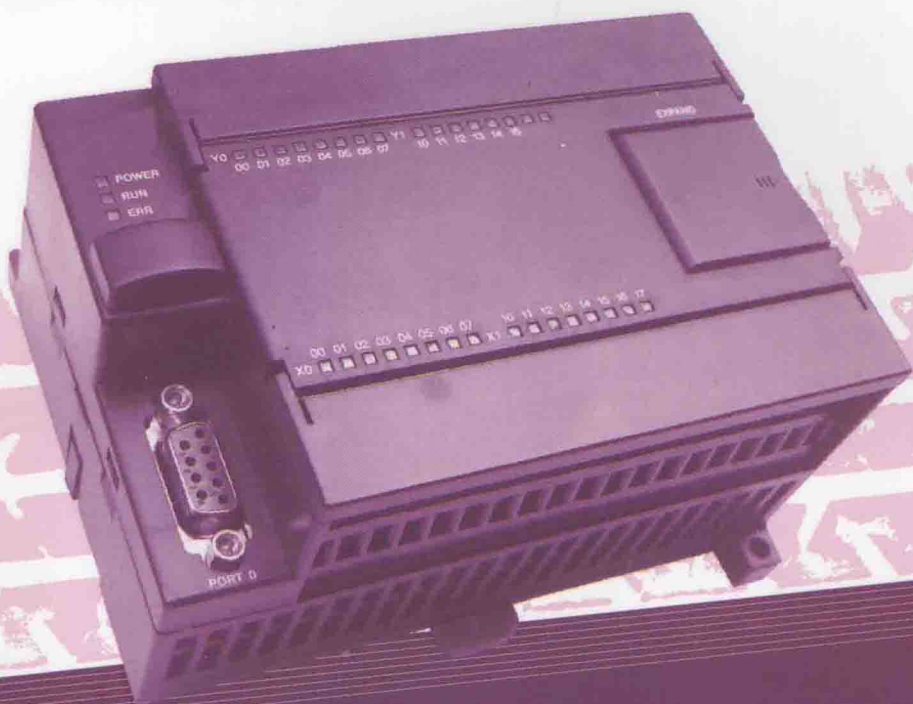


21世纪全国高职高专机电系列技能型规划教材



电气控制与PLC应用技术

主编 郭燕
副主编 徐连强 唐明文 王琰

- 10个实践项目引入电气PLC控制系统的安装、调试与运行
- 10个项目拓展练习巩固并提高学生实际工作技能
- 信息收集、方案设计与应用及项目评价等完整教学过程设计

电子课件

www.pup.cn



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专机电系列技能型规划教材

电气控制与 PLC 应用技术

主 编 郭 燕

副主编 徐连强 唐明文 王 琰

主 审 杨春宏



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书采用“项目驱动”的形式,将电气控制与 PLC 技术的相关知识融入具体的项目中去,用实践项目进行新知识的引入,由学生独立完成每个相对独立的项目,包括信息的收集、方案的设计与运用以及项目完成后的评价。

本书共分为电动机点动控制电路设计、电动机单向旋转控制线路设计、混凝土搅拌机电气控制线路设计、工作台自动往返循环控制线路设计、PLC 点亮控制线路设计、电动机正反转控制线路设计、交通灯控制系统线路设计、流水灯控制系统线路设计、液体混合加热控制系统线路设计以及 PLC 控制机械手系统线路设计共 10 个项目,以工作任务为中心,以相关实践知识和理论知识为背景,以拓展性知识为延伸,把学生需要掌握的知识分配到具体的项目中,使学生在实践的过程中掌握知识,学会技能。

本书内容全面、重点突出、层次清楚、结构新颖、实用性强,可作为高职高专学校、成人高校、广播电视大学的机电类、电气类、自动控制类等有关专业相关课程的教材,也可作为相关工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制与 PLC 应用技术/郭燕主编. —北京:北京大学出版社, 2012.1

(21 世纪全国高职高专机电系列技能型规划教材)

ISBN 978-7-301-19638-0

I. ①电… II. ①郭… III. ①电气控制—高等职业教育—教材②plc 技术—高等职业教育—教材
IV. ①TM571.2②TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 211716 号

书 名: 电气控制与 PLC 应用技术

著作责任者: 郭 燕 主编

策划编辑: 赖 青 张永见

责任编辑: 李娉婷

标准书号: ISBN 978-7-301-19638-0/TP·1196

出版者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.cn>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子邮箱: pup_6@163.com

印刷者: 北京富生印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787mm×1092mm 16 开本 11.5 印张 258 千字

2012 年 1 月第 1 版 2012 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 24.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

“电气控制与 PLC 应用技术”是一门技术应用课程，是实现工业生产、科学研究及其他各个领域自动化的重要手段之一，应用十分广泛。

本书在内容安排上以实践为主，要求学生初步掌握工程实践的一般分析方法与设计方法。教学活动主要应在电气 PLC 综合实训室进行，通过电气 PLC 控制系统的实际安装、调试、运行，使学生能够独立解决简单的工程实际问题。在实际教学中，将 PLC 课程与电气控制技术课程进行整合，并组成 10 个项目，以工作任务为中心，以相关实践知识和理论知识为背景，以拓展性知识为延伸，把学生需要掌握的知识分配到具体的项目中，使学生在实践的过程中掌握知识，学会技能。

本书采用“项目驱动”的形式，将教学内容融入一个个具体的项目中，用实践项目进行新知识的引入，由学生独立完成一个个相对独立的项目，包括信息的收集、方案的设计与运用以及项目完成后的评价，教师在整个教学过程中起到咨询、指导与解答疑难的作用。学生通过在实践操作中进行相关参数的选择和计算，能更好地理解 and 把握课程要求的知识和技能以及整个工作过程的重点难点，在实践中巩固所学理论知识。学生在成功完成一个个项目后，会获得成功的体验，激发学生学习的原动力，培养理论与实践的综合应用能力、分析问题和解决问题能力、创新意识和创新能力，达到全面提高学生综合职业素质的目的。随着项目化教学改革的不深入，必将涌现出越来越多的新的教学理念和方法，希望本书可以起到抛砖引玉的作用。

本书内容全面、重点突出、层次清楚、结构新颖、实用性强，可作为高职高专学校、成人高校、广播电视大学的机电类、电气类、自动控制类等有关专业相关课程的教材，也可作为相关工程技术人员的参考书。

本书由南京化工职业技术学院郭燕担任主编，并编写了项目 6、项目 9；无锡工艺职业技术学院徐连强编写了项目 1、项目 4、项目 10；南京交通职业技术学院唐明文编写了项目 2、项目 3、项目 5；南京化工职业技术学院王琰编写了项目 7、项目 8。全书由郭燕负责统稿，并由常州工程职业技术学院杨春宏负责审稿。

由于时间仓促，加之编者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2011 年 11 月

目 录

项目 1 电动机点动控制电路设计.....1	2.6 电动机单向旋转控制线路项目延伸 ...44
1.1 电器的认识与使用.....3	思考与练习44
1.1.1 接触器的认识与使用3	项目 3 混凝土搅拌机电气控制线路
1.1.2 控制继电器的认识与使用6	设计46
1.1.3 主令电器的认识与使用16	3.1 三相交流电动机的启动控制(降压
1.1.4 熔断器的认识与使用18	启动).....48
1.2 点动控制线路设计.....21	3.1.1 定子绕组串电阻(电抗)启动
1.2.1 控制线路原理图设计21	控制线路49
1.2.2 控制线路工作原理21	3.1.2 自耦变压器降压启动控制
1.3 电动机点动控制系统评价.....22	线路49
1.3.1 评分卡22	3.1.3 延边三角形降压启动控制
1.3.2 项目点评22	线路50
1.4 电动机点动控制系统项目拓展练习 ...23	3.1.4 Y- Δ 降压启动控制线路51
思考与练习23	3.2 三相异步电动机电气制动控制.....52
项目 2 电动机单向旋转控制线路设计....25	3.2.1 反接制动控制52
2.1 三相交流电动机的启动控制(全压	3.2.2 能耗制动控制54
启动).....27	3.3 典型机械设备电气控制系统分析55
2.1.1 单向旋转控制电路27	3.3.1 读图的一般方法和步骤.....55
2.1.2 顺序控制与多地控制线路28	3.3.2 混凝土搅拌机的电气控制.....56
2.2 电气控制线路的图形、文字符号	3.4 混凝土搅拌机电气控制线路设计
及绘制原则31	评价57
2.2.1 图形、文字符号31	3.4.1 评分卡57
2.2.2 图纸选择35	3.4.2 项目点评58
2.2.3 电气控制系统图36	3.5 项目拓展练习——联锁控制.....58
2.3 电气控制的基本控制环节.....37	思考与练习59
2.3.1 三相笼型电动机的变极	项目 4 工作台自动往返循环控制
调速控制37	线路设计61
2.3.2 电气控制电路中的保护39	4.1 相关电器的认识与使用63
2.4 电动机单向旋转控制设计.....41	4.1.1 低压隔离器的认识与使用.....63
2.5 电动机单向旋转控制线路设计	4.1.2 位置开关的认识与使用.....66
项目评价43	4.2 自动循环控制线路设计67
2.5.1 评分卡43	4.2.1 自动往返循环控制要求.....67
2.5.2 项目点评43	

4.2.2 控制线路原理图设计	67	6.2.3 两台电动机延时启动的 基本环节	102
4.3 工作台自动往返循环控制系统 评价	69	6.2.4 定时器的延时扩展	102
4.3.1 评分卡	69	6.2.5 定时器构成的振荡电路	103
4.3.2 项目点评	69	6.2.6 分频电路	103
4.4 自动往返循环控制系统项目拓展 练习	70	6.3 电动机正反转控制项目设计	103
思考与练习	70	6.3.1 I/O 分配表	103
项目 5 PLC 点亮控制线路设计	72	6.3.2 PLC 外部接线图	104
5.1 PLC 的组成介绍	75	6.3.3 梯形图程序设计	104
5.1.1 PLC 的基本概念	75	6.3.4 指令表编辑	105
5.1.2 PLC 的基本结构	75	6.4 电动机正反转控制线路设计 项目评价	105
5.2 PLC 的内部软元件	77	6.4.1 评分卡	105
5.3 PLC 的基本指令	81	6.4.2 项目点评	106
5.4 PLC 的软件介绍	87	6.5 电动机正反转控制线路项目延伸	106
5.4.1 编程软件的功能	88	思考与练习	106
5.4.2 编程软件的使用	88	项目 7 交通灯控制系统线路设计	107
5.5 艺术彩灯的点亮控制设计	90	7.1 FX _{2N} 系列 PLC 状态编程思想	111
5.5.1 项目所需设备、工具、材料	90	7.1.1 状态编程思想	111
5.5.2 项目内容	90	7.1.2 状态转移图(SFC)的建立	111
5.6 PLC 点亮控制线路设计项目评价	92	7.1.3 状态元件	112
5.6.1 评分卡	92	7.2 FX _{2N} 系列 PLC 步进顺控指令 及其编程	112
5.6.2 项目点评	93	7.2.1 步进顺控指令	112
5.7 PLC 点亮控制项目拓展练习	93	7.2.2 步进指令使用说明	113
5.7.1 电动机的两地控制	93	7.2.3 状态三要素	113
5.7.2 电动机的顺序启动	94	7.2.4 编程注意事项	113
思考与练习	94	7.3 单流程状态转移图	115
项目 6 电动机正反转控制线路设计	96	7.4 选择性分支状态转移图	116
6.1 电动机的可逆运行	97	7.5 并行分支状态转移图	118
6.1.1 电动机可逆运行的自动 控制(一)	98	7.6 交通信号灯设计	119
6.1.2 电动机可逆运行的自动 控制(二)	99	7.6.1 I/O 信号分配表	119
6.2 PLC 中常用基本环节的编程	100	7.6.2 PLC I/O 端口接线图	120
6.2.1 三相异步电动机单向运转控 制: 启—保—停电路单元	100	7.6.3 单流程程序设计	120
6.2.2 三相异步电动机可逆运转 控制: 互锁环节	101	7.6.4 双流程程序设计	123
		7.7 交通灯控制系统线路设计项目 评价	125



7.7.1 评分卡	125	思考与练习	155
7.7.2 项目点评	126	项目 9 液体混合加热控制系统线路设计	156
7.8 项目拓展练习	126	9.1 液体混合加热系统设计	157
7.8.1 汽车清洗机控制程序设计	126	9.1.1 I/O 分配表	157
7.8.2 6 台电动机启停控制程序 设计	127	9.1.2 外部接线图	158
思考与练习	128	9.1.3 梯形图设计	158
项目 8 流水灯控制系统线路设计	130	9.1.4 指令表编辑	159
8.1 FX 系列 PLC 功能指令概述	133	9.2 液体混合加热控制系统线路设计 项目评价	160
8.1.1 PLC 功能指令	133	9.2.1 评分卡	160
8.1.2 功能指令的格式及要素	133	9.2.2 项目点评	161
8.1.3 功能指令的操作数	134	9.3 项目拓展练习	161
8.2 常用功能指令	134	思考与练习	161
8.2.1 程序流程控制类功能指令	134	项目 10 PLC 控制机械手系统线路设计	163
8.2.2 比较指令	138	10.1 PLC 控制机械手控制系统设计	165
8.2.3 传送指令	139	10.1.1 I/O 分配表	165
8.2.4 算术及逻辑运算指令	143	10.1.2 PLC 外部接线图	166
8.2.5 移位控制指令	146	10.1.3 梯形图设计	166
8.3 项目设计	149	10.1.4 指令表编辑	167
8.3.1 I/O 信号分配表	149	10.2 PLC 控制机械手系统线路设计 评价	168
8.3.2 I/O 端口接线图	150	10.2.1 评分卡	168
8.3.3 梯形图设计	150	10.2.2 项目点评	168
8.4 流水灯控制系统项目评价	153	10.3 项目拓展练习	169
8.4.1 评分卡	153	思考与练习	170
8.4.2 项目点评	153	参考文献	172
8.5 流水灯控制项目拓展练习	154		
8.5.1 步进电动机的 PLC 控制	154		
8.5.2 车间送料车的 PLC 控制	154		

项目 1

电动机点动控制 电路设计

教学目标	<ol style="list-style-type: none">1. 掌握接触器、继电器的结构与功能、文字符号与选用原则;2. 掌握主令电器与熔断器的结构与功能、文字符号与选用原则;3. 会进行电动机点动控制线路的设置
学习重点	<ol style="list-style-type: none">1. 接触器、继电器的结构与功能;2. 主令电器与熔断器的结构与功能;3. 电动机点动控制工作原理;4. 电动机点动控制线路设计

项目导读

在机床工作中，常常需要对电动机进行点动控制，即按下按钮时电动机转动工作，手松开按钮时电动机停转。例如机床刀架、横梁、立柱快速移动和对刀调整等。图 1.1 为车床点动对刀示意图，图 1.2 为按钮外形图。

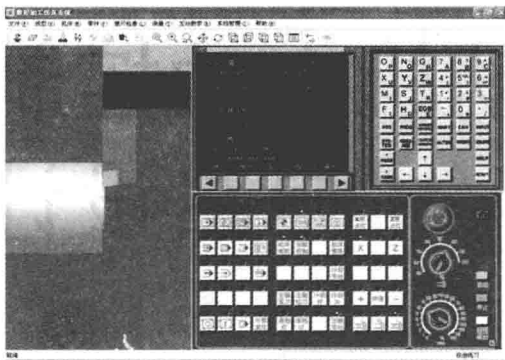


图 1.1 点动对刀示意图



图 1.2 按钮外形图

项目导入

点动控制的一般步骤为：按下点动按钮 SB——接触器 KM 线圈导通——KM 主触点闭合——电动机 M 通电启动运行；松开按钮 SB 时——接触器 KM 线圈断电——KM 主触点断开——电动机 M 失电停机。图 1.3 是某个电动机点动控制设计的示意图。

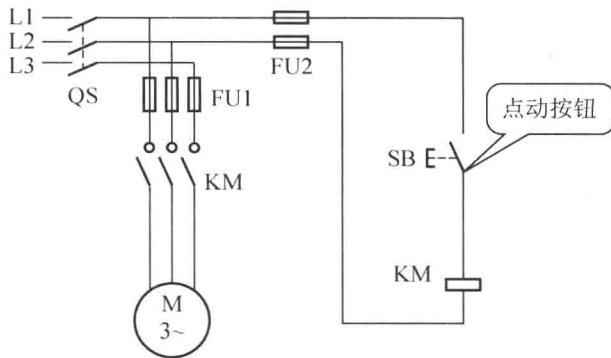


图 1.3 点动控制线路

知识点剖析

从图 1.3 上可以看出，点动控制线路由电动机、电线和一些电气符号构成，那么这些电气符号分别代表什么电器，结构功能有哪些，有什么样的选用原则等都是我们要考虑的问题。

本项目所涉及的知识点重点包括：①接触器、继电器的结构与功能、文字符号与选用原则；②主令电器与熔断器的结构与功能、文字符号与选用原则；③电动机点动控制工作原理与线路设计。下面将从相关电器的认识与使用和点动控制电路设计两个角度进行学习。

1.1 电器的认识与使用

电器是一种能根据外界的信号(如机械力、电动力等)和要求,手动或自动地接通或断开电路,从而实现对电路或非电对象的切换、控制、保护、检测、变换和调节的元件或设备。

根据其工作电压高低,电器可分为高压电器(交流额定电压 1 200 以上,直流额定电压 1 500V 及以上的电路中的电器)和低压电器(交流 50Hz 或 60Hz 额定电压 1 200V 以下,直流额定电压 1 500V 以下的电路中的电器)。常用的高压电器有高压隔离开关、高压断路器、高压熔断器等。常用的低压电器有接触器、继电器等。

1.1.1 接触器的认识与使用

接触器是一种自动控制电器,它可以用来频繁地远距离接通或断开大容量的交直流负载电路。接触器按其主触点通过电流的种类不同可分为直流接触器和交流接触器两种,目前在控制电路中多数采用交流接触器。

1. 外形结构与符号

交流接触器外形结构如图 1.4 所示,其图形和文字符号如图 1.5 所示。

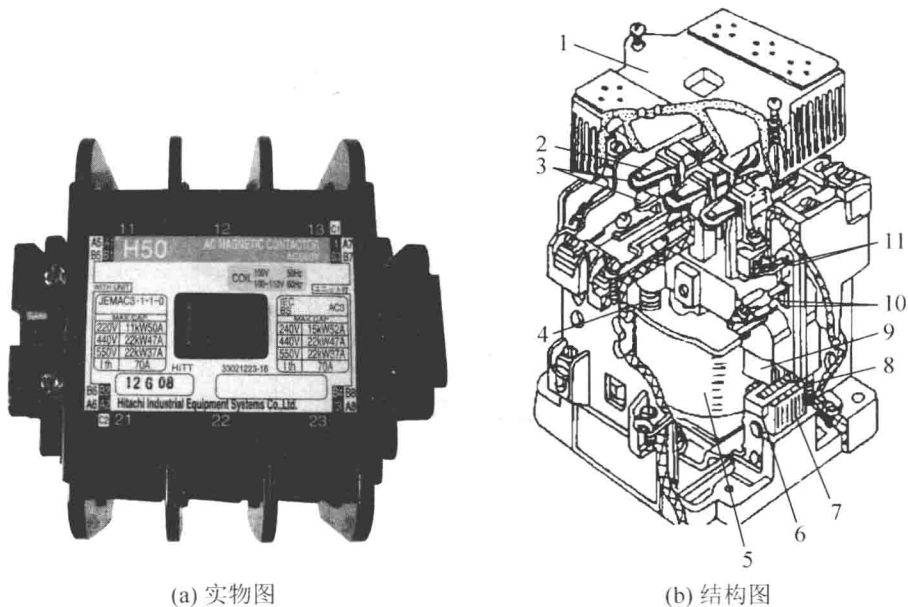


图 1.4 交流接触器实物及结构图

- 1—灭弧罩；2—触点压力弹簧片；3—主触点；4—反作用弹簧；5—线圈；6—短路环；
7—静铁心；8—弹簧；9—动铁心；10—动合辅助触点；11—动断辅助触点



图 1.5 接触器图形和文字符号

2. 组成及动作原理

交流接触器主要由电磁系统、触点系统和灭弧装置及其他部件 4 部分组成。

1) 电磁系统

电磁系统主要用于产生电磁吸力(动力)。它由电磁线圈(吸力线圈)、动铁心(衔铁)和静铁心等组成。

交流接触器的电磁线圈是由绝缘铜导线绕制在铁心上，铁心由硅钢片叠压而成，以减少铁心中的涡流损耗，避免铁心过热。在铁心上装有一个短路铜环，其作用是减少交流接触器吸合时产生的振动和噪声，故又称减振环，其材料为铜、康铜或镍铬合金等。

2) 触点系统

触点系统主要用于通断电路或传递信号。

它分主触点和辅助触点，主触点用以通断电流较大的主电路，一般由三对动合触点组成；辅助触点用以通断电流较小的控制电路，一般有动合和动断各两对触点，常在控制电路中起电气自锁或互锁作用。

3) 灭弧装置

灭弧装置用来熄灭触点在切断电路时所产生的电弧，保护触点不受电弧灼损。在交流接触器中，常采用的灭弧方法有电动力灭弧和栅片灭弧两种。

4) 其他部件

其他部件包括反作用弹簧、缓冲弹簧、传动机构、接线柱和外壳等。

图 1.6 为交流接触器动作原理示意图，其动作原理如下。

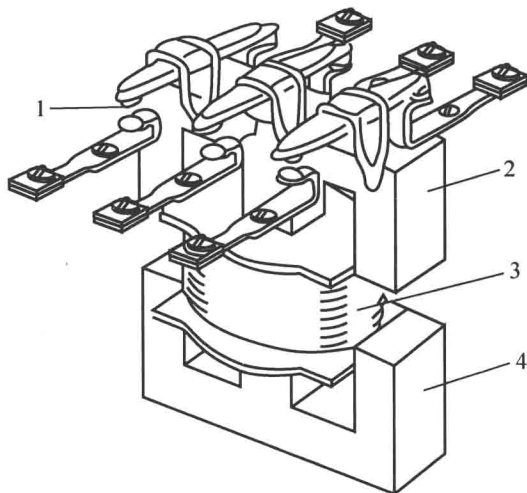


图 1.6 交流接触器动作原理示意图

1—主触点；2—动铁心；3—电磁线圈；4—静铁心

电磁线圈得电以后，产生的磁场将铁心磁化，吸引动铁心，克服反作用弹簧的弹力，使它向着静铁心运动，进而拖动触点系统运动，使得动合触点闭合、动断触点断开。一旦电源电压消失或者显著降低，以致电磁线圈没有激磁或激磁不足，动铁心就会因电磁吸力消失或过小而在反作用弹簧的弹力作用下释放，使得动触点与静触点脱离，触点恢复线圈未通电时的状态。

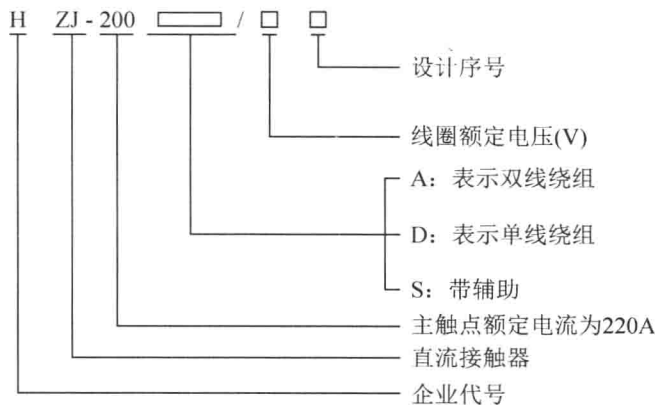
3. 接触器型号及含义

1) 直流接触器型号及含义

直流接触器的型号及含义如图 1.7 所示。



(a) 直流接触器型号



(b) 直流接触器型号含义

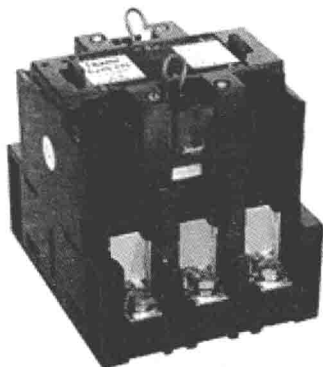
图 1.7 直流接触器的型号及含义

2) 交流接触器型号及含义

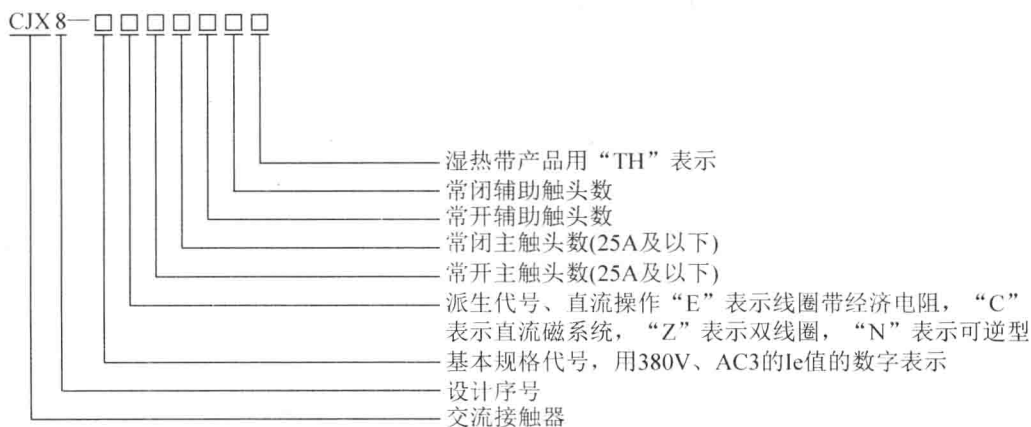
交流接触器的型号及含义如图 1.8 所示。

例如：CJ10Z-40 / 3 为交流接触器，设计序号 10，重任务型，额定电流 40A，主触点为 3 极。CJ12T-250 / 3 为改型后的交流接触器，设计序号 12，额定电流 250A，3 极主触点。

我国生产的交流接触器常用的有 CJ10、CJ12、CJX1、CJ20 等系列及其派生系列产品，CJ0 系列及其改型产品已逐步被 CJ20、CJX 系列产品取代。上述系列产品一般具有三对常开主触点，常开、常闭辅助触点各两对。直流接触器常用的有 CZ0 系列，分单极和双极两大类，常开、常闭辅助触点各不超过两对。



(a) CJX8 型交流接触器



(b) 交流接触器型号含义

图 1.8 交流接触器及型号含义

4. 接触器的选用

- (1) 控制交流负载应选用交流接触器,控制直流负载应选用直流接触器;
- (2) 主触点的额定工作电压(电流)应大于或等于负载电路电压(电流);
- (3) 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%及以上应能可靠吸合;
- (4) 接触器的使用类别应与负载性质相一致;
- (5) 触头数量和种类应满足主电路的控制线路的要求。

1.1.2 控制继电器的认识与使用

继电器是根据某种输入信号的变化,接通或断开控制电路,实现自动控制和保护电力装置的电器。它由感应元件(即输入电路)和执行元件(即输出电路)组成。当感应元件的输入量(如电压、电流、温度、压力等)变化到一定值时,执行元件便接通或断开控制电路。其触点通常接在控制电路中。

继电器的种类很多,按输入信号的性质分为电压继电器、电流继电器、中间继电器、时间继电器、温度继电器、速度继电器、压力继电器等;按工作原理可分为电磁式继电器、



感应式继电器、电动式继电器、热继电器和电子式继电器等；按输出形式可分为有触点继电器和无触点继电器两类；按用途可分为控制用继电器与保护用继电器等。

1. 中间继电器

中间继电器在电路中主要起信号的传递与转换作用，在使用时，可将一个输入信号变成多个输出信号或者将多个信号放大。中间继电器可以实现多路控制，并可将小功率的控制信号转换为大容量的触点动作，以驱动电气执行元件工作，有时也可用中间继电器控制小容量电动机的启停。

中间继电器也分为直流与交流两种，其结构一般由电磁机构和触点系统组成。电磁机构与接触器相似，因为其触点通过的控制电路的电流容量较小，所以不需加装灭弧装置。

1) 图形及文字符号

中间继电器的图形及文字符号如图 1.9 所示。



图 1.9 中间继电器的图形及文字符号

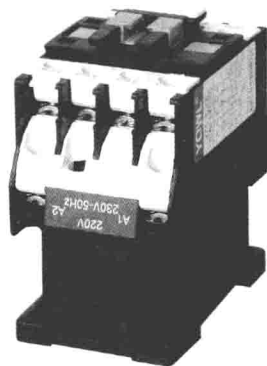
中间继电器和交流接触器的结构基本一样，其外壳一般由塑料制成，是开启式。外壳内的隔板将各对触点隔开，以防止因飞弧而发生短路事故。触点一般有(动合/动断)6/2、4/4、6/2 三种组合形式。

2) 动作原理

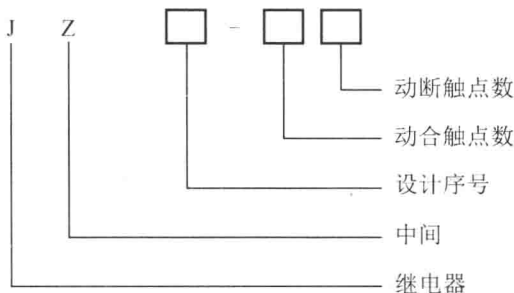
中间继电器与交流接触器的动作原理相似，常见的中间继电器上面有 4 个常闭触点，下面有 4 个常开触点，当其线圈通电(AC 220V 或 AC 380V)后，利用电磁力把动触点拉下来，使上面 4 个常闭触点同时自动断开，下面的 4 个常开触点同时自动闭合。

3) 中间继电器型号及含义

中间继电器的型号及含义如图 1.10 所示。



(a) JZ4-22 中间继电器实物图



(b) 型号含义

图 1.10 中间继电器及型号含义

2. 电流继电器

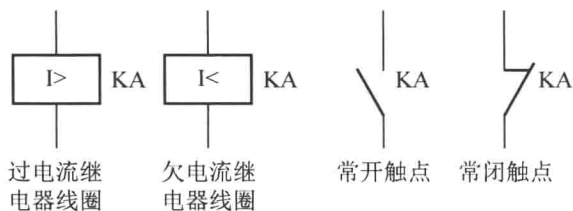
电流继电器用于电力拖动系统的电流保护和控制，其线圈串联接入被测电路，用来感测线路电流的变化；触点接于控制电路，为执行元件，用来控制接触器或信号指示灯的通断。电流继电器的线圈匝数少，导线粗，电流继电器的线圈阻抗应比被测电路的等效阻抗小得多。电流继电器反映的是电流信号。常用的电流继电器有欠电流继电器和过电流继电器两种。

1) 图形及文字符号

电流继电器实物图如图 1.11(a)所示，图形及文字符号如图 1.11(b)所示。



(a) JL-31/A 电流继电器



(b) 图形及文字符号

图 1.11 电流继电器图形及文字符号

2) 动作原理

欠电流继电器用于电路起欠电流保护，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%，因此，在电路正常工作时，衔铁是吸合的，只有当电流降低到某一整定值(通常低于额定电流的 20%)时，继电器释放，控制电路失电，从而控制接触器及时分断电路，改变电路状态。

过电流继电器在电路正常工作时不动作，整定范围通常为额定电流的 1.1~4 倍，当被保护线路的电流高于额定值，达到过电流继电器的整定值(交流过电流继电器为额定电流的 110%~350%，直流过电流继电器为额定电流的 70%~300%)时，衔铁吸合，其触点机构动作，控制电路失电，从而控制接触器及时分断电路，对电路起过流保护作用。

3. 电压继电器

电压继电器用于电力拖动系统的电压保护和控制，其线圈并联接入被测电路，感测线路电压的变化；触点接于控制电路，为执行元件。

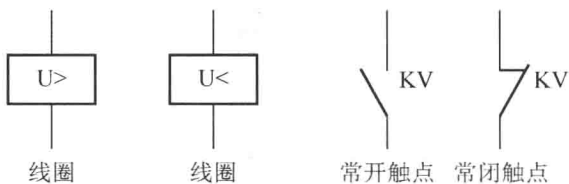
按吸合电压的大小，电压继电器可分为过电压继电器、零电压继电器和欠电压继电器。

1) 图形及文字符号

电压继电器的图形及文字符号如图 1.12 所示。



(a) JY-21A电压继电器



(b) 图形及文字符号

图 1.12 电压继电器的图形及文字符号

2) 动作原理

过电压继电器用于线路的过电压保护，其吸合整定值为被保护线路额定电压的 1.05~1.2 倍。当被保护的线路电压正常时，衔铁不动作；当被保护线路的电压高于额定值，达到过电压继电器的整定值时，衔铁吸合，触点机构动作，控制电路失电，控制接触器及时分断被保护电路。

欠电压继电器用于线路的欠电压保护，其释放整定值为线路额定电压的 0.1~0.6 倍。当被保护线路电压正常时，衔铁可靠吸合；当被保护线路电压降至欠电压继电器的释放整定值时，衔铁释放，触点机构复位，控制接触器及时分断被保护电路。

零电压继电器是当电路电压降低到额定电压的 5%~25%时释放，实现电路零电压保护。它用于线路的失压保护。

4. 时间继电器

时间继电器是一种利用电磁原理或机械动作原理实现触点延时接通或断开的自动控制电器，其种类很多，常用的有电磁式、空气阻尼式、电动式和晶体管式等。它广泛用于需要按时间进行控制的电气控制电路中。

1) 图形及文字符号

时间继电器实物图如图 1.13(a)所示，图形及文字符号如图 1.13(b)所示。

2) 空气阻尼式时间继电器

空气阻尼式时间继电器又称气囊式时间继电器，是利用气囊中的空气通过小孔的原理来获得延时动作的。根据触点延时的特点，可分为通电延时动作型和断电延时复位型两种。

(1) 结构。空气阻尼式时间继电器(JS7-A 系列)的外形和结构如图 1.14 所示，它主要由以下几部分组成。

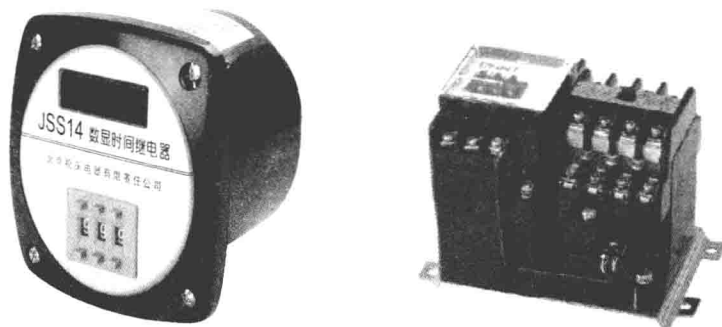
电磁系统：由线圈、铁心和衔铁组成。

触点系统：包括两对瞬时触点(一常开、一常闭)和两对延时触点(一常开、一常闭)，瞬时触点和延时触点分别是两个微动开关的触点。

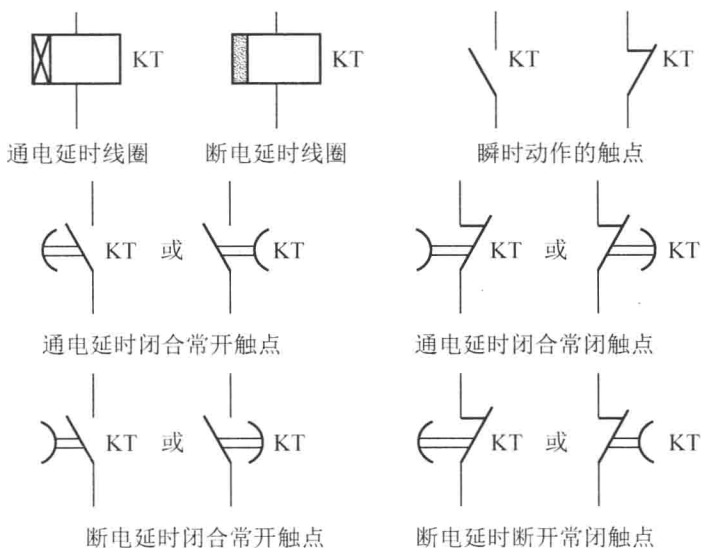
空气室：空气室为一空腔，由橡皮膜、活塞等组成。橡皮膜可随空气的增减而移动，顶部的调节螺钉可调节延时时间。

传动机构：由推杆、活塞杆、杠杆及各种类型的弹簧等组成。

基座：用金属制成，用以固定电磁机构和气室。



(a) 时间继电器实物图



(b) 图形及文字符号

图 1.13 时间继电器实物及图形文字符号

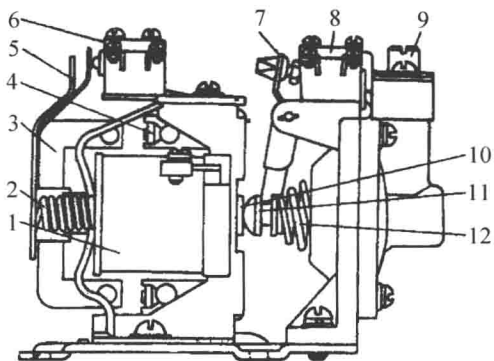
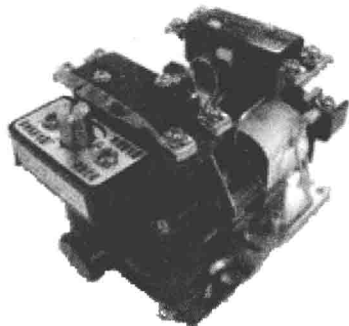


图 1.14 空气阻尼式时间继电器外形与结构

1—线圈；2—反力弹簧；3—衔铁；4—铁心；5—弹簧片；6—瞬时触点；7—杠杆；8—延时触点；9—调节螺钉；10—推杆；11—活塞杆；12—宝塔形弹簧