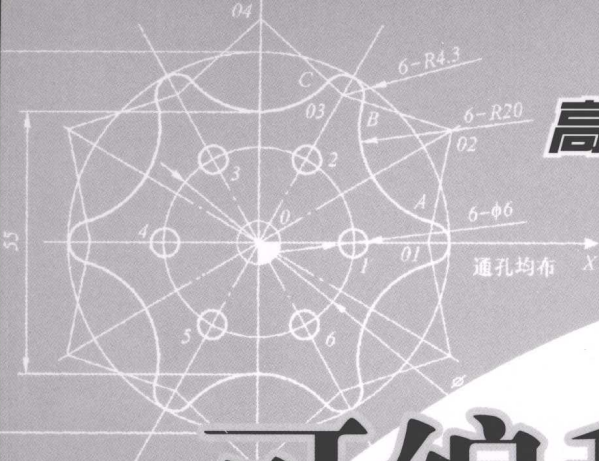
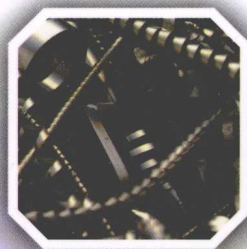


高职高专机电类规划教材



可编程控制器 应用技术

■ 祝红芳 任群生 主编 黄会明 裴来祥 熊军 副主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

高职高专机电类规划教材

可编程控制器应用技术

祝红芳 任群生 主编

黄会明 裴来祥 熊 军 副主编

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

可编程控制器应用技术 / 祝红芳, 任群生主编. — 北京: 人民邮电出版社, 2010.9
高职高专机电类规划教材
ISBN 978-7-115-23053-9

I. ①可… II. ①祝… ②任… III. ①可编程序控制器—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第115380号

内 容 提 要

本书从实际应用和高职高专教学实际需要出发, 以应用最广泛的西门子 S7-200 PLC 及三菱 FX₂N 系列 PLC 为背景, 系统介绍了 PLC 的硬件结构、工作原理、指令系统、网络通信技术及应用系统设计方法。

本书内容翔实, 叙述简洁易懂, 适合作为高职高专院校电类、机电类各专业的教材, 也可作为工程技术人员学习 PLC 的参考书。

高职高专机电类规划教材

可编程控制器应用技术

-
- ◆ 主 编 祝红芳 任群生
副 主 编 黄会明 裴来祥 熊 军
责任编辑 潘新文
 - ◆ 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 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市海波印务有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 16.25 2010 年 9 月第 1 版
字数: 387 千字 2010 年 9 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-23053-9

定价: 29.00 元

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

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

前 言

可编程控制器（简称 PLC）是以微处理器为核心的一种新型工业自动控制装置，具有可靠性高、抗干扰能力强，编程简单易学，功能完善，适应性强，调试维护方便等特点，其应用几乎覆盖了机械、冶金、矿山、石油化工、轻工、电力、建筑、交通运输等各行各业，成为工业自动化领域中最重要、应用最多的控制设备。

本书根据近几年来 PLC 产品和技术的发展，以市场上流行的具有代表性的德国西门子 S7 系列 PLC 和日本三菱公司 FX_{2N} 系列 PLC 为背景，介绍了 PLC 的硬件结构、工作原理、指令系统、网络通信技术及应用系统设计方法。由于可编程控制器技术的发展源于继电器控制系统，可编程控制器是电气控制技术发展到一定阶段的产物，两者在应用上是一脉相承的，并且目前在工矿企业中尚存在部分传统继电器控制设备，因此，本书首先简要地介绍了可编程控制器技术的前身——传统继电器控制技术，以使读者全面了解传统继电器控制技术与可编程控制器应用技术之间的内在联系和区别，更好地掌握可编程控制器应用技术。本书在内容上注重精选实例，结合实际案例讲解，突出应用性知识的学习和能力的培养，力求使基础理论与工程实际紧密联系；在章节编排上注意循序渐进、由浅入深，在内容阐述上力求简明扼要、图文并茂、通俗易懂，便于教学和自学。每章后面均附有小结与练习题。

全书分 4 篇，共 11 章。第 1 篇讲述可编程控制器概论，首先介绍可编程控制器的基础知识和继电器控制技术，然后讲述可编程控制器的特点、组成和工作原理等。第 2 篇块重点讲述 S7-200 系列 PLC 的型号规格、系统构成、指令系统及通信。第 3 篇讲述日本三菱公司 FX_{2N} 系列 PLC 的结构、原理及指令系统。第 4 篇块讲述 PLC 的应用设计，分别列举了 S7-200 系列 PLC 和 FX_{2N} 系列 PLC 的各种应用实例，同时还介绍了 PLC 在数控机床中的应用。

本书第 1 章由任群生、周菁菁编写，第 2 章由周菁菁编写，第 3 章由裴来祥编写，第 4 章由祝红芳、熊军编写，第 5、7 章由黄会明编写，第 6、9 章由熊军编写，第 8 章由任群生编写，第 10 章由祝红芳编写，第 11 章由裴来祥编写，附录由任群生编写。全书由祝红芳、黄会明组织统稿。

本书适合作为高职高专院校电类、机电类等各专业的教材，也可作为工程技术人员学习 PLC 的参考书。

本书为任课教师配有电子教案，教师可登录 www.ptpedu.com.cn 下载。

由于编者的水平和经验有限，书中难免有不妥之处，敬请广大读者予以批评指正。

编 者
2010.5

目 录

第 1 篇 可编程控制器概论

第 1 章 可编程控制器的基础知识	1
1.1 常用低压控制电器	1
1.2 继电器控制电路	9
1.2.1 控制电路的原理图与接线图	9
1.2.2 三相异步电动机的基本控制电路	13
1.3 典型机床电气控制系统举例	18
1.3.1 普通车床电气控制系统	18
1.3.2 万能铣床电气控制系统	21
本章小结	26
习题	26
第 2 章 可编程控制器概述	29
2.1 可编程控制器的产生及发展	29
2.1.1 PLC 的由来	29
2.1.2 PLC 的发展	30
2.2 PLC 的特点及应用	31
2.2.1 PLC 的主要特点	31
2.2.2 PLC 的应用	32
2.3 PLC 的分类及主要性能指标	33
2.3.1 PLC 的分类	33
2.3.2 PLC 的技术性能指标	34
2.4 PLC 的编程语言	35
2.5 PLC 系统的组成	36
2.5.1 PLC 的硬件系统	36
2.5.2 PLC 的软件系统	38
2.6 PLC 的工作原理	39
2.6.1 PLC 的工作方式	39
2.6.2 PLC 的工作过程	40
2.6.3 扫描周期的计算与 PLC 的 I/O 响应时间	41
本章小结	42
习题	42

第 2 篇 西门子 S7-200 系列 PLC

第 3 章 S7 系列 PLC 概述	43
3.1 S7-200 系列 PLC 的构成及性能指标	43
3.1.1 S7-200 系统功能概述.....	43
3.1.2 S7-200 系列 PLC 的构成及配置	44
3.2 S7-200 PLC 的寻址方式	49
3.2.1 S7-200 CPU 的数据类型及表示方法.....	49
3.2.2 存储器区域的直接寻址	50
3.2.3 存储器区域的 SIMATIC 间接寻址.....	54
3.3 S7-300 和 S7-400 系列 PLC 简介.....	55
3.3.1 S7-300 系列 PLC 简介	55
3.3.2 S7-400 系列 PLC 简介	57
本章小结.....	58
习题.....	59
第 4 章 S7-200 PLC 的指令	60
4.1 S7-200 PLC 的编程语言和程序结构	60
4.1.1 西门子 PLC 的编程语言	60
4.1.2 S7-200 的程序结构.....	62
4.2 位操作类指令	63
4.2.1 PLC 触点的类型	63
4.2.2 标准触点指令	64
4.2.3 电路块的连接指令	65
4.2.4 边沿触发指令	65
4.2.5 置位/复位指令	66
4.2.6 逻辑堆栈指令	67
4.2.7 立即指令	68
4.2.8 取反指令	68
4.2.9 定时器指令	69
4.2.10 计数器指令	72
4.2.11 比较指令.....	75
4.3 程序控制类指令	76
4.3.1 结束指令	76
4.3.2 停止指令	76
4.3.3 看门狗复位指令	77
4.3.4 跳转及标号指令	77
4.3.5 循环指令	78

4.3.6	子程序指令	79
4.4	传送、块传送和字节交换指令	80
4.4.1	字节、字、双字和实数的传送指令	80
4.4.2	字节、字和双字的块传送指令	81
4.4.3	字节交换指令	82
4.5	移位、循环移位和移位寄存器指令	82
4.5.1	移位指令	82
4.5.2	循环移位指令	82
4.5.3	移位寄存器指令	84
4.6	运算指令	84
4.6.1	逻辑运算指令	84
4.6.2	算术运算指令	86
4.6.3	加1指令和减1指令	89
4.6.4	数学功能指令	90
4.7	转换指令	90
4.7.1	数据类型转换指令	91
4.7.2	译码和编码指令	92
4.7.3	七段显示码指令	93
4.7.4	字符串转换指令	93
4.8	顺序控制指令	95
4.8.1	顺序流程图	95
4.8.2	顺序控制指令	95
4.9	中断指令	97
4.9.1	中断的概念	97
4.9.2	中断指令	99
4.9.3	中断程序	99
4.9.4	中断指令应用举例	100
4.10	高速计数器指令	100
4.10.1	高速计数器指令	101
4.10.2	高速计数器的控制	101
4.10.3	高速计数器的工作模式	102
4.10.4	高速计数器的应用	103
4.10.5	高速脉冲输出及应用举例	105
4.11	PID回路指令	114
4.11.1	PID回路指令及算法	114
4.11.2	PID回路类型的选择	115
4.11.3	数值转换及标准化	115
4.11.4	PID指令应用举例	116
4.12	时钟指令	118

4.12.1 时钟指令	118
4.12.2 时钟指令应用实例	119
4.13 常用指令编程举例	119
本章小结	127
习题	127
第 5 章 PLC 的通信	131
5.1 S7-200 PLC 的通信与网络	131
5.1.1 字符数据格式	131
5.1.2 网络层次结构	131
5.1.3 网络通信协议及类型	132
5.1.4 网络通信硬件	135
5.2 S7-200 PLC 的通信指令	137
5.3 S7-200 PLC 通信功能的实现	138
5.3.1 选择通信组态	138
5.3.2 PPI 网络通信	139
5.3.3 自由口通信	139
5.4 TD200 使用说明	143
本章小结	146
习题	146
第 3 篇 三菱 FX_{2N} 系列 PLC	
第 6 章 FX_{2N} 系列 PLC 概述	147
6.1 FX _{2N} 系列 PLC 的性能指标	147
6.2 FX _{2N} 系列 PLC 的编程元件	149
6.2.1 输入继电器 (X)	149
6.2.2 输出继电器 (Y)	149
6.2.3 辅助继电器 (M)	149
6.2.4 定时器 (T)	150
6.2.5 计数器 (C)	150
6.2.6 数据寄存器 (D)	151
6.2.7 状态寄存器 (S)	151
本章小结	151
习题	152
第 7 章 FX_{2N} 系列 PLC 的指令	153
7.1 FX _{2N} 系列 PLC 的指令系统	153
7.1.1 基本指令	153

7.1.2 步进梯形指令	156
7.1.3 功能指令	156
7.2 三菱 FX _{2N} 系列 PLC 指令的应用	163
7.2.1 三菱 FX _{2N} 系列 PLC 基本指令的应用	163
7.2.2 三菱 FX _{2N} 系列 PLC 步进梯形指令的应用	164
7.2.3 三菱 FX _{2N} 系列 PLC 功能指令的应用	166
本章小结	167
习题	167

第 4 篇 PLC 的应用设计

第 8 章 S7-200 PLC 的编程软件	168
8.1 编程软件的安装	168
8.1.1 硬件的连接	168
8.1.2 软件的安装	169
8.1.3 S7-200 CPU 通信的建立	169
8.2 编程软件的窗口组件	170
8.2.1 编程软件的主界面	170
8.2.2 编程软件的主菜单	171
8.2.3 编程软件的工具条	172
8.2.4 编程软件的浏览条	173
8.2.5 编程软件的其他组件	175
8.3 编程软件的使用	175
8.3.1 编程模式和编辑器的选择	175
8.3.2 编程元素及项目组件	176
8.3.3 程序文件的操作	176
8.4 程序的调试与监控	177
8.4.1 选择工作方式	178
8.4.2 程序状态显示	178
8.4.3 状态表显示	178
8.4.4 选择扫描次数	179
8.4.5 项目管理	179
8.5 S7-200 的出错代码	180
8.5.1 致命错误	180
8.5.2 程序运行错误	181
8.5.3 编译规则错误	181
本章小结	182
习题	183

第 9 章 FX 系列 PLC 的编程软件	184
9.1 编程软件 FXGP/WIN-C 的界面.....	184
9.2 编程软件 FXGP/WIN-C 的使用.....	187
9.2.1 FXGP/WIN-C 软件编程方法.....	187
9.2.2 编辑梯形图以及转换存盘.....	188
9.3 调试及运行监控.....	189
9.3.1 PLC 与编程计算机之间的通信.....	189
9.3.2 程序的监控与测试.....	190
本章小结.....	190
习题.....	190
第 10 章 PLC 的应用设计	192
10.1 PLC 控制系统的设计.....	192
10.2 西门子 S7-200 PLC 控制系统应用举例.....	194
10.2.1 除尘室的 PLC 控制系统.....	194
10.2.2 水塔水位的 PLC 控制系统.....	197
10.2.3 细纱机的 PLC 控制系统.....	199
10.2.4 温度的检测与控制系统.....	202
10.3 三菱 FX _{2N} PLC 控制系统应用举例.....	204
10.3.1 全自动洗衣机控制系统.....	204
10.3.2 液体混合控制系统.....	210
10.3.3 组合机床动力头运动控制系统.....	213
本章小结.....	216
习题.....	216
第 11 章 PLC 在数控机床中的应用	218
11.1 数控机床中的 PLC.....	218
11.1.1 内装型 PLC.....	219
11.1.2 独立型 PLC.....	220
11.1.3 数控机床中 PLC 的功能.....	221
11.2 CNC、PLC 和机床之间的信号处理.....	222
11.2.1 CNC 侧与 MT 侧的概念.....	222
11.2.2 CNC、PLC 和机床之间的信号处理过程.....	222
11.2.3 PLC、CNC 和机床之间的信息交换.....	223
11.3 数控机床 PLC 信号的种类与接口地址.....	223
11.3.1 接口信息.....	223
11.3.2 数控系统 PLC 的工作过程.....	224
11.3.3 PLC 信息交换实例.....	224

11.3.4 M、S、T 功能的实现	228
11.3.5 安全互锁	230
11.4 PLC 控制数控机床实例	231
11.4.1 PLC 控制数控机床主轴	231
11.4.2 PLC 控制数控车床 CK6150	234
本章小结	243
习题	243
附录	244
附录 A S7-200 CPU 存储器范围和特性一览表	244
附录 B CPU226 DC/DC/DC 及 CPU266 AC/DC/继电器端子连接图	245
附录 C S7-200 CN	246
参考文献	247

第1篇 可编程控制器概论

第1章 可编程控制器的基础知识

继电器接触器控制是PLC产生的基础。本章首先介绍几种常用的低压控制电器和保护电器，接着讨论三相异步电动机的继电器接触器典型控制电路以及按行程、时间等常用控制方式构成的控制电路。它们是分析和构成更为复杂的控制电路的基础。本章重点是掌握常用的电动机基本控制电路。

在现代工农业生产中，广泛使用各种生产机械，而现代生产机械大多用电动机来拖动。为了满足生产过程和加工工艺的要求，必须配备一定的控制设备组成控制电路，对电动机进行控制，如控制电动机的启动、停止、正反转、制动、行程、运行时间、工作顺序等。早期采用继电器接触器控制来取代原来的手动方式，这是自动控制的开始。目前，工业生产中仍然大量采用继电器、接触器、按钮等控制电器来实现自动控制。其优点是操作简单、价格低廉、适合动作较简单的场合，但在控制动作较复杂时，其控制系统体积庞大、耗电量高、接线复杂、可靠性差、维修困难，尤其是它难以适应变化的控制要求。

PLC是一种新型的自动控制装置，其功能极为强大，是目前工业自动化应用最广的控制设备。它最初是为了取代继电器接触器控制系统而产生的，源自继电器接触器的思想，与继电器接触器控制器件有许多相同和相似之处。因此，掌握继电器接触器控制器件和控制电路对我们学习PLC的组成结构、编程语言、应用技术是必不可少的。

1.1 常用低压控制电器

电器按其动作方式可分为手动电器和自动电器。手动电器是由工作人员手动操纵的，如刀开关、组合开关、按钮等；自动电器是按照操作指令或参量变化自动动作的，如接触器、继电器、熔断器、行程开关等。

电器按其所起作用可分为控制电器和保护电器。控制电器主要用来控制电动机启动、停止、正反转或调速等；保护电器主要用来保护受控对象和控制线路不遭受故障或事故危害，

如对电动机进行短路、过载和失压保护等。

电器按其工作电压可分为高压电器和低压电器。低压电器通常是指工作在交流电压 1 200V 以下或直流电压 1 500V 以下的电气设备。

本节介绍几种常用低压控制电器。

1. 刀开关

刀开关又称闸刀开关，是最简单的手动控制电器。在继电接触器控制电路中，它主要起隔离电源的作用，也用于手控不频繁地接通或断开带负载的电路，有时还用来控制容量小于 7.5kW 的电动机做不频繁地直接启动和停机。

在低压电路中，常用的刀开关有 HK1、HK2 系列。HK 系列刀开关的额定电压在 500V 以下，额定电流不超过 60A。它是由闸刀（动触片）、刀座（静触片）、绝缘底板、胶盖等部分组成的。图 1-1 所示为 HK 系列刀开关的结构和图形符号。

安装刀开关时，电源线应接在静触片上，负载线接在可动闸刀的下侧。对于有熔丝的刀开关，负载线应接在闸刀下侧熔丝的另一端，这样当切断电源时，裸露在外面的闸刀和熔丝就不带电。刀开关的额定电流应大于它所控制的最大负载电流。对于较大的负载电流，可采用 HD 系列杠杆式刀开关。

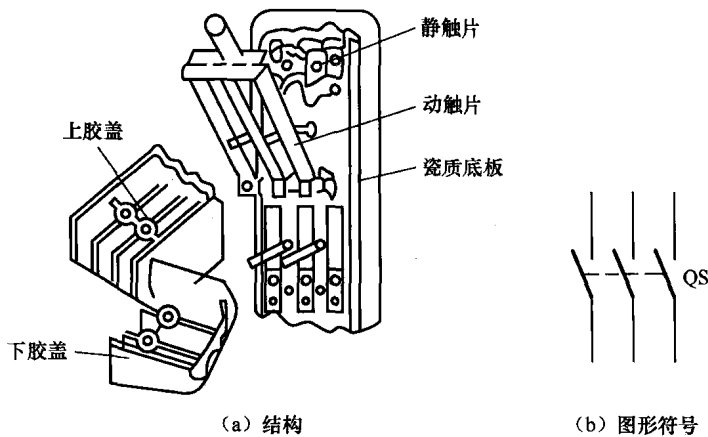


图 1-1 刀开关的结构和图形符号

2. 组合开关

组合开关又称转换开关，它是一种转动式的刀开关。组合开关常用来作为电源的引入开关，也用来控制小型笼型异步电动机启动、停止、正反转及局部照明。

组合开关有若干对动触片和静触片，分别装于数层由绝缘材料隔开的胶木盒内。静触片固定在绝缘垫板上，动触片装在有手柄的转轴上，随转轴旋转而变换其通断位置。图 1-2 所示为组合开关结构和图形符号。

组合开关的种类很多，常用的是 HZ10 系列，额定电压为交流 380V，直流 220V，额定电流有 10A、25A、60A 及 100A 等多级。不同规格型号的组合开关，各对触片的通断时间不一定相同，可以是同时通断，也可以是交替通断，应根据具体情况选用。

3. 按钮

按钮是一种手动的、可以自动复位的开关。按钮通常用来接通或断开电流很小的控制电路，从而控制电动机或其他电气设备的运行。

图 1-3 所示为按钮的外形图、结构原理图及图形符号。它有两对静触点和一对动触点，动触点的两个触点之间是导通的，另外还有按钮帽、复位弹簧等部件。动合触点（也叫常开触点）是指按钮未被按下时就断开的触点；动断触点（也叫常闭触点）是指按钮未被按下时就闭合的触点。当按下按钮帽时，常闭触点先打开，常开触点后闭合。松开按钮帽，触点在复位弹簧作用下恢复到原来的位置，常开触点先断开，常闭触点后闭合。

按钮在切换过程中“先断后合”的特点可用来实现控制电路中的联锁要求。

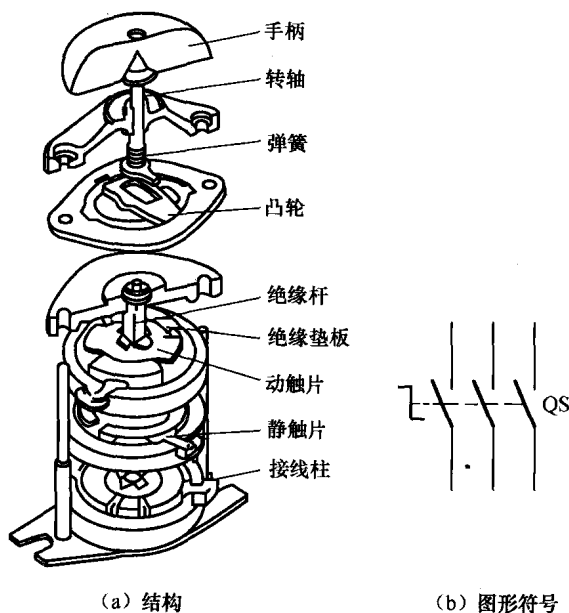


图 1-2 组合开关的结构与图形符号

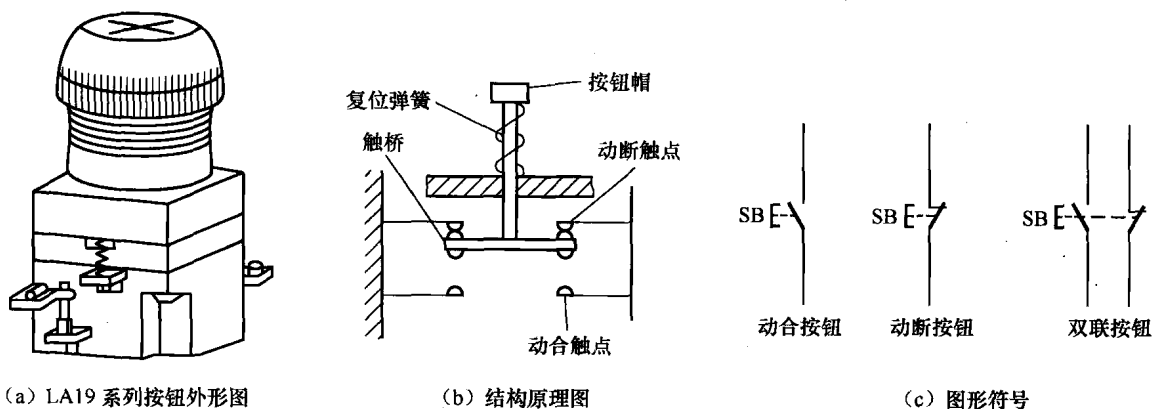


图 1-3 按钮的外形图、结构原理图及图形符号

常用的按钮为 LA 系列，额定电压交流为 500V，直流为 440V，额定电流一般为 5A。它有多种型号规格，如其触点对数有一常开一常闭、二常开二常闭等。由两个按钮组合在一起的按钮叫双联按钮。可以根据需要来选择按钮的型号规格。

4. 熔断器

熔断器是最常用的短路保护电器。它主要由熔体（熔片或熔丝）和熔管组成。常用的低压熔断器有 RC1A 型插入式、RL1 型螺旋式、RM10 型无填料封闭管式、RT0 型有填料管式以及 RLS 型螺旋式快速熔断器。插入式与螺旋式的结构分别如图 1-4 (a)、(b) 所示，图 1-4 (c) 是熔断器的图形符号。

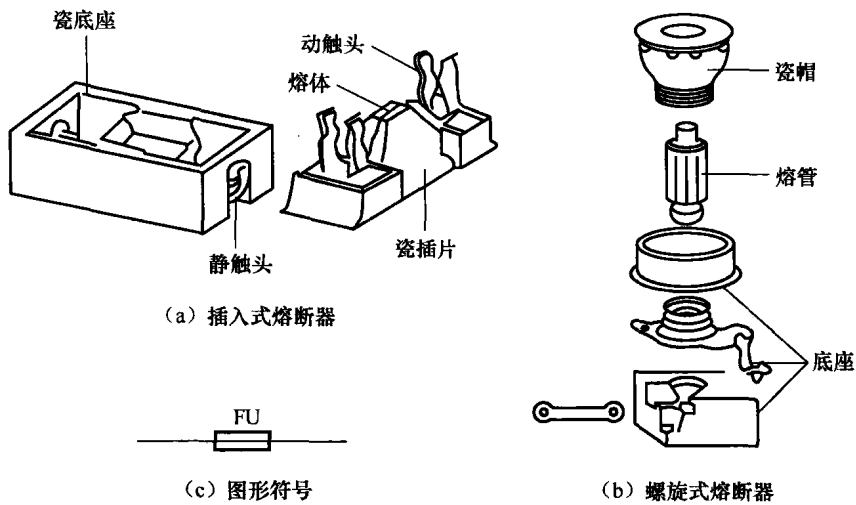


图 1-4 熔断器的结构和图形符号

熔体一般由熔点较低的合金制成，使用时串联在被保护的电路中。正常情况下，熔体中流过的电流小于其额定电流，熔体不会熔断，但当线路或电气设备发生短路事故时，熔体中流过极大的短路电流，熔体因过热而在极短时间内自动熔断，使电路切断，从而达到保护线路及电气设备的目的。

熔断器的选用除了根据应用场合选择适当的结构形式外，主要是选择熔体的额定电流，以确保熔断器在电路短路或严重过载时能很快熔断。熔体额定电流的选择主要应注意以下事项。

① 照明和电热负载没有电流的冲击，因此所选熔体的额定电流应等于或稍大于被保护设备的额定电流。此时熔断器兼有短路和严重过载保护功能。

② 对于单台电动机用熔断器，为了防止电动机在启动过程中有较大的启动冲击电流将熔体熔断而产生误动作，必须按照电动机的启动电流来确定熔体的电流，即

$$\text{熔体额定电流} \geq \text{电动机启动电流} / K$$

式中， K 为经验系数，通常取 $K=2.5$ ；若电动机启动频繁，则取 $K=2$ 。

③ 对于多台电动机合用的熔断器，熔体额定电流必须满足下式要求：

熔体额定电流 = $(1.5 \sim 2.5)$ 最大容量电动机的额定电流 + 其余电动机的额定电流之和
 保护具有冲击电流负载的熔断器只具有短路保护功能。

5. 交流接触器

交流接触器是一种利用电磁吸力控制触点闭合或断开，从而接通或切断电动机或其他负载电路的自动切换电器。它具有控制容量大，适于频繁操作和远距离控制等优点。

接触器分直流接触器和交流接触器。在继电器接触器控制电路中，交流接触器用得较多，常用的交流接触器有 CJ10 和 CJ20 系列，图 1-5 (a)、(b) 所示分别为交流接触器的主要结构和图形符号。

交流接触器主要由电磁铁和触点组成。电磁铁包括线圈、静铁芯和动铁芯。当线圈通电时，产生电磁吸力，将动铁芯吸合，并带动触点运动，使常闭触点先断开，常开触点后闭合。当线圈断电时，磁力消失，各触点又恢复到原来的位置，其常开触点先断开，常闭触点后闭合。

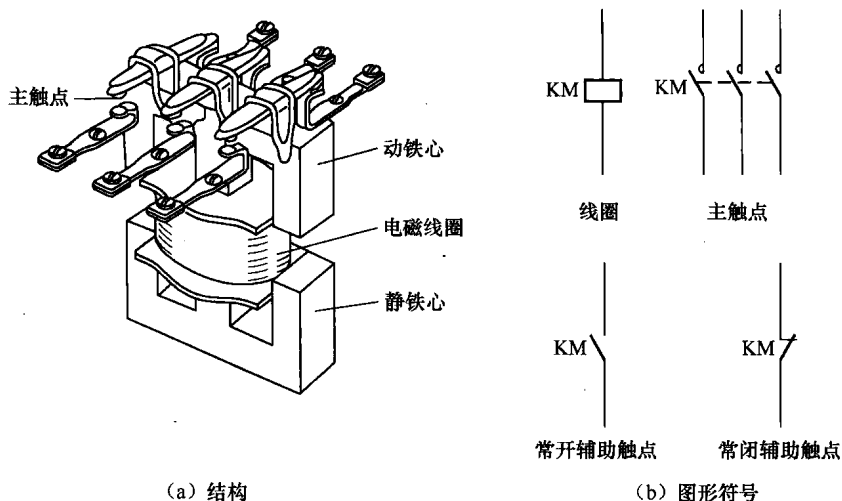


图 1-5 交流接触器的结构和图形符号

交流接触器的触点有主触点和辅助触点之分，主触点接触面积较大，并有灭弧装置，可以通断较大的电流，它通常是常开触点，用来控制电动机的主电路。辅助触点额定电流较小，有常开和常闭触点，常用来通断控制电路。

选用交流接触器，应按负载要求选择主触点的额定电压和额定电流，同时还应考虑电磁线圈的额定电压以及常开和常闭触点的数量。CJ10 和 CJ20 系列交流接触器电磁线圈的额定电压有 36V、110V、127V、220V、380V 等，主触点的额定电流有 5A、10A、20A、40A、60A、100A、150A 等。

6. 热继电器

热继电器是一种利用电流的热效应而自动动作的控制电器，常用于过电流和过电压的保护。图 1-6 (a) 和图 1-6 (b) 所示分别为热继电器的结构和图形符号。

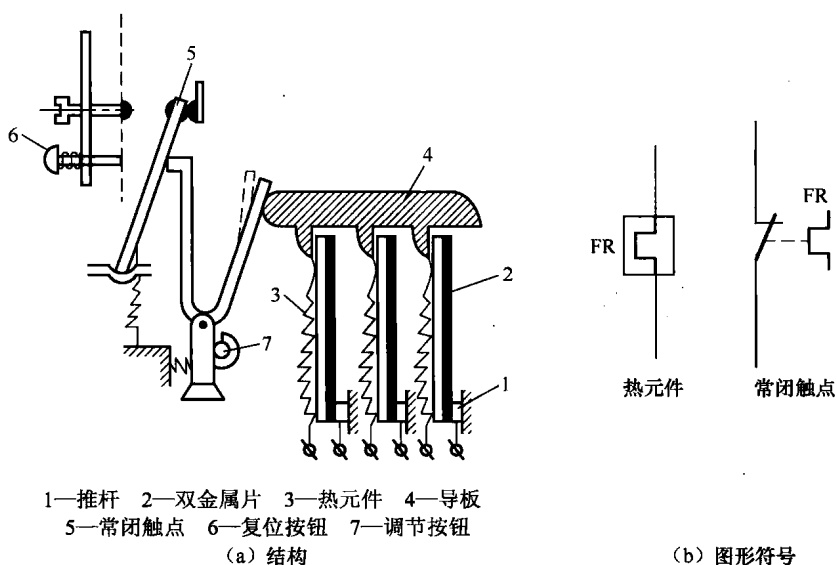


图 1-6 热继电器的结构和图形符号

使用时，热继电器的热元件串接在主电路中，常闭触点接在控制电路中。热继电器中的双金属片是由热膨胀系数不同的两片合金辗压而成的，受热后双金属片将弯曲。当电动机正常工作时，双金属片受热而膨胀弯曲的幅度不大，常闭触点闭合。当电动机过载后，通过热元件的电流增加，经过预定的时间，热元件温度升高，双金属片受热而弯曲幅度增大，热继电器脱扣，即常闭触点断开，通过有关控制电路和控制电器的动作，切断电动机的电源而起到保护作用。

热继电器动作后的复位须待双金属片冷却后，手动复位的继电器必须用手按压复位按钮使继电器复位，自动复位的热继电器其触点能自动复位。

常用的热继电器有 JR0、JR5、JR15、JR16 等系列。热继电器的主要技术数据是整定电流（动作电流），热继电器是根据整定电流来选用的。整定电流是热元件中通过的电流超过此值的 20% 时，热继电器应在 20min 内动作的电流值。热继电器的整定电流稍大于所保护电动机的额定电流。

7. 时间继电器

时间继电器是一种接受控制信号后，其触点能够延时动作的自动控制电器，主要用在需要时间顺序进行控制的电路中。

时间继电器的种类很多，有空气式、电磁式、电子式等。在继电接触控制电路中用得较多的是空气式时间继电器，它利用空气的阻尼作用获得动作延时，分为通电延时和断电延时两种。图 1-7 所示为通电延时空气式时间继电器的原理结构图，它主要由电磁系统、微动开关、空气室和传动机构组成。

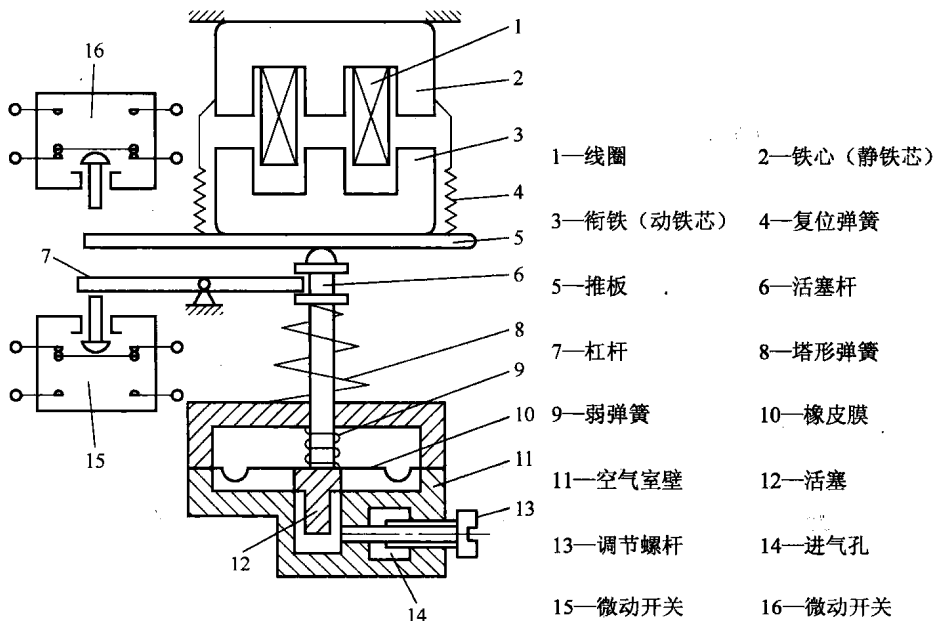


图 1-7 通电延时的空气式时间继电器原理结构图

吸引线圈 1 通电产生电磁吸力，静铁芯 2 将动铁芯衔铁 3 向上吸合，带动推板 5 上移，在推板的作用下微动开关 16 立即动作，其常闭触点断开（称瞬间动作的常闭触点），常开触点闭合（称瞬间动作的常开触点）。活塞杆 6 在塔形弹簧 8 作用下，带动活塞 12 及橡皮膜 10