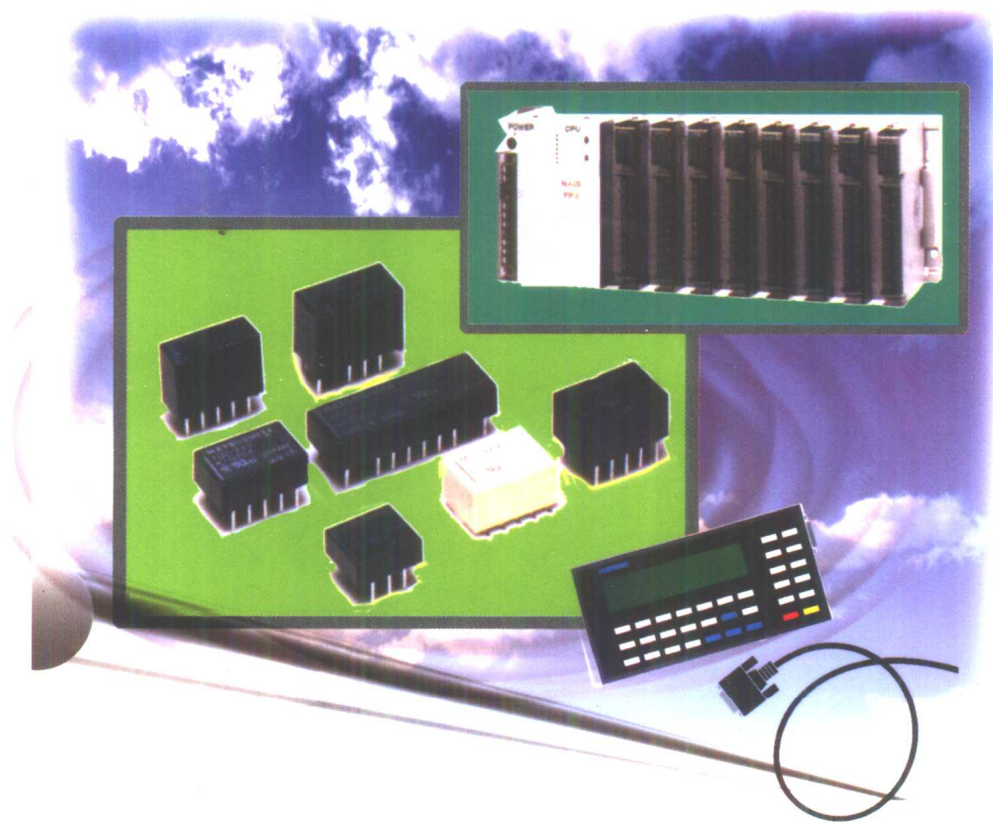


· 高等学校专业教材 ·

电气控制及可编程序控制器

· 张凤珊 主编 ·



 中国轻工业出版社

高等学校专业教材

电气控制及可编程序控制器

张凤珊 主编

 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

电气控制及可编程序控制器/张凤珊主编. —北京: 中国轻工业出版社, 1999. 4 (2001. 2 重印)
高等学校专业教材
ISBN 7-5019-2296-9

I. 电… II. 张… III. ①电气控制-高等学校-教材②可编程序控制器-高等学校-教材 IV. TP332. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 01908 号

责任编辑: 孟寿萱 责任终审: 滕炎福 封面设计: 崔 云
版式设计: 赵益东 责任校对: 郎静瀛 责任监印: 胡 兵

*

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

联系电话: 010-65241695

印 刷: 中国人民警官大学印刷厂印刷

经 销: 各地新华书店

版 次: 1999 年 4 月第 1 版 2001 年 2 月第 3 次印刷

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 23

字 数: 531 千字 印数: 6 001—9 000

书 号: ISBN 7-5019-2296-9/TP·047 定价: 34.50 元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

前 言

根据全国普通高校轻工、食品类教学指导委员会自动化专业教学指导组审定的电气控制和可编程序控制器课程的教学基本要求,《轻工自动化专业“九五”教材建设规划》确定我们编写这本专业课教材。在编写中充分考虑了教学需要和电气控制技术的发展与实际应用,注意精选内容,力求做到既结合生产实际,突出应用,又便于教学,着重基本原理与分析方法,还要深入浅出,通俗易懂,便于自学。

针对过去在安排教学时,有在电气控制课中对可编程序控制器作一般性介绍,在计算机控制技术课中又作简要讲述,还专门设可编程序控制器课程内容重复的情形,本书较全面、系统地介绍了可编程序控制器及其应用技术,详细介绍了欧姆龙、松下电工、三菱公司常用小型 PLC 的特性、系统组成、指令系统、编程器及使用,还编写了三种机型的实验指导书供各校根据教学需要选择内容。这是本书的一个特点,不仅节省学时,也是进行教学改革与课程建设的有益尝试。

本书可作为高等学校工业自动化、电气工程及其自动化、计算机科学与技术、机电一体化等专业的教材,也可供有关专业的技术人员参考。

本书由天津轻工业学院张凤珊主编,并编写第五、六章,第一篇小结及习题,第二篇小结及习题,第三篇。天津轻工业学院孙振环编写第一、二、三章,山东轻工业学院李秀荣编写第四、八章及综合设计实例的一、二例,西北轻工业学院党宏社编写第七章,大连轻工业学院祖龙起编写第九、十章。全书由张凤珊统稿,北京轻工业学院刘载文主审。

北京轻工业学院王礼信教授审阅了全稿。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,敬请读者指正。

编者

目 录

第一篇 电 气 控 制

第一章 常用低压电器	(1)
第一节 接触器	(2)
一、结构和工作原理.....	(2)
二、交、直流接触器的特点.....	(3)
三、技术参数.....	(3)
第二节 继电器	(4)
一、电压、电流继电器.....	(5)
二、中间继电器.....	(6)
三、时间继电器.....	(7)
四、热继电器.....	(9)
五、速度继电器.....	(10)
第三节 熔断器	(12)
一、熔断器的工作原理.....	(12)
二、常用熔断器的种类及技术数据.....	(12)
三、熔断器的选择.....	(13)
第四节 低压隔离器	(14)
一、刀开关.....	(14)
二、组合开关.....	(15)
第五节 低压断路器	(16)
第六节 主令电器	(19)
一、按钮.....	(19)
二、行程开关.....	(21)
三、凸轮控制器与主令控制器.....	(22)
第二章 电气图及电气控制线路的分析	(25)
第一节 电气图的基本知识	(25)
一、电气控制系统图中的图形符号和文字符号.....	(25)
二、电气原理图.....	(26)
三、电器元件布置图.....	(31)
四、电气接线图.....	(32)
第二节 电气控制线路分析基础	(33)
一、电气控制线路分析的内容.....	(33)

二、电气原理图阅读分析的方法	(33)
第三章 继电接触控制系统的基本控制电路	(41)
第一节 电动机控制的基本环节	(41)
一、起动、停止控制线路	(41)
二、点动控制线路	(42)
三、多地控制线路	(43)
四、可逆运行控制线路	(43)
第二节 按连锁控制的规律	(44)
第三节 按控制过程的变化参量进行控制的规律	(45)
一、时间原则控制	(45)
二、速度原则控制	(51)
三、电流原则控制	(54)
四、行程原则控制	(55)
五、电液控制	(56)
第四节 电动机控制的保护环节	(60)
一、短路保护	(60)
二、过电流保护	(61)
三、过载保护	(61)
四、零电压和欠电压保护	(61)
五、弱磁保护	(62)
第四章 电气控制设计基础	(63)
第一节 电气控制系统设计的基本原则和内容	(63)
第二节 电气控制线路原理图的设计方法	(64)
一、经验设计法	(64)
二、逻辑设计法	(69)
第一篇小结	(72)
第一篇习题	(73)

第二篇 可编程序控制器 (PLC)

第五章 可编程序控制器的工作原理及组成	(76)
第一节 概述	(76)
一、PLC 的定义	(76)
二、PLC 的分类	(76)
三、PLC 的发展	(78)
第二节 可编程序控制器的基本结构及工作原理	(80)
一、PLC 的基本结构	(80)
二、PLC 的工作原理	(84)
第三节 可编程序控制器的技术指标、特点及应用	(86)

一、PLC 的基本技术指标	(86)
二、PLC 的特点	(88)
三、PLC 的应用领域	(89)
第六章 可编程序控制器的编程	(90)
第一节 可编程序控制器的编程语言	(90)
一、梯形图编程语言	(90)
二、指令语句表编程语言	(91)
三、功能块图编程语言	(92)
四、高级语言	(92)
第二节 可编程序控制器编程指导	(92)
一、两个基本概念	(92)
二、梯形图设计规则	(93)
三、编程举例	(96)
第七章 OMRON 公司 C 系列 P 型机	(99)
第一节 系统组成及特点	(99)
一、系统组成简介	(99)
二、系统特点	(99)
第二节 存储区分配及 CPU 工作流程	(104)
一、存储区分配	(104)
二、CPU 工作流程	(108)
三、扫描时序	(109)
第三节 指令系统	(111)
一、概述	(111)
二、基本指令	(111)
三、专用指令	(112)
第四节 编程器及其使用	(140)
一、编程器简介	(140)
二、编程器操作	(142)
三、基本电路的编程	(153)
第八章 松下电工 FP1 可编程序控制器	(161)
第一节 FP1 系统配置及控制特性	(161)
第二节 FP1 的存储器及其编号	(164)
一、寻址方式	(165)
二、双字 (32 位)	(167)
三、常数的设置	(167)
第三节 FP1 的指令系统	(167)
一、基本指令	(167)
二、高级指令	(173)

第四节	FP1 的特殊功能及指令	(177)
一、	设定系统寄存器，实现特殊功能	(177)
二、	控制指令	(182)
三、	智能单元	(184)
四、	通信功能	(186)
第五节	FP 编程器及其使用	(192)
一、	键盘介绍	(192)
二、	指令输入方式	(194)
三、	OP 功能的使用	(196)
第九章	三菱公司 FX 系列可编程序控制器	(202)
第一节	FX2 系列 PLC 简介	(202)
一、	基本单元与扩展单元类型	(202)
二、	FX2 系列的器件及编号	(204)
第二节	FX2 系列的指令系统	(216)
一、	基本逻辑指令	(216)
二、	常用指令	(219)
三、	功能指令	(223)
四、	步进指令	(244)
第三节	FX-20P-E 编程器及其使用	(253)
一、	概述	(253)
二、	HPP 的组成与操作面板	(253)
三、	HPP 的操作	(255)
第十章	可编程序控制器控制系统设计及应用	(268)
第一节	设计原则	(268)
一、	了解并列出现系统的工艺要求和基本流程	(268)
二、	确定控制方案	(268)
三、	系统设计	(268)
四、	系统的调试	(270)
五、	系统的试运行	(270)
第二节	机型的选择	(270)
一、	CPU 的能力	(270)
二、	I/O 点数	(271)
三、	响应速度	(272)
四、	指令功能	(273)
五、	机型选择的其他考虑	(273)
第三节	I/O 模板的选择	(274)
一、	数字量输入模板的选择	(274)
二、	数字量输出模板的选择	(275)

三、模拟量模板的选择	(276)
四、智能 I/O 模板的应用选择	(278)
第四节 系统设计文件	(280)
一、系统硬件配置图	(280)
二、模板统计表	(280)
三、I/O 硬件接口图	(280)
四、I/O 地址分配表	(281)
五、内部存储地址分配	(281)
六、控制程序清单	(281)
第五节 程序流程图的建立	(282)
一、系统设计的步骤	(282)
二、流程图的建立	(282)
三、逻辑图	(282)
第六节 综合设计实例	(283)
一、步进电机程序控制	(283)
二、机组投料程序控制	(285)
三、机械手自动操作控制	(287)
四、交通道口信号灯管理	(291)
五、液体搅拌器自控系统	(296)
六、模拟量信号的平均值滤波	(298)
七、调速电梯的自动控制	(299)
第二篇小结	(319)
第二篇习题	(320)

第三篇 实验指导书

第十一章 概述	(322)
第十二章 继电接触控制实验	(324)
第一节 三相异步电动机单方向起动停止及点动控制	(324)
第二节 三相异步电动机可逆运转控制及行程控制	(325)
第三节 三相异步电动机星—三角降压起动控制	(326)
第四节 三相异步电动机的制动控制	(327)
第十三章 可编程序控制器控制实验	(329)
第一节 PLC 演示实验	(329)
第二节 编程器键盘操作练习	(332)
第三节 基本指令练习	(340)
第四节 交通信号灯控制	(344)
第五节 电梯控制	(349)
参考文献	(358)

第一篇 电气控制

电气控制技术在生产过程、科学研究及其他各个领域的应用十分广泛。电气控制技术涉及面很广,各种电气控制设备种类繁多,功能各异,但就其控制原理、基本线路、设计基础而言是类似的。本篇主要是以电动机或其他执行电器为控制对象,介绍电气控制的基本原理、线路及设计方法,从应用角度出发,培养对电气控制系统的分析和设计的基本能力。

第一章 常用低压电器

电器对电能的生产、输送、分配与应用起着控制、调节、检测和保护的作用。在电力输配电系统和电力拖动自动控制系统中应用极为广泛。

随着电子技术、自控技术和计算机应用的迅猛发展,一些电器元件可能被电子线路所取代。但是由于电器元件本身也朝着新的领域扩展(表现在提高元件的性能,生产新型的元件,实现机、电、仪一体化,扩展元件的应用范围等),且有些电器元件有其特殊性,故是不可能完全被取代的。在今后的电气控制技术中继电器控制技术仍占有相当重要的地位。另一方面可编程序控制器(PLC)是计算机技术与继电器控制技术相结合的产物,而且 PLC 的输入、输出仍然与低压电器密切相关,因此掌握继电器控制技术也是学习和掌握 PLC 应用技术所必需的基础。

电器的功能多,用途广,品种规格繁多,为了系统地掌握,必须加以分类。

1. 按工作电压等级分

(1) 高压电器 用于交流电压 1200V、直流电压 1500V 及以上电路中的电器,例如高压断路器、高压隔离开关、高压熔断器等。

(2) 低压电器 用于交流 50Hz (或 60Hz)、额定电压 1200V 以下及直流额定电压 1500V 以下的电路内起通断、保护、控制或调节作用的电器(简称电器),例如接触器、继电器等。

2. 按动作原理分

(1) 手动电器 人手操作发出动作指令的电器,例如刀开关、按钮等。

(2) 自动电器 产生电磁吸力而自动完成动作指令的电器,例如接触器、继电器、电磁阀等。

3. 按用途分

(1) 控制电器 用于各种控制电路和控制系统的电器,例如接触器、继电器、电动机起动器等。

- (2) 配电电器 用于电能的输送和分配的电器,例如高压断路器。
- (3) 主令电器 用于自动控制系统中发送动作指令的电器,例如按钮、转换开关等。
- (4) 保护电器 用于保护电路及用电设备的电器,例如熔断器、热继电器等。
- (5) 执行电器 用于完成某种动作或传送功能的电器,例如电磁铁、电磁离合器等。

本章主要介绍电气控制系统中常用的各种低压电器的结构、工作原理和技术规格,不涉及元件的设计,而着重于应用。

第一节 接 触 器

接触器是电力拖动和自动控制系统中使用量大,涉及面广的一种低压控制电器,用来频繁地接通和分断交直流主回路和大容量控制电路。主要控制对象是电动机,能实现远距离控制,并具有欠(零)电压保护。

一、结构和工作原理

(一) 结构

接触器主要由电磁系统、触头系统和灭弧装置组成,结构简图如图 1-1 所示。

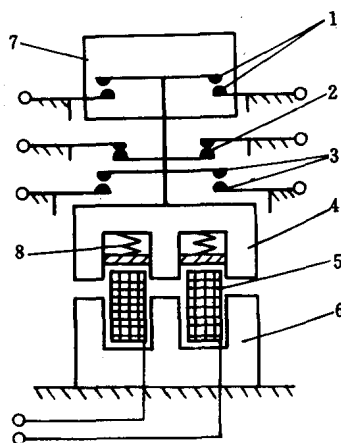


图 1-1 接触器结构简图

1—主触头 2—常闭辅助触头 3—常开辅助触头 4—动铁心 5—电磁线圈 6—静铁心 7—灭弧罩 8—弹簧

1. 电磁系统

电磁系统包括动铁心(衔铁)、静铁心和电磁线圈三部分,其作用是将电磁能转换成机械能,产生电磁吸力带动触头动作。

2. 触头系统

触头又称为触点,是接触器的执行元件,用来接通或断开被控制电路。

触头的结构形式很多,按其所控制的电路可分为主触头和辅助触头。主触头用于接通或断开主电路,允许通过较大的电流;辅助触头用于接通或断开控制电路,只能通过较小的电流。

触头按其原始状态可分为常开触头(动合触点)和常闭触头(动断触点)。原始状态时(即线圈未通电)断开,线圈通电后闭合的触头叫常开触头;原始状态时闭合,线圈通电后断开的触头叫常闭触头。线圈断电后所有触头复位,即回复

到原始状态。

3. 灭弧装置

触头在分断电流瞬间,在触头间的气隙中会产生电弧,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。常采用灭弧罩、灭弧栅和磁吹灭弧装置。

(二) 工作原理

接触器根据电磁原理工作：当电磁线圈通电后，线圈电流产生磁场，使静铁心产生电磁吸力吸引衔铁，并带动触头动作，使常闭触头断开，常开触头闭合，两者是联动的。当线圈断电时，电磁力消失，衔铁在释放弹簧的作用下释放，使触头复原，即常开触头断开，常闭触头闭合。

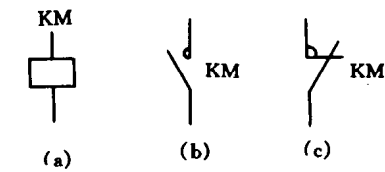


图 1-2 接触器的图形、文字符号
(a) 线圈 (b) 常开触头 (c) 常闭触头

接触器的图形符号、文字符号如图 1-2 所示。

二、交、直流接触器的特点

接触器按其主触头所控制主电路电流的种类可分为交流接触器和直流接触器。

1. 交流接触器

交流接触器线圈通以交流电，主触头接通、分断交流主电路。

当交变磁通穿过铁心时，将产生涡流和磁滞损耗，使铁心发热。为减少铁损，铁心用硅钢片冲压而成。为便于散热，线圈做成短而粗的圆筒状绕在骨架上。为防止交变磁通使衔铁产生强烈振动和噪声，交流接触器铁心端面上都安装一个铜制的短路环。

交流接触器的灭弧装置通常采用灭弧罩和灭弧栅。

2. 直流接触器

直流接触器线圈通以直流电流，主触头接通、切断直流主电路。

直流接触器铁心中不产生涡流和磁滞损耗，所以不发热。铁心可用整块钢制成。为散热良好，通常将线圈绕制成长而薄的圆筒状。

250A 以上的直流接触器采用串联双绕组线圈。

直流接触器灭弧较难，一般采用灭弧能力较强的磁吹灭弧装置。

三、技术 参 数

部分交流接触器的主要技术参数见表 1-1 和表 1-2。

表 1-1 CJ20 系列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	~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

型号意义：

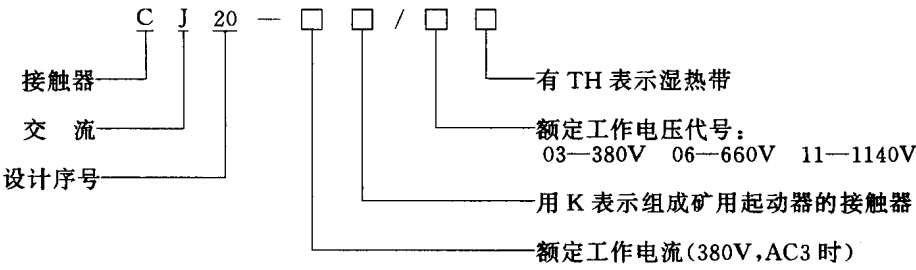


表 1-2 CJ12 系列交流接触器主要技术参数

型 号	额定电流/A	极 数	额定电压	辅助触头		线 圈
				容量	对数	
CJ12-100	100	1、3、4、5	交流 380V	交 流	6 对常开与常闭 点可任意组合	~36 127 220 380
CJ12-150	150			1000V·A/.380		
CJ12-250	250			直 流		
CJ12-400	400			90W/220		
CJ12-600	600					

选择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。
- 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。还要注意的是接触器主触头的额定工作电流是在规定条件下（额定工作电压、使用类别、操作频率等）能够正常工作的电流值，当实际使用条件不同时，这个电流值也将随之改变。
- 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。
- ⑥主触头和辅助触头的数量应能满足控制系统的需要。

第二节 继 电 器

继电器主要用于控制与保护电路中作信号转换用。它具有输入电路（又称感应元件）和输出电路（又称执行元件），当感应元件中的输入量（如电流、电压、温度、压力等）变化到某一定值时继电器动作，执行元件便接通和断开控制回路。

控制继电器种类繁多，常用的有电流继电器、电压继电器、中间继电器、时间继电器、热继电器以及温度、压力、计数、频率继电器等等。

电压、电流继电器和中间继电器属于电磁式继电器。其结构、工作原理与接触器相似，由电磁系统，触头系统和释放弹簧等组成。由于继电器用于控制电路，流过触头的电流小，故不需要灭弧装置。

电磁式继电器的主要特性是输入—输出特性；又称继电特性，继电特性曲线如图 1-3 所示。

继电器输入量 x 由零增至 x_2 以前，输出量 y 为零。当输入量增加到 x_2 时，继电器吸合，输出量为 y_1 ，若 x 再增大， y_1 值保持不变。当 x 减小到 x_1 时，继电器释放，输出量由 y_1 降到零。 x 再减小， y 值均为零。

图中， x_2 称为继电器吸合值，欲使继电器吸合，输入量必须等于或大于 x_2 ； x_1 称为继电器释放值，欲使继电器释放，输入量必须等于或小于 x_1 。

$k = x_1/x_2$ 称为继电器的返回系数，它是继电器重要参数之一。 k 值是可以调节的，可通过调节释放弹簧的松紧程度（拧紧时， x_1 与 x_2 同时增大， k 也随之增大；放松时， k 减小）或调整铁心与衔铁间非磁性垫片的厚薄（增厚时 x_1 增大， k 增大）来达到。不同场合要求不同的 k 值。例如一般继电器要求低的返回系数， k 值应在 0.1~0.4 之间，这样当继电器吸合后，输入量波动较大时不致引起误动作；欠电压继电器则要求高的返回系数， k 值应在 0.6 以上。如某继电器 $k = 0.66$ ，吸合电压为额定电压的 90%，则电压低于额定电压的 60% 时，继电器释放，起到欠电压保护作用。

另一个重要参数是吸合时间和释放时间。吸合时间是指从线圈接受电信号到衔铁完全吸合所需的时间；释放时间是指从线圈失电到衔铁完全释放所需的时间。一般继电器的吸合时间与释放时间为 0.05~0.15s，快速继电器为 0.005~0.05s。

电磁式继电器的图形、文字符号如图 1-4 所示。

一、电压、电流继电器

根据输入（线圈）电流大小而动作的继电器称为电流继电器。按用途还可分为过电流继电器和欠电流继电器。过电流继电器的任务是当电路发生短路及过流时立即将电路切断，因此过流继电器线圈通过小于整定电流时继电器不动作，只有超过整定电流时，继电器才动作。过电流继电器的动作电流整定范围，交流为（110%~350%） I_N ，直流为（70%~300%） I_N 。欠电流继电器的任务是当电路电流过低时立即将电路切断，因此欠电流继电器线圈通过的电流大于或等于整定电流时，继电器吸合，只有电流低于整定电流时，继电器才释放。欠电流继电器动作电流整定范围，吸合电流为（30%~50%） I_N ，释放电流为（10%~20%） I_N ，欠电流继电器一般是自动复位的。

电压继电器是根据输入电压大小而动作的继电器，过电压继电器动作电压整定范围为（105%~120%） U_N ，欠电压继电器吸合电压调整范围为（30%~50%） U_N ，释放电



图 1-3 继电特性曲线

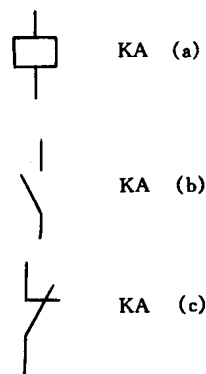


图 1-4 电磁式继电器
图形、文字符号
(a)线圈 (b)常开触头
(c)常闭触头

压调整范围为 (7%~20%) U_N 。

电流、电压继电器的文字符号分别为 KI 和 KV。

下面以 JL18 系列电流继电器为例,介绍其型号表示方法并在表 1-3 上表示其主要技术参数。

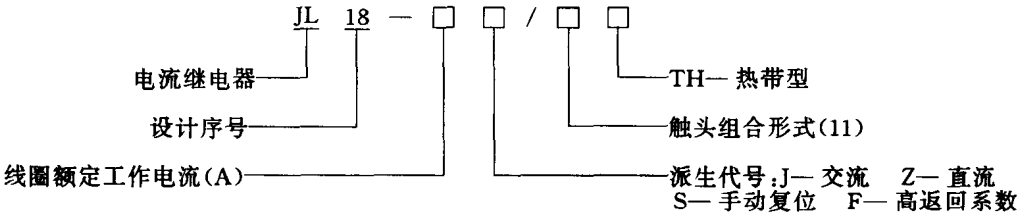


表 1-3 JL18 系列电流继电器技术参数

型 号	线圈额定值		结构特征
	工作电压/V	工作电流/A	
JL18-1.0	~380 —220	1.0	触头工作电压~380V —220V 发热电流 10A 可自动及手动复位
JL18-1.6		1.6	
JL18-2.5		2.5	
JL18-4.0		4.0	
JL18-6.3		6.3	
JL18-10		10	
JL18-16		16	
JL18-25		25	
JL18-40		40	
JL18-63		63	
JL18-100		100	
JL18-160		160	
JL18-250		250	
JL18-400		400	
JL18-630		630	

二、中间继电器

中间继电器的作用是将一个输入信号变成多个输出信号或将信号放大（即增大触头容量）的继电器。

常用的中间继电器有 JZ7 系列,以 JZ7-62 为例, JZ 为中间继电器的代号, 7 为设计序号, 有 6 对常开触头, 2 对常闭触头。表 1-4 为 JZ7 系列的主要技术数据。

新型中间继电器触头闭合过程中动、静触头间有一段滑擦、滚压过程,可以有效地清除触头表面的各种生成膜及尘埃,减小了接触电阻,提高了接触可靠性,有的还装了

防尘罩或采用密封结构，也是提高可靠性的措施。有些中间继电器安装在插座上，插座有多种型式可供选择，有些中间继电器可直接安装在导轨上，安装和拆卸均很方便。常用的有 JZ18、MA、K、HH5、RT11 等系列。

表 1-4 JZ7 系列中间继电器的技术数据						
型 号	触点额定电压/V	触点额定电流/A	触点对数		吸引线圈电压 /V	额定操作频率 /次·h ⁻¹
			常开	常闭		
JZ7-44	500	5	4	4	交流 50Hz 时 12、36、127、 220、380	1200
JZ7-62			6	2		
JZ7-80			8	0		

三、时间继电器

时间继电器有空气式、电动式、电子式等多种，是一种按照时间原则进行控制的继电器。

1. 空气式时间继电器

它由电磁机构、工作触头及气室三部分组成，它的延时是靠空气的阻尼作用来实现的。常见的型号有 JS7-A 系列，按其控制原理有通电延时和断电延时两种类型。

图 1-5 为 JS7-A 型空气阻尼式时间继电器的工作原理图。

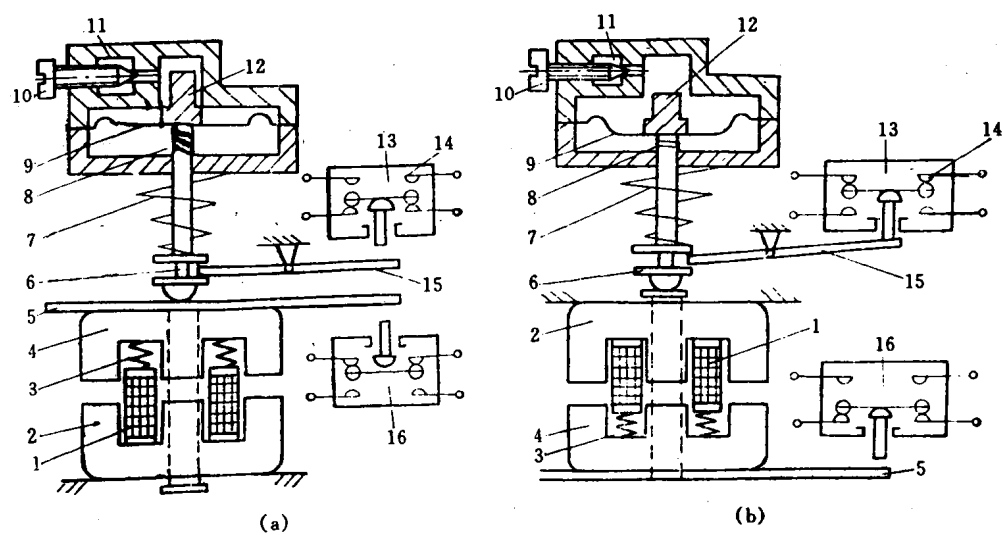


图 1-5 JS7-A 系列时间继电器工作原理图

(a) 通电延时型 (b) 断电延时型

1—线圈 2—静铁心 3、7、8—弹簧 4—衔铁 5—推板 6—顶杆 9—橡皮膜
10—螺钉 11—进气孔 12—活塞 13、16—微动开关 14—延时触头 15—杠杆

当通电延时型时间继电器电磁铁线圈 1 通电后, 将衔铁吸下, 于是顶杆 6 与衔铁间出现一个空隙, 当与顶杆相连的活塞在弹簧 7 作用下由上向下移动时, 在橡皮膜上面形成空气稀薄的空间 (气室), 空气由进气孔逐渐进入气室, 活塞因受到空气的阻力, 不能迅速下降, 在降到一定位置时, 杠杆 15 使触头 14 动作 (常开触点闭合, 常闭触点断开)。线圈断电时, 弹簧使衔铁和活塞等复位, 空气经橡皮膜与顶杆 6 之间推开的气隙迅速排出, 触点瞬时复位。

断电延时型时间继电器与通电延时型时间继电器的原理与结构均相同, 只是将其电磁机构翻转 180° 安装。

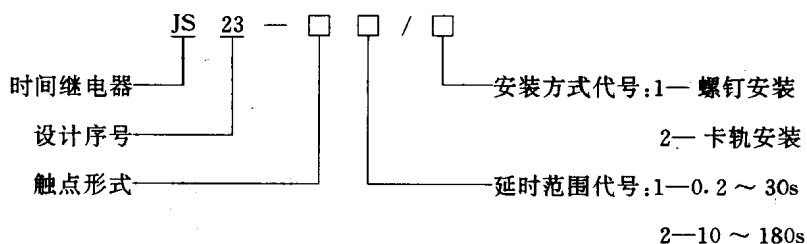
空气阻尼式时间继电器延时时间有 0.4~180s 和 0.4~60s 两种规格, 具有延时范围较宽, 结构简单, 工作可靠, 价格低廉, 寿命长等优点, 是机床交流控制线路中常用的时间继电器。

表 1-5 为 JS7-A 型空气阻尼式时间继电器技术数据, 其中 JS7-2A 型和 JS7-4A 型既带有延时动作触头, 又带有瞬时动作触头。

表 1-5 JS7-A 型空气阻尼式时间继电器技术数据

型 号	触点额定容量		延时触点对数				瞬时动作触点数量		线圈电压 /V	延时范围 /s
	电压 /V	电流 /A	线圈通电延时		断电延时					
			常开	常闭	常开	常闭	常开	常闭		
JS7-1A	380	5	1	1					交流 36、 127、220、 380	0.4~60 及 0.4 ~ 180
JS7-2A			1	1			1	1		
JS7-3A					1	1				
JS7-4A					1	1	1	1		

我国生产的新产品 JS23 系列, 可取代 JS7-A、B 及 JS16 等老产品。JS23 系列时间继电器的型号意义如下:



2. 电动机式时间继电器

它由同步电动机、减速齿轮机构、电磁离合系统及执行机构组成, 电动式时间继电器延时时间长, 可达数十小时, 延时精度高, 但结构复杂, 体积较大, 常用的有 JS10、JS11 系列和 7PR 系列。

3. 电子式时间继电器

早期产品多是阻容式, 近期开发的产品多为数字式, 又称计数式, 其结构是由脉冲发生器、计数器、数字显示器、放大器及执行机构组成, 具有延时时间长、调节方便、精