阀

电磁阀是一种控制液体或气体通断的装置，通电后电磁阀动作，失电后恢复原状态。电磁阀分为通电关闭和通电打开两种，这主要是从安全角度考虑的，有些控制过程要求突然断电时，要把介质关断（如煤气）才行，而另一些控制过程可能要求突然断电后打开才安全，当要求对多路气体或液体进行通断控制时，就要用多位多通电磁阀。常见电磁阀形状如图 1-15 所示。

常见型号：ZBSF、ZCV、QDA、F23D、K23D 等。

生产厂家：烟台气动元件厂、上海巨良电磁阀制造有限公司等。