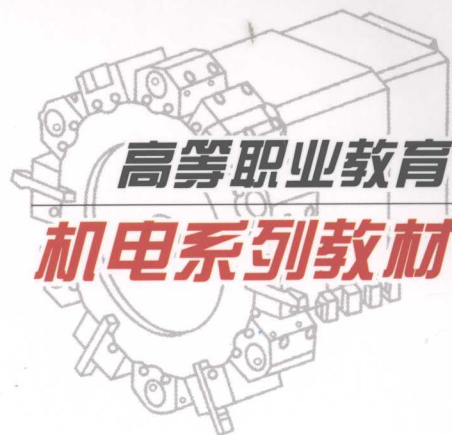




PLC及其在 数控机床中的应用

■ 祝红芳 主编 ■ 熊军 副主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

高等职业教育机电系列教材

PLC 及其在数控机床中的应用

祝红芳 主 编

熊 军 副主编

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

PLC 及其在数控机床中的应用/祝红芳主编;熊军副主编. —北京:人民邮电出版社, 2007.10
高等职业教育机电系列教材

ISBN 978-7-115-16219-9

I. P... II. ①祝...②熊... III. ①可编程序控制器—高等学校:技术学校—教材②可编程序控制器—应用—数控机床—高等学校:技术学校—教材 IV. TP332.3 TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 109532 号

内 容 提 要

本书以西门子 S7-200 为例,介绍了西门子 S7 系列可编程控制器系统的组成和工作原理,编程指令以及 PLC 与计算机或其他控制系统通信功能的实现等,并重点介绍了 PLC 控制系统的设计、安装、调试方法,编程软件的使用以及数控机床中的可编程控制器的功能、接口地址、信号传递方法,控制程序的编写,同时还分别对 PLC 在西门子数控系统、FANUC 数控系统及国产数控系统中的应用进行了说明。

本书内容详实,叙述简洁易懂,非常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。

本书配有电子教案,有需要者可与人民邮电出版社联系,免费索取。

高等职业教育机电系列教材

PLC 及其在数控机床中的应用

◆ 主 编 祝红芳

副 主 编 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>

河北省邮电印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 19.25

字数: 463 千字

印数: 1—3 000 册

2007 年 10 月第 1 版

2007 年 10 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-16219-9/TN

定价: 29.00 元

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

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。PLC 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,广泛应用于机械、冶金、矿山、石油化工、轻工、电力、建筑、交通运输等行业,成为工业自动化领域中最重要、应用最多的控制设备。

西门子的 SIMATIC S7 系列是市场上流行的具有代表性的可编程序控制器,它包括 S7-200、S7-300、S7-400 三大类,其中 S7-200 是小型可编程序控制器,可以应用于各种小型自动化系统,它具有紧凑的设计,良好的扩展性,安全可靠的通信,界面友好的编程软件,高速的处理能力,强大的指令集。本书以国内广泛使用的西门子公司 S7-200 系列 PLC 为例,系统地介绍了 PLC 的工作原理及应用。第 1 章简要介绍继电器接触器控制系统;第 2 章讲述可编程序控制器的基础知识;第 3 章介绍 PLC 系统的组成和工作原理;第 4 章重点讲解 S7-200 PLC 具体型号的规格、系统构成和 S7-200 CPU 存储器的数据类型及寻址方式;第 5 章主要介绍 S7-200 可编程序控制器指令;第 6 章介绍 S7-200 的编程系统;第 7 章讲述可编程序控制器安装与维护;第 8 章介绍可编程序控制器应用设计;第 9 章介绍可编程控制器的通信;第 10 章讲述 PLC 在数控机床上的应用;第 11 章介绍其他数控系统的可编程控制器。

本书为任课教师配有电子教案,选用该教材的教师可登录人民邮电出版社网站下载电子教案。下载地址: <http://www.ptpress.com.cn/download/>。

本书第 1、2、3、4、9 章以及附录由祝红芳编写,第 5、7、8、10、11 章由熊军编写,徐明编写了第 6 章。全书由祝红芳统稿。

由于编者的水平和经验有限,书中难免有不妥之处。恳请广大读者,特别是使用本书的教师和同学积极提出批评及改进意见,以便今后修订提高。

编 者

2007 年 6 月

目 录

第1章 继电接触器控制系统	1
1.1 常用低压控制电器	1
1.1.1 刀开关	1
1.1.2 组合开关	2
1.1.3 按钮	3
1.1.4 熔断器	3
1.1.5 交流接触器	4
1.1.6 热继电器	5
1.1.7 时间继电器	6
1.1.8 行程开关	7
1.1.9 自动空气开关	7
1.1.10 中间继电器	8
1.2 继电接触器控制电路	9
1.2.1 控制线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	12
1.3 典型机床电气控制系统举例	16
1.3.1 普通车床电气控制系统	16
1.3.2 磨床电气控制系统	19
1.3.3 摇臂钻床电气控制系统	24
1.3.4 万能铣床电气控制系统	27
本章小结	32
习题	32
第2章 可编程控制器的基础知识	35
2.1 可编程控制器的产生及发展	35
2.1.1 可编程控制器的由来	35
2.1.2 PLC的发展	36
2.2 PLC的特点及应用	37
2.2.1 PLC的主要特点	37
2.2.2 PLC的应用	38
2.3 PLC的分类及技术性能指标	39
2.3.1 PLC的分类	39
2.3.2 PLC的技术性能指标	39

2.4 PLC 的编程语言	40
本章小结	41
习题	41
第3章 PLC 系统的组成及工作原理	43
3.1 PLC 系统的组成	43
3.1.1 PLC 的硬件系统	43
3.1.2 PLC 的软件系统	45
3.2 PLC 的工作原理	46
3.2.1 PLC 的工作方式	46
3.2.2 PLC 的工作过程	47
3.2.3 扫描周期的计算与 PLC 的 I/O 响应时间	48
本章小结	49
习题	49
第4章 S7 系列 PLC	50
4.1 概述	50
4.2 S7-200 系列 PLC 的构成及性能指标	51
4.2.1 S7-200 系统功能概述	51
4.2.2 S7-200 系列 PLC 的构成及性能指标	51
4.2.3 S7-200 CPU 的工作过程和工作模式	59
4.3 S7-200 CPU 存储器的数据类型及寻址方式	60
4.3.1 S7-200 CPU 存储器的数据类型及表示方法	61
4.3.2 存储器区域的直接寻址	61
4.3.3 存储器区域的 SIMATIC 间接寻址	66
4.4 S7-300 和 S7-400 系列 PLC 简介	67
4.4.1 S7-300 系列 PLC 简介	67
4.4.2 S7-400 系列 PLC 简介	70
本章小结	71
习题	71
第5章 S7-200 PLC 指令	72
5.1 编程方法	72
5.1.1 西门子 PLC 的编程语言	72
5.1.2 S7-200 的程序结构	74
5.1.3 梯形图编程的基本特点	74
5.2 S7-200 常用指令	76
5.2.1 PLC 触点类型	76
5.2.2 位操作指令	77

5.3 定时器及计数器指令	80
5.3.1 定时器指令	81
5.3.2 计数器指令	85
5.3.3 时钟指令	87
5.4 控制转移指令	87
5.4.1 程序控制指令	87
5.4.2 跳转及标号指令	89
5.4.3 循环指令	89
5.4.4 传送和比较指令	90
5.4.5 逻辑操作指令	93
5.4.6 移位指令	95
5.4.7 转换指令	99
5.4.8 译码和编码指令	101
5.4.9 字符串转换指令	102
5.5 数学运算指令	105
5.5.1 整数数学运算指令	105
5.5.2 加 1 和减 1 指令	107
5.5.3 实数数学运算指令	108
5.5.4 数学功能指令	109
5.6 顺序控制继电器指令	111
5.7 高速计数器指令	112
5.7.1 高速计数器定义	112
5.7.2 高速计数器使用	113
5.7.3 高速计数器的工作模式	114
5.7.4 高速计数器的控制字和状态字	117
5.7.5 高速计数器指令的初始化	119
5.7.6 高速计数器的应用举例	119
5.7.7 高速脉冲输出	121
5.8 中断指令	130
5.8.1 中断的概念	130
5.8.2 中断指令	132
5.8.3 中断程序	133
5.8.4 中断指令举例	133
5.9 应用举例	136
本章小结	142
习题	143
第 6 章 S7-200 的编程系统	147
6.1 编程软件安装	147

6.1.1 编程软件的安装要求	147
6.1.2 编程软件的安装	148
6.1.3 建立 S7-200 CPU 的通信	149
6.2 编程软件的窗口组件	151
6.2.1 主界面	151
6.2.2 菜单栏	152
6.2.3 工具条	154
6.2.4 浏览条	155
6.2.5 指令树	158
6.3 编程软件的使用	159
6.3.1 指令集和编辑器的选择	159
6.3.2 编程元素及项目组件	160
6.3.3 建立程序文件	160
6.3.4 数据块编辑	163
6.3.5 符号表操作	163
6.3.6 通信网络的配置	165
6.4 程序的调试与监控	166
6.4.1 选择工作方式	166
6.4.2 程序状态显示	166
6.4.3 状态图显示	167
6.4.4 执行有限次扫描	169
6.4.5 项目管理	169
6.5 S7-200 的出错代码	171
6.5.1 致命错误	171
6.5.2 程序运行错误	171
6.5.3 编译规则错误	172
本章小结	173
习题	173
第 7 章 PLC 安装与维护	174
7.1 PLC 的安装	174
7.1.1 PLC 的安装环境	174
7.1.2 PLC 安装的基本规则	175
7.1.3 PLC 的安装步骤	176
7.2 PLC 的日常维护	184
7.2.1 日常清洁与巡查	184
7.2.2 定期检查维护	185
7.2.3 PLC 的维护	185
7.3 PLC 的故障诊断与排除	186

7.3.1 故障特性	186
7.3.2 故障分类	187
7.3.3 故障诊断	188
本章小结	189
习题	190
第8章 PLC 应用设计	191
8.1 PLC 控制系统的总体设计	191
8.1.1 PLC 控制系统设计的基本原则	191
8.1.2 设计方法及步骤	192
8.2 PLC 控制系统硬件设计方法	194
8.2.1 应用系统总体方案设计	194
8.2.2 系统硬件设计	196
8.2.3 PLC 的机型选择	197
8.2.4 I/O 模块的选择	198
8.2.5 系统硬件设计文件	200
8.2.6 PLC 供电系统设计	200
8.2.7 系统接地设计	204
8.2.8 电缆设计和敷设	204
8.3 控制程序设计	205
8.3.1 PLC 程序设计的常用方法	205
8.3.2 利用 STEP 7 进行程序设计	205
8.3.3 符号表与符号化编程	206
8.4 模拟量处理	208
8.4.1 模拟 I/O 模板特性及参数设置	208
8.4.2 模拟量输出信号的量值整定	209
8.4.3 模拟量的规范化	209
8.5 应用举例	210
8.5.1 除尘室 PLC 控制	210
8.5.2 水塔水位的控制	212
8.5.3 温度的检测与控制	214
本章小结	216
习题	216
第9章 PLC 的通信	218
9.1 PLC 通信的基本概念	218
9.1.1 通信系统的构成	218
9.1.2 通信方式	219
9.1.3 通信介质	221

9.1.4 PLC 常用的通信接口	222
9.1.5 通信协议	223
9.1.6 网络结构概述	223
9.1.7 PLC 与计算机通信的基本功能	225
9.2 S7-200 PLC 的通信与网络	225
9.2.1 网络通信协议及类型	225
9.2.2 网络通信硬件	227
9.3 S7-200 PLC 通信和网络功能的实现	229
9.3.1 选择通信组态	229
9.3.2 PPI 网络通信	230
9.3.3 MPI 网络通信	232
9.3.4 Profibus 网络通信	232
9.3.5 自由口通信	236
9.3.6 工业以太网	237
本章小结	238
习题	239
第 10 章 PLC 在数控机床上的应用	240
10.1 概述	240
10.1.1 数控机床中的 PLC	240
10.1.2 内装型 PLC	241
10.1.3 独立型 PLC	242
10.1.4 数控机床中 PLC 的功能	243
10.2 CNC、PLC、机床之间的信号处理	244
10.2.1 CNC 侧与 MT 侧的概念	244
10.2.2 CNC、PLC、机床之间的信号处理过程	244
10.2.3 PLC、CNC、机床间的信息交换	244
10.3 数控机床 PLC 信号的种类与接口地址	245
10.3.1 接口信息	245
10.3.2 数控系统 PLC 的工作过程	246
10.3.3 PLC 信息交换实例	247
10.3.4 M、S、T 功能的实现	250
10.3.5 安全互锁	252
10.4 数控机床 PLC 系统的设计及调试	253
10.4.1 PLC 系统设计的要求	253
10.4.2 PLC 系统设计的基本内容	254
10.4.3 PLC 系统设计步骤	254
10.4.4 PLC 程序设计	255
10.4.5 数控机床 PLC 设计实例	258

10.5 数控机床 PLC 控制实例	261
10.5.1 PLC 主程序	261
10.5.2 主要子程序	263
本章小结	270
习题	270
第 11 章 其他数控系统的可编程控制器	271
11.1 FANUC 数控系统的可编程机床控制器	271
11.1.1 PMC 的型号	271
11.1.2 PMC 程序的地址	271
11.1.3 PMC 的信号处理	272
11.2 FANUC 系统典型 PMC 的指令和程序编制	273
11.2.1 PMC-L 型可编程控制器指令	273
11.2.2 PMC 的指令和程序编制	275
11.2.3 应用示例	277
11.3 国产数控系统的 PLC	278
11.3.1 PLC 规格	278
11.3.2 顺序程序的结构	279
11.3.3 顺序程序的执行	280
11.3.4 I/O 信号的处理	282
11.3.5 编程地址	284
11.3.6 指令	288
11.3.7 顺序程序的编制	289
11.3.8 程序示例	291
本章小结	291
习题	292
附录	293
参考文献	296

第1章 继电器接触器控制系统

内容提要：本章首先介绍几种常用的低压控制电器和保护电器，接着主要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机控制基本电路。

1.1 常用低压控制电器

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合成控制电路，对电动机进行控制。

控制电器是指对电动机和生产机械实现控制和保护的电工设备。控制电器的种类很多，按其工作电压的不同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为 1 200 V 以下或直流电压为 1 500 V 以下的电器设备。

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、组合开关及按钮等；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、熔断器和行程开关等。

电器按其所起的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。

本节介绍几种常用的低压控制电器。

1.1.1 刀开关

刀开关又称闸刀开关，是最简单的手动控制电器。在继电器接触器控制电路中，它主要起隔离电源的作用，或用于手控不频繁地接通或断开带负载的电路，有时也用来控制容量小于 7.5 kW 的电动机作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 500 V 以下，额定电流不超过 60 A。它由动触片（闸刀）、静触片（刀座）、绝缘底板和胶盖等部分组成。图 1-1 所示为 HK 系列刀开关的结构及在电路图中的图形符号。

安装刀开关时，电源线应接在静触片上，负载线应接在动触片的下侧，若有熔丝的刀开关，负载线应接在动触片下侧熔丝的另一端，这样当切断电源时，裸露在外面的动触片和熔

丝不带电。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。

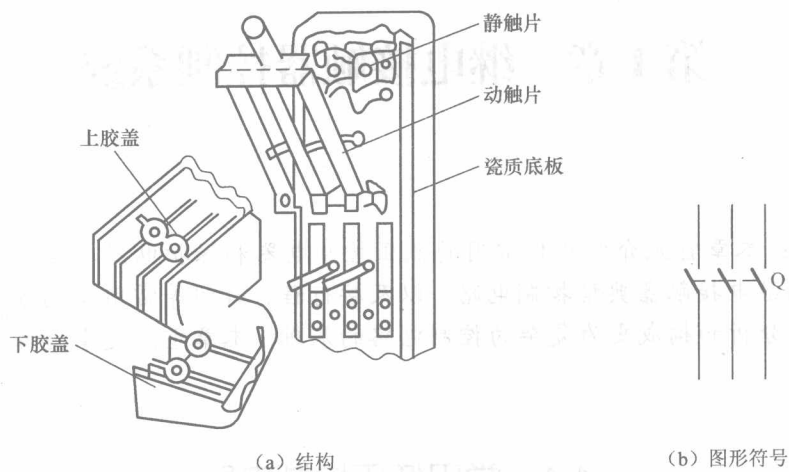


图 1-1 刀开关的结构和图形符号

1.1.2 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，也用来控制小型笼式异步电动机起动、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 所示为组合开关的结构和图形符号。

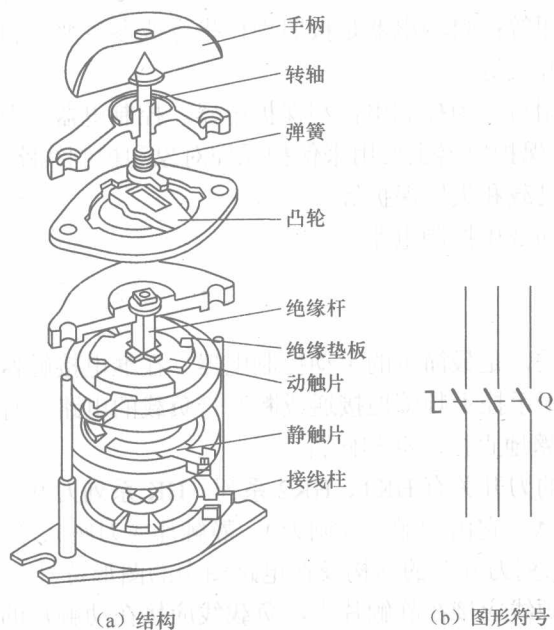


图 1-2 组合开关的结构与图形符号

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。

1.1.3 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 是按钮的外形图、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、复位弹簧等部分。动合触点(也称常开触点)是指按钮未被按下时就是断开的触点,动断触点(也叫常闭触点)是指按钮未被按下时就是闭合的触点。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位置,常开触点先断开,常闭触点后闭合。按钮在切换过程中的“先断后合”的特点,可用来实现控制电路中的连锁要求。

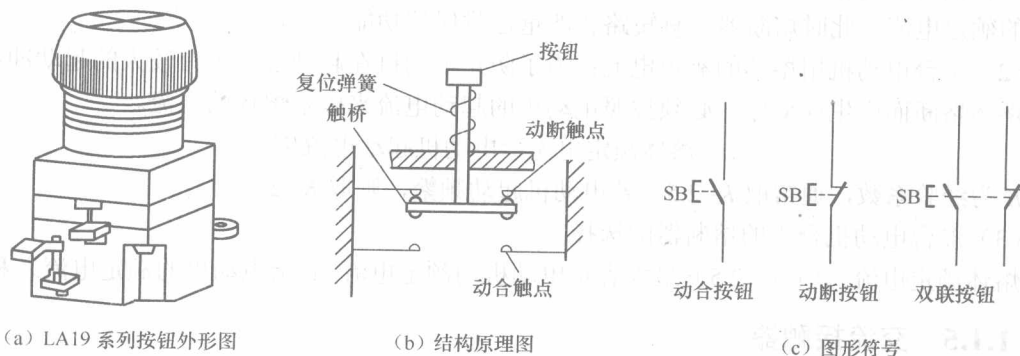


图 1-3 按钮的外形图、结构原理图及图形符号

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称双联按钮。

1.1.4 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。

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,从而达到了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发生短路或严重过载时能很快熔断。熔体额定电流的选择主要考虑以下因素。

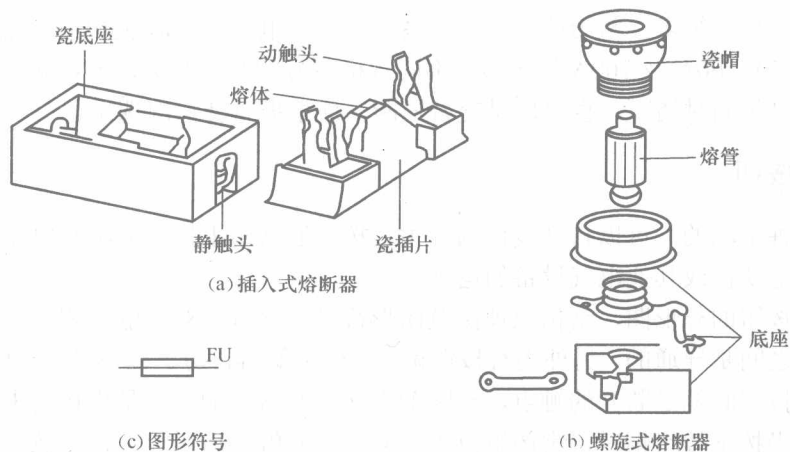


图 1-4 熔断器的结构和图形符号

(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) 单台电动机用熔体的额定电流：为了防止电动机在起动过程中有较大的起动冲击电流将熔体熔断而产生误动作，必须按照电动机的起动电流来确定熔体的电流。

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

K 为经验系数，通常取 $K=2.5$ ，若电动机起动频繁，则取 $K=2$ 。

(3) 多台电动机合用的熔断器的选择

$$\text{熔体额定电流} = (1.5 \sim 2.5) \text{ 最大容量电动机的额定电流} + \text{其余电动机的额定电流之和}$$

1.1.5 交流接触器

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) 所示为交流接触器的主要结构图和图形符号。

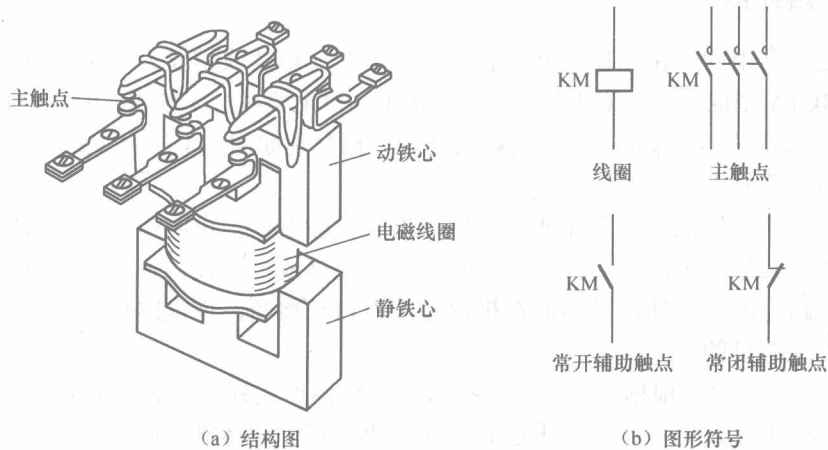


图 1-5 交流接触器的结构图和图形符号

交流接触器主要由电磁铁和触点组成。电磁铁包括线圈、静铁心和动铁心，当线圈通电，产生电磁吸力，将动铁心吸合，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，常闭触点后断开。

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，常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 系列的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。

1.1.6 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，常用来作为电动机的过载保护。图 1-6 (a) 和 (b) 所示分别为热继电器的结构图和图形符号。

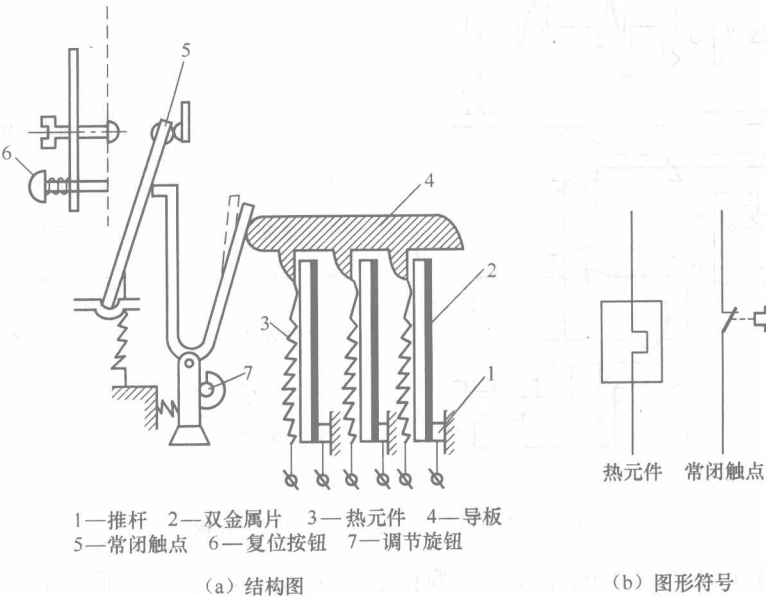


图 1-6 热继电器的结构图和图形符号

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，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按压复位按钮后才能使继电器复位，自动复位的热继电器能自动复位。

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。

1.1.7 时间继电器

时间继电器是一种接受控制信号后，它的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、电磁式及电子式等。在继电接触控制电路中用得较多的是空气式时间继电器，它是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。

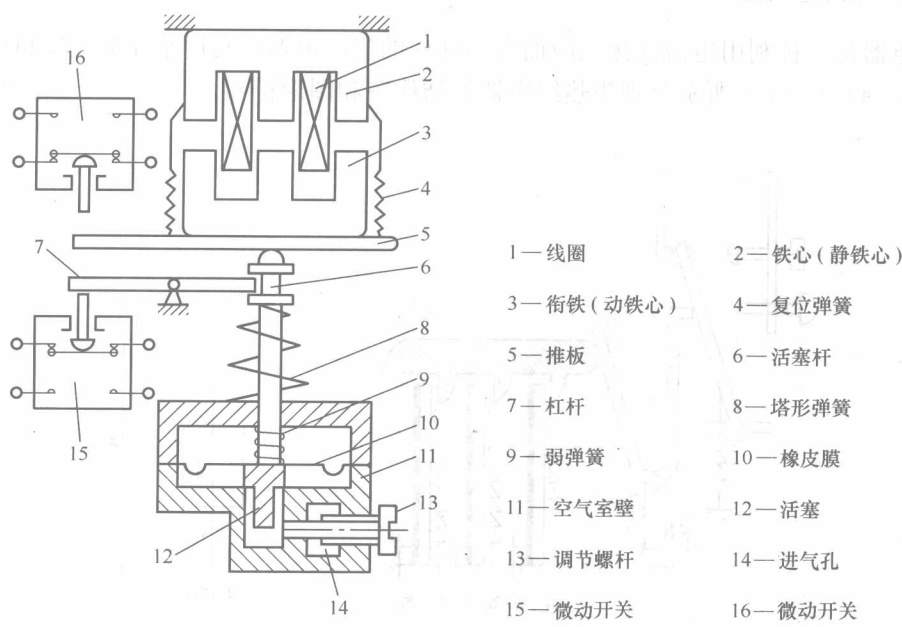


图 1-7 通电延时空气式时间继电器的原理结构图

当吸引线圈 1 通电产生电磁吸力，静铁心 2 将动铁心衔铁 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 向上移动，由于橡皮膜下方空气室中空气稀薄而形成负压，因此活塞杆 6 不能迅速上移。当空气由进气孔 14 进入时，活塞杆 6 才能逐渐上移。经过一定时间后，活塞杆移到最上端时，在杠杆 7 的作用下微动开关 15 才动作，其常闭触点断开（称延时断开的常闭触点），常开触点闭合（称延时闭合的常开触点）。从线圈通电开始到延时动作的触点动作后为止，这段时间间隔就是时间继电器的延时时间。延时时间的长短可通过调节螺杆 13 调节进气孔的大小来改变。JS7 和 JS16 系列空气式时间继电器的延时调节范围有 0.4~60s 和 0.4~180s 两种。