

电气控制与PLC

DIANQI KONGZHI YU PLC

主编 陈文娟 张立娟

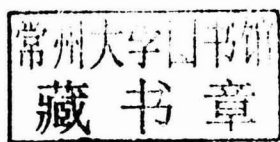


电子科技大学出版社

电气控制与PLC

DIANQI KONGZHI YU PLC

主编 陈文娟 张立娟



电子科技大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电气控制与 PLC / 陈文娟, 张立娟主编. — 成都:
电子科技大学出版社, 2015.6
ISBN 978-7-5647-3061-1

I. ①电… II. ①陈… ②张… III. ①电气控制②
plc 技术 IV. ① TM571.2 ② TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 139082 号

电气控制与 PLC

陈文娟 张立娟 主编

出 版: 电子科技大学出版社
地 址: 成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 (邮编 610051)
策划编辑: 辜守义
责任编辑: 辜守义
主 页: www.uestcp.com.cn
电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn
发 行: 新华书店经销
印 刷: 四川永先数码印刷有限公司
成品尺寸: 185mm×260mm 印张 18.25 字数 440 千字
版 次: 2015 年 6 月第一版
印 次: 2015 年 6 月第一次印刷
书 号: ISBN 978-7-5647-3061-1
定 价: 48.00 元

版权所有★侵权必究

- ◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83201495。
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

前 言

进入 21 世纪以来, PLC 控制系统的设计和应用, 已经成为工业电气控制自动化的主要技术手段和方法, 目前我国各行各业的应用非常广泛。为了适应社会主义建设和当前经济转型阶段的技术改造的需要, 需要使高等工科院校的学生能够尽快地学习和掌握 PLC 技术, 培养就业和创业需要的技能, 为此, 我们依据积累多年的 PLC 教学和实践应用经验, 编写了本教材。

本书是针对高等院校工程应用型专业编写的教材。学生通过理论学习, 掌握简单可编程序控制器的基本工作原理和分析方法; 通过技能训练, 提高对电动机实际操作的综合能力。使学生具备电专业高素质劳动者和机电工程技术所必需的电动机基本知识及基本技能, 为学习专业知识和职业技能、提高全面素质、增强适应岗位变化的能力和继续学习的能力打下一定的基础。

电气控制与 PLC 应用技术是一门理论和实践紧密结合的课程, 本书在编写过程中从高等教育培养应用型技术人才这一目标出发, 以可编程序控制器课程教学基本要求为依据, 以应用为目的, 以必需、够用为度, 尽量降低专业理论的重心。

由于编者水平有限, 加上时间仓促, 书中难免存在疏漏之处, 恳请使用本书的老师和同学批评指正。

目 录

第1章 常用低压电器	(1)
1.1 概述	(1)
1.2 接触器	(3)
1.3 继电器	(8)
1.4 熔断器	(22)
1.5 低压开关和低压断路器	(26)
1.6 主令电器	(39)
第2章 可编程控制器	(48)
2.1 概述	(48)
2.2 可编程序控制器的组成及工作原理	(52)
2.3 S7-300/400 的硬件基础	(61)
2.4 S7-300/400 的信号模块与功能模块	(77)
2.5 硬件组态	(88)
第3章 三相异步电动机基本电气控制线路	(103)
3.1 电动机单向运行控制线路	(103)
3.2 三相异步电动机启动控制	(118)
3.3 三相异步电动机制动控制	(124)
3.4 三相异步电动机的调速控制	(127)
3.5 电气控制线路的设计方法	(128)
第4章 S7-300/400 的编程基础与 STEP 7 的使用	(142)
4.1 PLC 的编程语言	(142)
4.2 位逻辑指令	(146)
4.3 STEP7 在编程与调试中的应用	(157)
第5章 S7-300/400 在模拟量控制中的应用	(171)
5.1 模拟量闭环控制与 PID 控制器	(171)
5.2 连续 PID 控制器 FB 41	(181)
5.3 PID 控制器的参数整定方法	(185)

► 电气控制与 PLC

第 6 章 S7-300/400 数字量控制系统设计与应用·····	(190)
6.1 经验设计法 ·····	(190)
6.2 顺序控制设计法与顺序功能图 ·····	(197)
6.3 具有多种工作方式的系统的顺序控制编程方法 ·····	(205)
6.4 顺序功能图语言 S7-Graph 的应用 ·····	(213)
第 7 章 S7-300/400 系列 PLC 的通信功能 ·····	(232)
7.1 S7 通信的分类 ·····	(232)
7.2 MPI 网络 ·····	(233)
7.3 PROFIBUS 网络 ·····	(246)
7.4 工业以太网 ·····	(255)
7.5 点对点通信 ·····	(259)
7.6 ASMi 网络 ·····	(267)
参考文献·····	(274)

第 1 章 常用低压电器

1.1 概述

1.1.1 电器的定义

1. 电器

电器是一种能够根据外界信号的要求，手动或自动地接通或断开电路，实现断续或连续地改变电路参数或状态，以达到对电路或非电对象的控制、切换、保护、检测、变换和调节作用的电气设备。简言之，电器就是用于控制电的设备。

电器是一种“受控制”的电气设备。所谓“受控制”，是指电器的工作状况受某种外部信号（如机械力、电力或其他物理量）的控制。因此，电器必须有反映或接收这些外部信号的装置，这种能够接收外部信号的装置称为电器的感测机构。电器又是一种“控制”设备，电器接收外界信号的目的是通过自身工作状态的改变去控制其他用电设备或非电对象的工作情况，因此，对于其他用电设备或非电对象来说，电器控制着它们的用电情况。电器上用以控制其他设备或非电对象工作状况的机构称为电器的执行机构。感测机构和执行机构是电器的两大组成部分。

2. 高压电器与低压电器

电器按其工作电压等级可分成高压电器和低压电器。

高压电器是用于交流额定电压 1200V、直流额定电压 1500V 及以上电路中的电器，如高压断路器、高压隔离开关、高压熔断器等。低压电器通常是指用于交流 50Hz（或 60Hz）额定电压 1200V 以下、直流额定电压 1500V 以下的电路中起通断、保护、控制或调节作用的电器，如接触器、继电器、低压断路器等。

1.1.2 低压电器的分类

低压电器的用途广泛，作用多样，品种规格繁多，原理结构各异，可从以下几个方面进行分类。

1. 按操作方式分类

按操作方式的不同，可将低压电器分为自动电器和非自动电器两大类。

(1) 非自动控制电器。

依靠外力（如人力）直接操作才能完成电路的接通、分断等任务的电器称为非自动控制电器（或称手动电器），如刀开关、按钮和转换开关等。

► 电气控制与 PLC

(2) 自动控制电器。

不需人工直接操作，依靠本身参数的变化或外来信号（包括电的或非电的信号）的作用，自动完成接通、分断电路任务的电器称为自动电器，如低压断路器、接触器和继电器等。

2. 按用途分类

按用途的不同，低压电器可分为配电电器、控制电器、保护电器和执行电器等。

(1) 低压配电电器。

这类电器主要用于低压供、配电系统中进行电能输送和分配，包括刀开关、低压断路器、熔断器、自动开关等。主要技术要求是工作可靠，分断能力强，有足够的热稳定性和动稳定性，在系统发生故障的情况下能起保护作用。

(2) 低压控制电器。

这类电器主要用于各种控制电路和控制系统中，包括接触器、继电器、控制器、控制按钮、行程开关、电磁阀、主令电器和万能转换开关等。主要技术要求是工作可靠，电气和机械寿命长，操作频率高等。

(3) 低压保护电器。

这类电器主要用于对电路及用电设备进行保护，如熔断器、热继电器、电压继电器、电流继电器等。对这类电器的要求是可靠性高，反应灵敏，具有一定的通断能力。

(4) 低压执行电器。

低压执行电器指用于完成某种动作或传送功能的电器，如电磁铁、电磁离合器等。

3. 按执行机构分类

低压电器按有无触点结构又可分为有触点电器和无触点电器两大类。

(1) 有触点电器。

这类电器的执行机构是触点，利用触点的闭合与分断来实现被控电路的接通和断开，如接触器、低压断路器等。

(2) 无触点电器。

这类电器的执行机构是电子器件，通过控制电子器件的导通与截止来实现被控电路的接通和断开，如接近开关、光电开关等。

目前有触点的电器仍占多数，随着电子技术的发展，无触点电器的应用也日趋广泛。

4. 按工作原理分类

按工作原理的不同，可将低压电器分为电磁式电器和非电量控制电器。

(1) 电磁式电器。

这类电器是指根据电磁感应原理来工作的电器，如交直流接触器、电磁式继电器等。

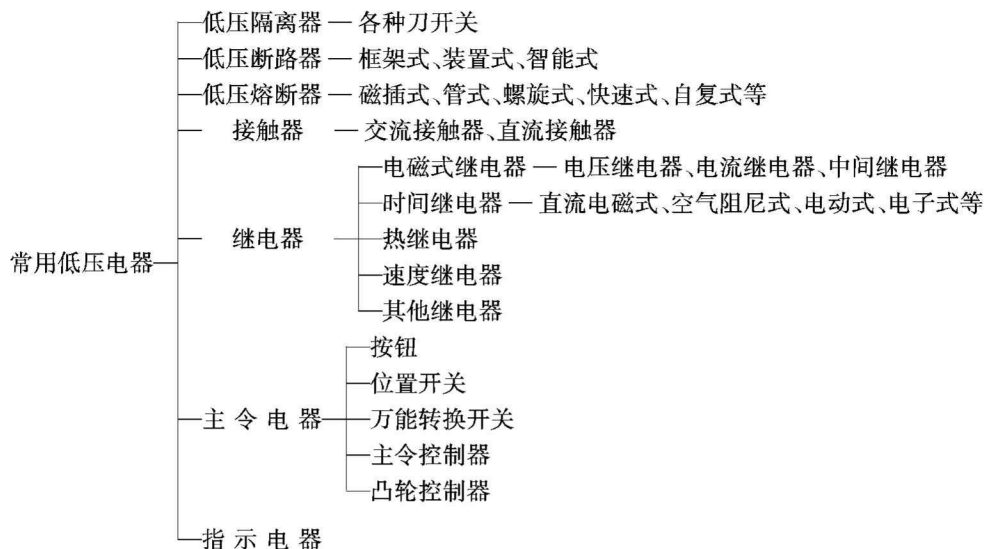
(2) 非电量控制电器。

这类电器的工作是靠外力或非电物理量的变化而动作的电器，如刀开关、行程开关、按钮、速度继电器、压力继电器和温度继电器等。

1.1.3 电气控制系统中常用的低压电器

低压电器是组成电气控制系统和设备的基础元件，使用面广且用量巨大。电力拖动自

动控制系统中常用的低压电器主要有：



应该指出，随着电子技术、计算机技术和信息技术的发展，低压电器的发展不论从质量上还是理念上都发生了前所未有的变化，新的产品不断涌现。低压电器正在朝着高性能、高可靠性、小型化、电子化、智能化、网络化、通信化、模块化、组合化的方向发展。特别是现场总线系统发展与应用从根本上改变传统的低压配电与控制系统及其装置，给传统低压电器带来了革命性变化，使低压电器产品功能发生了质的飞跃。其特征是：产品中装有微处理器；产品带有通信接口，能与现场总线连接；采用标准化的结构，具有互换性，采用模数化结构；保护功能齐全，具有外部故障记录显示、内部故障自诊断、进行双向通信等。

本章主要介绍常用的低压电器，重点介绍技术先进、符合国际电工委员会（IEC）标准的电器产品，为正确地使用这些器件以及后续课程的学习打好基础。

1.2 接触器

接触器是一种用来频繁地接通和断开（交、直流）负荷电流的电磁式自动切换电器，主要用于控制电动机、电焊机、电容器组等设备，具有低压释放的保护功能，适用于频繁操作和远距离控制，是电力拖动自动控制系统中使用最广泛的电气元器件之一。

接触器按其分断电流的种类可分为直流接触器和交流接触器；按其主触点的极数可分为单极、双极、三极、四极、五极等几种，其中单极、双极多为直流接触器。

接触器按流过主触点电流性质的不同，可分为交流接触器和直流接触器；而按电磁结构的操作电源不同，可分为交流励磁操作和直流励磁操作的接触器两种。

1.2.1 接触器的结构及工作原理

1. 交流接触器的结构

交流接触器主要由电磁机构、触点系统、灭弧装置和其他辅助部件4大部分组成。结

► 电气控制与 PLC

结构示意图如图 1-1 所示。

(1) 电磁机构。电磁机构由线圈、铁芯和衔铁组成，用作产生电磁吸力，带动触点动作。

(2) 触点系统。触点分为主触点及辅助触点。主触点用于接通或断开主电路或大电流电路，一般为三极。辅助触点用于控制电路，起控制其他元件接通或断开及电气联锁作用，常用的常开、常闭触点各两对；主触点容量较大，辅助触点容量较小。辅助触点结构上通常常开和常闭是成对的。当线圈得电后，衔铁在电磁吸力的作用下吸向铁芯，同时带动触点移动，使其与常闭触点的静触点分开，与常开触点的静触点接触，实现常闭触点断开，常开触点闭合。辅助触点不能用来断开主电路。主、辅触点一般采用桥式双断点结构。

(3) 灭弧装置。容量较大的接触器都有灭弧装置。对于大容量的接触器，常采用窄缝灭弧及栅片灭弧；对于小容量的接触器，采用电动力吹弧、灭弧罩等。

(4) 其他辅助部件。包括反力弹簧、缓冲弹簧、触点压力弹簧、传动机构、支架及底座等。

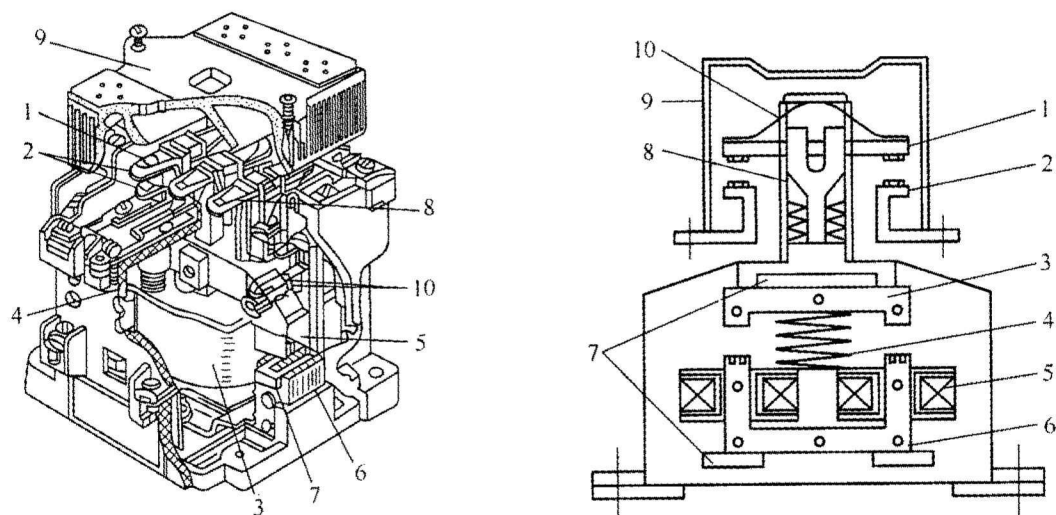


图 1-1 CJ20 系列交流接触器结构示意图

1-动触点；2-静触点；3-衔铁；4-弹簧；5-线圈；6-铁芯；7-垫毡；8-触点弹簧；9-灭弧罩；10-触点压力弹簧

2. 交流接触器的工作原理

接触器的工作原理是：当吸引线圈得电后，线圈电流在铁芯中产生磁通，该磁通对衔铁产生克服复位弹簧反力的电磁吸力，使衔铁带动触点动作。触点动作时，常闭触点先断开，常开触点后闭合。当线圈中的电压值降低到某一数值时（无论是正常控制还是欠电压、失电压故障，一般降至线圈额定电压的 85%），铁芯中的磁通下降，电磁吸力减小，当减小到不足以克服复位弹簧的反力时，衔铁在复位弹簧的反力作用下复位，使主、辅触点的常开触点断开，常闭触点恢复闭合。这也是接触器的失压保护功能。

3. 直流接触器

直流接触器主要用于控制直流电压至 440V、直流电流至 1600A 的直流电力线路，常

用于频繁地操作和控制直流电动机。直流接触器的结构和工作原理与交流接触器基本相同，在结构上也是由电磁机构、触点系统、灭弧装置等组成，但也有不同之处。如直流接触器线圈中通过的是直流电，产生的是恒定的磁通，不会在铁芯中产生磁滞损耗和涡流损耗，所以铁芯不发热。铁芯是用整块铸钢或铸铁制成的，并且由于磁通恒定，其产生的吸力在衔铁和铁芯闭合后是恒定不变的，因此在运行时没有振动和噪声，所以在铁芯上不需要安装短路环。

直流接触器的结构和工作原理与交流接触器基本相同。在直流接触器运行时，电磁机构中只有线圈产生热量，为了使线圈散热良好，通常将线圈绕制成长而薄的圆筒形，没有骨架，与铁芯直接接触，便于散热。直流接触器的主触点在分断大的直流电时，产生直流电弧，较难熄灭，一般采用灭弧能力较强的磁吹式灭弧。直流接触器的外形如图 1-2 所示。

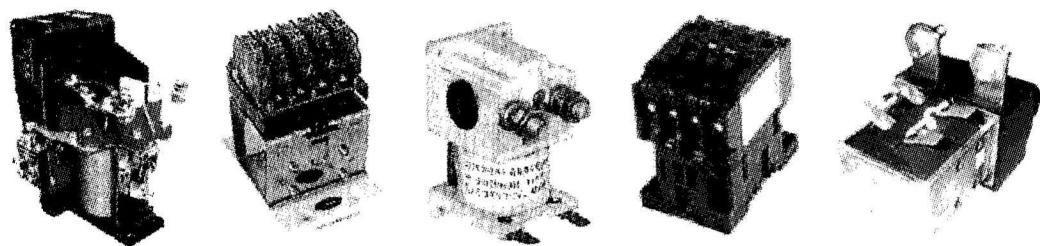
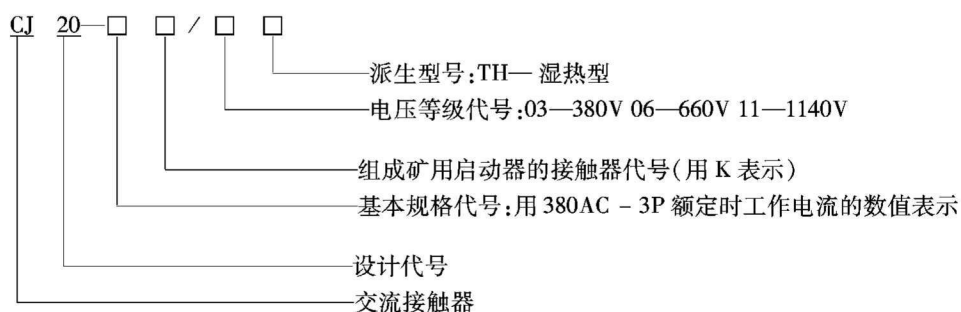


图 1-2 直流接触器

1.2.2 接触器的型号及主要技术数据

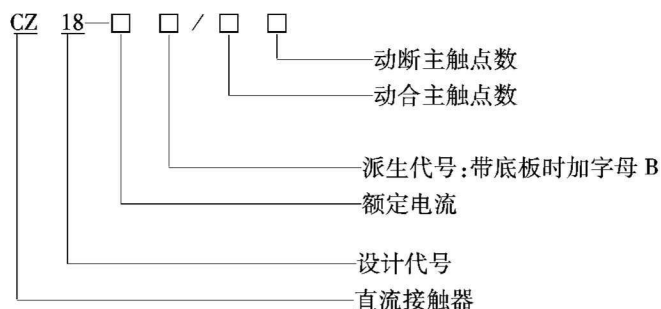
目前，我国常用的交流接触器主要有 CJ20、CJX1、CJX2、CJ24 等系列；引进产品应用较多的有德国 BBC 公司的 B 系列、西门子公司的 3TB 和 3TF 系列，法国 TE 公司的 LC1 和 LC2 系列等；常用的直流接触器有 CZ18、CZ21、CZ22、CZ10、CZ2 等系列。

CJ20 系列交流接触器的型号含义如下：



CZ18 系列直流接触器的型号含义如下：

► 电气控制与 PLC



(1) 额定电压。接触器铭牌上标注的额定电压是指主触点的额定电压。交流接触器常用的额定电压等级有 110V、220V、380V、500V 等；直流接触器常用的额定电压等级有 110V、220V 和 440V。

(2) 额定电流。接触器铭牌上标注的额定电流是指主触点的额定电流，即允许长期通过的最大电流：交流接触器常用的额定电流等级有 5A、10A、20A、40A、60A、100A、150A、250A、400A、600A。

(3) 线圈的额定电压。交流接触器线圈常用的额定电压等级有 36V、110V、220V 和 380V；直流接触器线圈常用的额定电压等级有 24V、48V、220V 和 440V。

(4) 额定操作频率。指每小时的操作次数（次/h）。交流接触器最高为 600 次/h，而直流接触器最高为 1200 次/h。操作频率直接影响到接触器的电寿命和灭弧罩的工作条件，对于交流接触器还影响到线圈的温升。选用时一般交流负载用交流接触器，直流负载用直流接触器，但交流负载在频繁动作时可采用直流线圈的交流接触器。

(5) 接通和分断能力。指主触点在规定条件下能可靠地接通和分断电流值。在此电流值下，接通时主触点不应发生熔焊；分断时主触点不应发生长时间燃弧。电路中超出此电流值的分断任务则由熔断器、自动开关等保护电器承担。

另外，接触器还有使用类别的问题。这是由于接触器用于不同负载时，对主触点的接通和分断能力的要求不一样，而不同类别接触器是根据其不同控制对象（负载）的控制方式所规定的。根据低压电器基本标准的规定，接触器的使用类别比较多，其中，在电力拖动控制系统中，接触器常见的使用类别及其典型用途如表 1-1 所示。

表 1-1 接触器的使用类别及典型用途

电流种类	使用类别代号	典型用途
AC	AC-1	无感或微感负载、电阻炉
	AC-2	绕线式电动机的启动和中断
	AC-3	笼型电动机的启动和中断
	AC-4	笼型电动机的启动、反接制动、反向和点动
DC	DC-1	无感或微感负载、电阻炉
	DC-3	并励电动机的启动、反接制动、反向和点动
	DC-5	串励电动机的启动、反接制动、反向和点动

接触器的使用类别代号通常标注在产品的铭牌或工作手册中。表 1-1 中要求接触器主触点达到的接通和分断能力为：AC-1 和 DC-1 类允许接通和分断额定电流；AC-2、DC-3 和 DC-5 类允许接通和分断 4 倍的额定电流；AC-3 类允许接通 6 倍的额定电流和

分断额定电流；AC-4类允许接通和分断6倍的额定电流。

1.2.3 接触器的图形符号和文字符号

接触器的图形符号和文字符号如图1-3所示，要注意的是，在绘制电路图时同一电器必须使用同一文字符号。

1.2.4 接触器的选择与使用

在选用交流接触器时应注意两点：第一，主触头的额定电流应等于或大于电动机的额定电流；第二，所用接触器线圈额定电压必须与线圈所接入的控制回路电压相符。

(1) 接触器的类型选择。根据接触器所控制负载的轻重和负载电流的类型，来选择交流接触器或直流接触器。

(2) 额定电压的选择。接触器的额定电压应大于或等于负载回路的电压。

(3) 额定电流的选择。接触器的额定电流应大于或等于被控回路的额定电流。对于电动机负载可按式计算：

$$I_c = \frac{P_N \times 10^3}{KU_N}$$

式中： I_c ——流过接触器主触点的电流（A）；

P_N ——电动机的额定功率（kW）；

U_N ——电动机的额定电压（V）；

K ——经验系数，一般取1~1.4。

选择接触器的额定电流应大于等于 I_c 。接触器如使用在电动机频繁启动、制动或正反转的场合，一般将接触器的额定电流降一个等级来使用。

(4) 吸引线圈的额定电压选择。吸引线圈的额定电压应与所接控制电路的额定电压相一致。对简单控制电路可直接选用交流380V、220V电压，对复杂、使用电器较多的控制电路，应选用110V或更低控制电压。

(5) 接触器的触点数量、种类选择。接触器的触点数量和种类应根据主电路和控制电路的要求选择。如辅助触点的数量不能满足要求时，可通过增加中间继电器的方法解决。

接触器安装前应检查线圈额定电压等技术数据是否与实际相符，并要将铁芯极面上的防锈油脂或黏接在极面上的锈垢用汽油擦净，以免多次使用后被油垢黏住，造成接触器断电时不能释放。然后再检查各活动部分（应无卡阻、歪曲现象）和各触点是否接触良好。另外，接触器一般应垂直安装，其倾斜角不得超过 5° 。注意，不要把螺钉等其他零件掉落到接触器内。

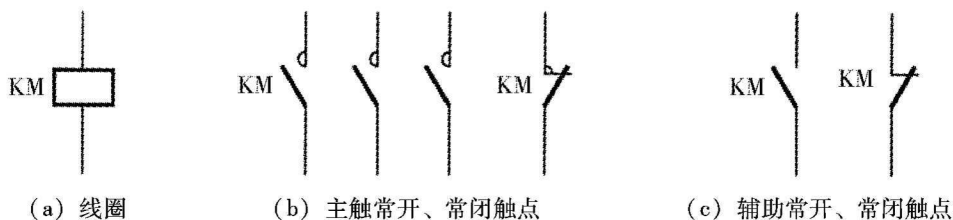


图1-3 接触器的符号

1.3 继电器

继电器是一种根据输入信息的变化、接通或断开小电流控制电路、实现自动控制和保护作用的控制电器。继电器由感测机构、中间机构和执行机构三个基本部分组成。感测机构把感测到的信息（电量或非电量）传递给中间机构，中间机构将这一信息与预定值（整定值）进行比较，当达到整定值时，中间机构发出指令使执行机构动作，以实现电路的通断控制。

继电器的种类和形式很多，按用途可分为控制继电器和保护继电器；按工作原理可分为电磁式继电器、感应式继电器、热继电器、机械式继电器、电动式继电器和电子式继电器；按反映的参数（输入信号）可分为电流继电器、电压继电器、时间继电器、速度继电器、压力继电器；按动作时间可分为瞬时继电器（动作时间小于 0.05s）和延时继电器（动作时间大于 0.15s）；按输出形式可分为有触点继电器和无触点继电器，等等。

1.3.1 电磁式继电器

1. 电磁式继电器的结构

电磁式继电器是以电磁力为驱动力的继电器，是电气控制设备中用得最多的一种继电器。它由电磁机构、触点系统和调节装置等组成。图 1-4 所示是电磁式继电器的典型结构，其中铁芯、衔铁、线圈、反力弹簧构成电磁机构，一对动合、动断触点构成触点系统，而非磁性垫片和调节螺钉构成调节装置。电磁继电器按线圈电磁机构的不同，可分为交流电磁继电器和直流电磁继电器，按继电器反映参数的不同又分为电流继电器、电压继电器和中间继电器。

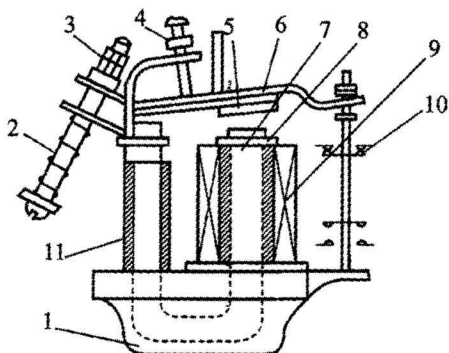


图 1-4 电磁式继电器结构图

1 - 底座；2 - 反力弹簧；3、4 - 调节螺钉；5 - 非磁性垫片；6 - 衔铁；7 - 铁芯；8 - 极靴；9 - 电磁线圈；10 - 触头系统；11 - 阻尼套管

值得一提的是，尽管继电器与接触器都是用来自动接通和断开电路，但有如下不同：

- 用途不同 继电器一般用于控制电路中，控制小电流电路，触点额定电流不大于 5A，所以不加灭弧装置；而接触器一般用于主电路中，控制大电流电路，主触点额定电流不小于 5A，需加灭弧装置。

- 反映的输入量含盖范围不同 接触器一般只能对电压的变化做出反应，而各种继电器可在相应的各种电量或非电量作用下动作。

·基本组成有区别 继电器的整定值可通过调整装置调节，接触器没有调整装置；接触器有灭弧装置，而继电器没有。

2. 电磁式继电器的特性、主要参数和整定方法

(1) 电磁式继电器的特性。

继电器的特性是指继电器输出量随输入量变化的关系，即输入/输出特性。电磁式继电器的特性，其继电特性是一条矩形曲线。图中 x_0 称为继电器的吸合值（动作值）， x_r 称为继电器的释放值（复归值），这两个值是继电器重要的动作参数。

继电器的动作参数可根据使用要求进行整定。为了反映继电器吸力特性与反力特性的配合紧密程度，引入返回系数 K ，它是继电器释放值 x_r 与吸合值 x_0 的比值。即

$$K = \frac{x_r}{x_0}$$

对于电流继电器有

$$K_I = \frac{I_r}{I_0}$$

式中： K_I 为电流返回系数； I_r 为释放电流（A）； I_0 为吸合电流（A）。

同理，电压返回系数 K_V 为

$$K_V = \frac{U_r}{U_0}$$

式中： U_r 为释放电压（V）； U_0 为吸合电压（V）。

(2) 电磁式继电器的主要参数。

- 灵敏度。使继电器动作的最小功率称为继电器的灵敏度。
- 额定电压和额定电流。对于电压继电器，其线圈额定电压为该继电器的额定电压；对于电流继电器，其线圈额定电流为该继电器的额定电流。
- 吸合电压或吸合电流：使继电器衔铁开始运动时线圈的电压（对电压继电器）或电流（对电流继电器）称为吸合电压或吸合电流，用 U_{XH} 或 I_{XH} 表示。
- 释放电压或释放电流：继电器衔铁开始释放时线圈的电压或电流，用 U_{SF} 或 I_{SF} 表示。

- 返回系数。它是继电器释放值 x_r ，与吸合值 x_0 的比值，用 K 表示。
- 吸合时间和释放时间。吸合时间是从线圈接收电信号到衔铁完全吸合所需的时间；释放时间是线圈失电到衔铁完全释放所需的时间。它们的大小影响继电器的操作频率。一般继电器的吸合时间和释放时间为 0.05 ~ 0.15s，快速继电器可达 0.005 ~ 0.05s。

- 整定值。根据控制要求，对继电器动作参数进行人为调整的值。

(3) 电磁式继电器的整定方法。

继电器在使用前，应预先将它们的吸合值和释放值或返回系数整定到控制系统所需要的值。对图 1-4 所示的继电器整定方法如下：

- 调整调节螺钉 3 上的螺母可以改变反力弹簧 2 的松紧度，从而调整吸合电流（或电压）。反力弹簧调得越紧，吸合电流（或电压）就越大，反之则越小。
- 调整调节螺钉 4 可以改变初始气隙的大小，从而调整吸合电流（或电压）。气隙越大，吸合电流（或电压）越大，反之则越小。
- 改变非磁性垫片的厚度可以调整释放电流（或电压）。非磁性垫片越厚，释放电流

► 电气控制与 PLC

(或电压) 越大, 反之则越小。

3. 电磁式继电器的工作原理

(1) 电磁式电流继电器。

电流继电器采用串联型电磁机构, 电流继电器的线圈串接在被测量的电路中, 以反映电路电流的变化: 当电路中的电流大于继电器的吸合值时, 继电器吸合; 当电路电流小于继电器的复归值时, 继电器释放。所以, 电流继电器的输入信号是线圈电流。电流继电器有过电流和欠电流继电器之分, 其文字符号和图形符号如图 1-5 所示。

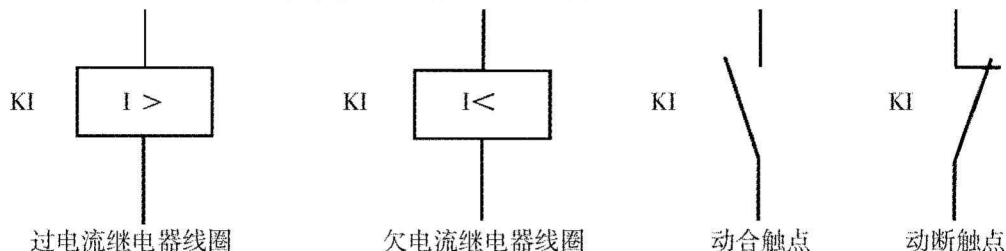


图 1-5 电流继电器的文字符号和图形符号

① 过电流继电器。

过电流继电器在电路正常工作时, 线圈中通过的负载电流小于继电器的吸合电流, 衔铁也不会吸合。只有当负载电流增大到超过继电器的吸合值时, 衔铁才吸合, 使接在控制电路中的动断触点断开, 切断接触器线圈电源, 通过接触器的主触点断开被保护的电路, 使设备脱离电源, 显然, 过电流继电器是用来对电路进行过电流保护的。过电流继电器整定值的整定范围为 1.1 ~ 3.5 倍额定电流。

② 欠电流继电器。

欠电流继电器在电路正常工作时, 流过线圈的负载电流大于继电器的吸合电流, 衔铁处于吸合状态, 当负载电流降低至继电器的释放值时, 衔铁释放, 使接在控制电路中的动合触点断开, 控制接触器失电, 从而控制设备脱离电源。可见, 这种继电器主要用于对负载进行欠电流保护, 如用于直流电动机和电磁吸盘的失磁保护。欠电流继电器吸引电流为线圈额定电流的 30% ~ 65%, 释放电流为额定电流的 10% ~ 20%。

(2) 电磁式电压继电器。

电压继电器采用并联型电磁机构, 电压继电器的线圈并联在被测量的电路中, 以反映电路电压的变化: 当电路中的电压大于继电器的吸合值时, 继电器吸合; 当电路电压小于继电器的释放值时, 继电器复位。所以, 电压继电器的输入信号是线圈两端的电压。电压继电器有过电压、欠电压和零电压继电器之分, 其文字符号和图形符号如图 1-6 所示。

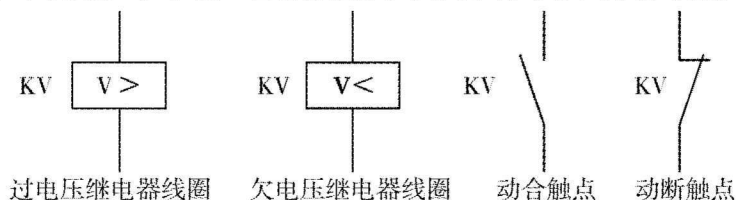


图 1-6 电压继电器的文字符号和图形符号

一般来说, 过电压继电器在电路电压高于额定电压的 110% ~ 120% 以上时, 对电路进行过压保护, 其工作原理与过电流继电器相似; 欠电压继电器在电路电压低于额定电压的 40% ~ 70% 时, 对电路进行欠电压保护, 其工作原理与欠电流继电器相似; 零电压继电器在

电路电压降至额定电压的 5% ~ 25% 时, 对电路进行零压保护。

(3) 中间继电器。

中间继电器在结构上是一个电压继电器, 但其触点数多, 触点容量大 (额定电流 5 ~ 10A), 没有调节装置, 是用来转换控制信号的中间元件。其主要用途有两个: 一是当电压或电流继电器触点容量不够时, 可借助中间继电器作执行元件, 这时, 中间继电器可被看成是一级放大器; 二是当其他继电器的触点数量不够时, 可借助中间继电器来扩大它们的触点数。中间继电器文字符号和图形符号如图 1-7 所示。

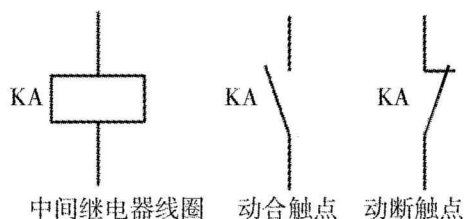


图 1-7 中间继电器的文字符号和图形符号

4. 常用的电磁式继电器

(1) 电磁式中间继电器。

常用的中间继电器有 JZ7、JZ14、JDZ2、3TH、MA406N 等系列, 可依据被控电路的电压等级, 触点的数量、种类来选用。如 JZ7 系列中间继电器触点共有 8 对, 可组成 4 对常开 4 对常闭、6 对常开 2 对常闭或 8 对常开几种形式。

(2) 直流电磁式通用继电器。

通用继电器是指在其电磁系统中装上不同的线圈或阻尼线圈即可制成电流继电器、电压继电器或时间继电器的继电器。常用的有 JT3、JT9、JT10、JT18 等系列。

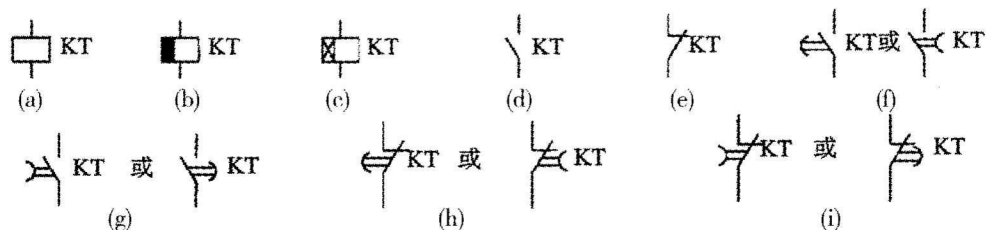
(3) 电磁式交、直流电流继电器。

常用的有 JL14、JL15、JL3 等型号。

1.3.2 时间继电器

继电器的感测元件在感受到外接信号后 (如电磁机构线圈的得电或断电), 经过一段时间才使执行机构动作 (如触点的闭合或断开), 这类继电器称为时间继电器。按其动作原理与构造的不同, 可分为电磁式、空气阻尼式、电动式和电子式等时间继电器。

时间继电器的图形符号和文字符号如图 1-8 所示。



(a) 线圈一般符号 (b) 断电延时线圈 (c) 通电延时线圈 (d) 瞬动动合触点 (e) 瞬动动断触点 (f) 延时闭合动合触点 (g) 延时断开动合触点 (h) 延时断开动断触点 (i) 延时闭合动断触点

图 1-8 时间继电器的图形符号和文字符号

时间继电器的延时方式有两种。一种是通电延时型, 即收到输入信号后, 延时一段时