



高职高专**机电一体化专业**规划教材

电气控制与PLC 应用技术

徐德明 吕洪善 方玉龙 主编



化学工业出版社

DIANQI KONGZHI YU
PLC YINGYONG JISHU

高职高专机电一体化专业规划教材

电气控制与 PLC 应用技术

徐德明 吕洪善 方玉龙 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是项目式教学的特色教材,每个项目都以实际工程应用最广泛的案例引入,由浅入深地讲述相关知识和实际应用案例。全书共分两大模块:第一模块主要以 CA6140 车床和 X62W 型铣床低压电气控制系统和电动机的启动、调速、制动环节为任务,来学习电气控制线路的工作原理、线路的安装及线路故障的排除;第二模块以国内广泛使用的日本三菱 FX2N 系列可编程控制器为对象,讲述了 PLC 的结构基本组成、工作原理、常用编程器件、基本逻辑指令、步进指令以及常用功能指令的使用技能,重点通过应用案例讲述了 PLC 程序设计的方法和技能,再由学生完成相应的项目技能训练,加强了学生技能的培养。

本书可作为高职高专院校、职工大学的电气自动化技术、数控技术及应用、机电一体化、应用电子类等专业的教材,也可供相关工程技术人员参考,并可作为培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

电气控制与 PLC 应用技术/徐德明,吕洪善,方玉龙
主编. —北京:化学工业出版社,2010.9
高职高专机电一体化专业规划教材
ISBN 978-7-122-09149-9

I. 电… II. ①徐… ②吕… ③方… III. ①电气控制-高等学校:技术学院-教材②可编程序控制器-高等学校:技术学院-教材 IV. ①TM571.2②TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 136262 号

责任编辑:廉 静 刘 哲
责任校对:吴 静

装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 12½ 字数 324 千字 2010 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

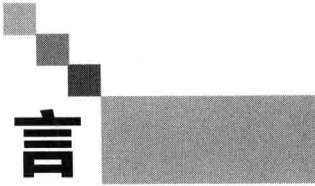
购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:24.00 元

版权所有 违者必究



前言

FOREWORD

为贯彻国家《大力发展职业教育的决定》，落实“以人为本、可持续发展”的科学发展观，实施“高技能教育、高技能就业、高技能成才”的现代职业教育战略，推行以“项目”教学的课程体系开发与教学改革，组织编写了“项目”教学教材。

本教材的编写，以现代学习理论为依据，渗透现代教育理念、课程理念及“项目”教学理念；以项目为内容单元，以工作任务为项目驱动，以知识、技能、情感及职业行为为元素整合编写。在“任务”的设计上，突出以学生为中心，注重了学习资源和学习环境的设计；注重了教法与学法的渗透；注重了能力的培养和职业行为的养成，突出了职业教育的特点。

本书是项目式教学的特色教材，每个项目都以实际工程应用最广泛的案例引入，由浅入深地讲述相关知识和实际应用案例。全书共分两大模块。第一模块为低压电气控制系统设计与应用，该模块主要以 CA6140 车床和 X62W 型铣床低压电气控制系统和电动机的启动、调速、制动环节为任务，来学习电气控制线路的工作原理、线路的安装及线路故障的排除。第二模块是可编程控制器的原理与应用，该模块以国内广泛使用的日本三菱 FX2N 系列可编程控制器为对象，以液体搅拌器装置的自动控制设计、PLC 改造继电器控制线路、交通信号灯自动控制设计和产品合格率自动统计设计四个项目，每个项目下又分若干个任务，讲述了 PLC 的结构基本组成、工作原理、常用编程器件、基本逻辑指令、步进指令以及常用功能指令的使用技能，重点通过应用案例讲述了 PLC 程序设计的方法和技能，再由学生完成相应的项目技能训练，加强了学生技能的培养。

本书可作为高职高专院校、职工大学的电气自动化技术、数控技术及应用、机电一体化、应用电子类等专业的教材，也可供工程技术人员参考，并可作为培训教材。

本教材在编排上采取非线性结构，由若干个项目组成。每个项目分解为若干个“任务”；每个“任务”分解为“任务分析”、“基本知识”、“任务处理”、“知识拓展”、“技能实训”、“学习评价”、“阅读材料”等。非线性的栏目结构，更加适合学生学习的需要，达到知识的传递、技能与职业能力培养的有机结合。

本书由徐德明、吕洪善、方玉龙担任主编，吕洪善编写项目一及项目四中的任务一；方玉龙、赵莹共同编写项目二及项目四中的任务二；全海燕编写项目三；徐德明编写项目五、项目六。

由于编者的学识水平和实践经验有限，书中疏漏及不妥在所难免，敬请使用本书的老师和读者批评指正。

编者
2010 年 5 月



目 录

CONTENTS

模块一 低压电气控制系统设计与应用	1
项目一 典型电气控制线路	1
任务一 三相异步电动机启动控制线路的安装与调试	1
任务二 三相异步电动机正、反转控制电路的安装与调试	20
任务三 机床工作台的自动往返控制线路的安装与调试	33
任务四 三相异步电动机顺序控制线路与两地控制线路的安装与调试	38
任务五 三相异步电动机降压启动控制电路的安装与调试	42
任务六 三相异步电动机的制动控制电路安装与调试	49
项目二 常用机床的电气控制线路的安装、维护及故障检修	55
任务一 CA6140 型车床电气控制线路安装、调试与检修	55
任务二 X62W 万能铣车床电气控制线路安装、调试与检修	64
模块二 PLC 基础与编程	76
项目三 液体搅拌器装置的自动控制设计	78
任务一 电磁阀的启停控制设计	78
任务二 电磁阀与搅拌电机的顺序启动控制设计	90
任务三 搅拌电机的正反向搅拌及 3 次循环控制设计	99
任务四 液体搅拌器控制系统的整体汇总设计	109
项目四 用 PLC 改造继电器控制线路	120
任务一 能耗制动的 Y- Δ 启动控制电路的改造	120
任务二 X62W 万能铣床的电气控制系统改造	131
项目五 交通信号灯自动控制设计	139
任务一 南北方向的交通信号灯控制	139
任务二 交通灯白天正常工作控制	150
任务三 交通灯白天/黑夜及紧急工作控制	156
项目六 产品合格率自动统计设计	170
任务一 合格率比较器	170
任务二 合格率计算器	179
参考文献	193

模块一 低压电气控制系统设计与应用

各种生产机械大都以电动机为动力来拖动，电动机是通过某种自动控制方式来进行控制的。本模块主要以 CA6140 车床和 X62W 型铣床的低压控制系统和电动机的启动、调速、制动系统为任务驱动，完成典型电气控制的工作原理和常用机床的电气控制线路的安装、维护及故障检修的学习。

项目一 典型电气控制线路

各种生产机械根据它们的工作性质和加工工艺的不同，使得它们对电动机的运转要求也不相同。要使电动机按照生产机械的要求正常运转，必须配备一定的电气控制设备和保护设备，组成一定的控制线路，才能达到目的。一台比较复杂的机床或成套生产机械的控制线路，是由一些比较简单的、基本的控制线路组成的。因此，掌握一些典型的电气控制线路是学习和分析各种机床及机械设备电气控制线路的基础。

一、项目要求

本项目将以 CA6140 车床和 X62W 型铣床控制系统为对象，学习三相异步电动机的启动、运行、调速、制动的基本控制线路和常见的保护环节等。

二、项目分析

本项目是电气控制技术的入门学习，根据机床控制系统的要求，分解为 6 个任务来完成。

任务一 三相异步电动机启动控制线路的安装与调试

任务二 三相异步电动机正、反转控制电路的安装与调试

任务三 机床工作台的自动往返控制线路的安装与调试

任务四 三相异步电动机顺序控制线路与两地控制线路的安装与调试

任务五 三相异步电动机降压启动控制电路的安装与调试

任务六 三相异步电动机的制动控制电路安装与调试

任务一 三相异步电动机启动控制线路的安装与调试

任务目标

- ① 了解常用低压电器的基本工作原理和结构特点。
- ② 掌握三相异步电动机直接启动控制线路的工作原理。
- ③ 掌握三相异步电动机直接启动控制线路的安装过程和工艺要求。

任务分析

CA6140 车床和 X62W 型铣床控制系统的主轴的旋转、刀架的移动和冷却液都是靠电动机来拖动的，因此要了解如何使电动机运转的原理；熟悉电动机运转各种控制线路的构成和

工作原理, 并会安装和检修各运转的控制线路。

基本知识

一、低压电器基本知识

电器在实际电路中的工作电压有高低之分, 工作于不同电压下的电器可分为高压电器和低压电器两大类, 凡工作在交流电压 1200V 及以下或直流电压 1500V 及以下电路中的电器称为低压电器。

低压电器种类繁多, 分类方法有很多种。

1. 按动作方式分

① 手动控制电器: 依靠外力 (如人工) 直接操作来进行切换的电器, 如刀开关、按钮等。

② 自动控制电器: 依靠指令或物理量 (如电流、电压、时间、速度等) 变化而自动动作的电器, 如接触器、继电器等。

2. 按用途分

① 低压控制电器: 主要在低压配电系统及动力设备中起控制作用, 控制电路的接通、分断以及电动机的各种运行状态, 如刀开关、接触器、按钮等。

② 低压保护电器: 主要在低压配电系统及动力设备中起保护作用, 保护电源和线路或电动机, 使它们不至于在短路状态和过载状态下运行, 如熔断器、热继电器等。

有些电器既有控制作用, 又有保护作用, 如行程开关既可控制行程, 又能作为极限位置的保护; 自动开关既能控制电路的通断, 又能起短路、过载、欠压等保护作用。

3. 按低压电器有无触头的结构特点分

可分为有触头电器和无触头电器。目前有触头电器仍占多数, 随着电子技术的发展, 无触头电器的应用会日趋广泛。

二、涉及元器件介绍

(一) 刀开关

刀开关又称开启式负荷开关, 它是手动控制电器。刀开关是一种结构最简单且应用最广泛的低压电器, 常用来作为电源的引入开关或隔离开关, 也可用于小容量的三相异步电动机不频繁地启动或停止的控制。

1. 刀开关的结构

刀开关又有开启式负荷开关和封闭式负荷开关之分, 以开启式负荷开关为例, 它的实物图、结构示意图和符号如图 1-1 所示。

开关的瓷底板上装有进线座、静触点、熔丝、出线座和刀片式的动触点, 外面装有胶盖, 不仅可以保证操作人员不会触及带电部分, 并且分断电路时产生的电弧也不会飞出胶盖外面而灼伤操作人员。图 1-2 是刀开关的实物图和符号。

2. 刀开关的选择与使用

(1) 刀开关的选择

① 用于照明或电热负载时, 负荷开关的额定电流等于或大于被控制电路中各负载额定电流之和。

② 用于电动机负载时, 开启式负荷开关的额定电流一般为电动机额定电流的 3 倍; 封

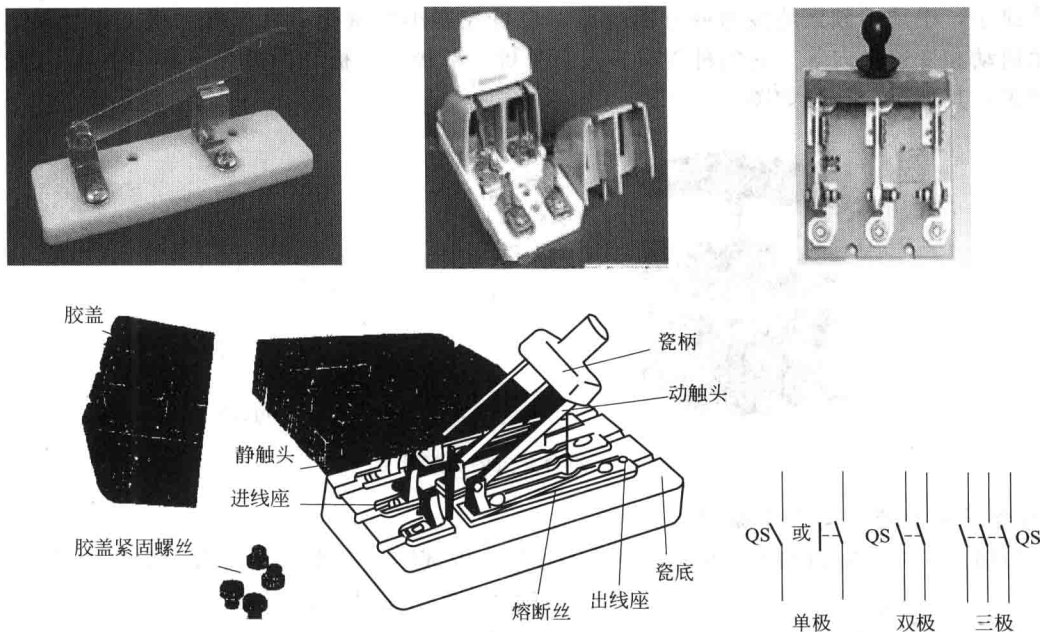


图 1-1 实物图、结构示意图和符号

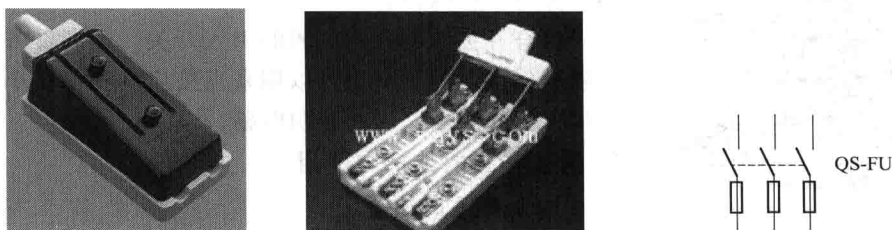


图 1-2 刀开关的实物图和符号

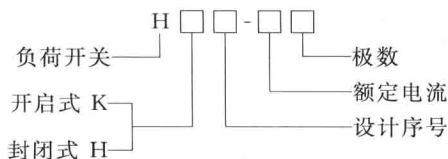
闭式负荷开关的额定电流一般为电动机额定电流的 1.5 倍。

(2) 刀开关的使用

- ① 负荷开关应垂直安装在控制屏或开关板上使用。
- ② 对负荷开关接线时，电源进线和出线不能接反。开启式负荷开关的上接线端应接电源进线，负载则接在下接线端，便于更换熔丝。
- ③ 封闭式负荷开关的外壳应可靠的接地，防止意外漏电使操作者发生触电事故。
- ④ 更换熔丝应在开关断开的情况下进行，且应更换与原规格相同的熔丝。

3. 型号含义

型号含义



(二) 组合开关

组合开关又称转换开关，作为控制电器，常用于交流 380V 以下、直流 220V 以下的电

气线路中, 手动不频繁地接通或分断电路, 也可控制小容量交、直流电动机的正反转、星-三角启动和变速换向等。它的种类很多, 有单极、双极、三极和四极等。常用的是三极的组合开关, 其外形、符号如图 1-3 所示。



图 1-3 组合开关的图形符号

1. 组合开关的结构与工作原理

如图 1-4 所示为 HZ10 系列组合开关的外形和内部结构。组合开关由三个分别装在三层绝缘件内的双断点桥式动触片、与盒外接线柱相连的静触点、绝缘方轴、手柄等组成。动触片装在附有手柄的绝缘方轴上, 方轴随手柄而转动, 于是动触片随方轴转动并变更与静触片分、合的位置。

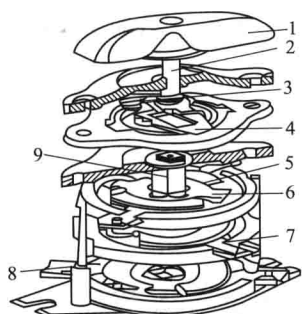


图 1-4 HZ10 系列组合开关

- 1—手柄; 2—转轴; 3—弹簧;
4—凸轮; 5—绝缘垫板; 6—动触头;
7—静触头; 8—接线端子; 9—绝缘杆

组合开关常用来作电源的引入开关, 起到设备和电源间的隔离作用, 但有时也可以用来直接启动和停止小容量的电动机, 接通和断开局部照明电路。

2. 组合开关的选择与使用

(1) 组合开关的选择

① 用于照明或电热电路时, 组合开关的额定电流应等于或大于被控制电路中各负载电流的总和。

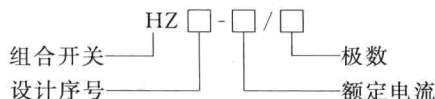
② 用于电动机电路时, 组合开关的额定电流一般取电动机额定电流的 1.5~2.5 倍。

(2) 组合开关的使用

① 组合开关的通断能力较低, 当用于控制电动机作可逆运转时, 必须在电动机完全停止转动后, 才能反向接通。

② 当操作频率过高或负载的功率因数较低时, 转换开关要降低容量使用, 否则会影响开关寿命。

3. 型号含义



(三) 自动空气开关

自动空气开关又称自动开关或自动空气断路器。它既是控制电器, 同时又具有保护电器的功能。当电路中发生短路、过载、失压等故障时, 能自动切断电路。在正常情况下也可用作不频繁地接通和断开电路或控制电动机。它的外形、结构示意图和符号, 如图 1-5 所示。

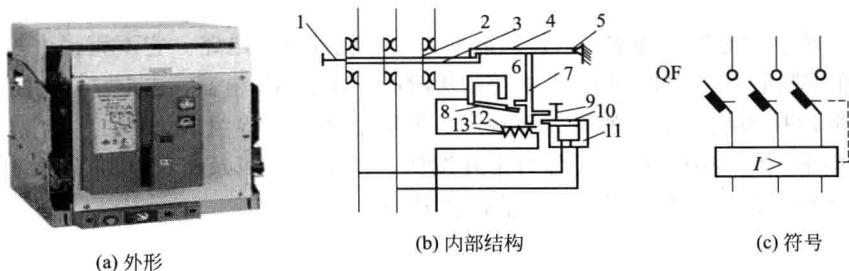


图 1-5 自动空气开关外形、结构示意图

1,9—弹簧；2—触点；3—锁键；4—锁钩；5—轴；6—过流脱扣器；7—杠杆；
8,10—衔铁；11—欠电压脱扣器；12—双金属片；13—热脱扣器

1. 工作原理

主触点通常由手动的操作机构来闭合，闭合后主触点 2 被锁钩 4 锁住。如果电路中发生故障，脱扣机构就在有关脱扣器的作用下将锁钩脱开，于是主触点在释放弹簧 1 的作用下迅速分断。

脱扣器有过流脱扣器 6、欠电压脱扣器 11 和热脱扣器 13，它们都是电磁铁。在正常情况下，过流脱扣器的衔铁 8 是释放着的，一旦发生严重过载或短路故障时，与主电路相串的线圈将产生较强的电磁吸力吸引衔铁，而推动杠杆 7 顶开锁钩，使主触点断开。欠压脱扣器的工作恰恰相反，在电压正常时，吸住衔铁 10，才不影响主触点的闭合，一旦电压严重下降或断电时，电磁吸力不足或消失，衔铁被释放而推动杠杆，使主触点断开。

当电路发生一般性过载时，过载电流虽不能使过流脱扣器动作，但能使热元件 13 产生一定的热量，促使双金属片 12 受热向上弯曲，推动杠杆使搭钩与锁钩脱开，将主触点分开。

自动开关广泛应用于低压配电线路上，也用于控制电动机及其他用电设备。

2. 自动空气开关的选择和使用

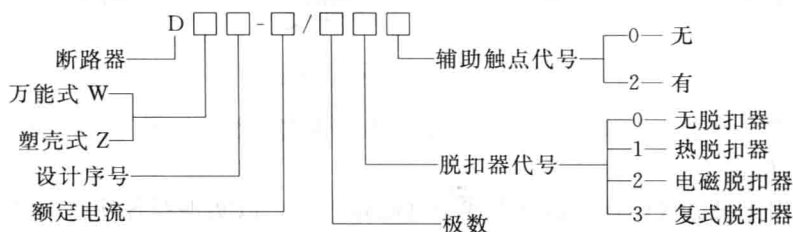
(1) 自动空气开关的选择

- ① 自动空气开关的额定工作电压 $\geq$ 电路额定电压
- ② 自动空气开关的额定电流 $\geq$ 电路计算负载电流
- ③ 热脱扣器的整定电流 = 所控制负载的额定电流

(2) 自动空气开关的使用

- ① 当断路器与熔断器配合使用时，熔断器应装于断路器之前，以保证使用安全。
- ② 电磁脱扣器的整定值不允许随意更动，使用一段时间后应检查其动作的准确性。
- ③ 断路器在分断短路电流后，应在切除前级电源的情况下及时检查触头。如有严重的电灼痕迹，可用于布擦去；若发现触头烧毛，可用砂纸或细锉小心修整。

3. 自动空气开关的型号含义



(四) 按钮

按钮是一种手动电器，通常用来接通或断开小电流控制的电路。它不直接去控制主电路的通断，而是在控制电路中发出“指令”去控制接触器、继电器等电器，再由它们去控制主电路。

按钮一般由按钮帽、复位弹簧、动触点、静触点和外壳等组成。

按钮根据触点结构的不同，可分为常开按钮、常闭按钮以及将常开和常闭封装在一起的复合按钮等几种。图 1-6 为按钮结构示意图及符号。

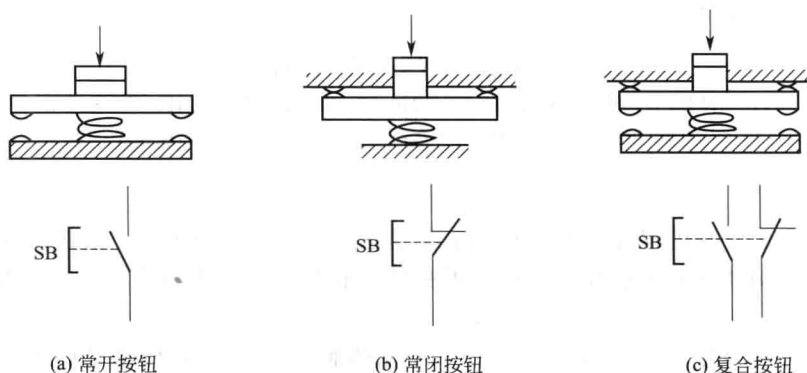


图 1-6 按钮结构示意图和符号

1. 工作原理

图 1-6(a) 为常开按钮，平时触点分开，手指按下时触点闭合，松开手之后触点分开，常用作启动按钮。图 1-6(b) 为常闭按钮，平时触点闭合，手指按下时触点分开，松开手指后触点闭合，常用作停止按钮。图 1-6(c) 为复合按钮，一组为常开触点，一组为常闭触点，手指按下时，常闭触点先断开，继而常开触点闭合，松开手指后，常开触点先断开，继而常闭触点闭合。

除了这种常见的直上直下的操作形式即掀钮式按钮之外，还有自锁式、紧急式、钥匙式和旋钮式按钮，图 1-7 为这些按钮的外形图。



图 1-7 各种按钮的外形图

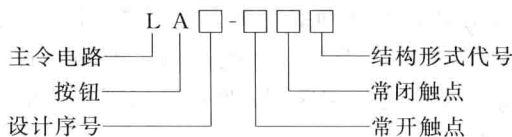
其中紧急式表示紧急操作，按钮上装有蘑菇形钮帽，颜色为红色，一般安装在操作台（控制柜）明显位置上。

按钮主要用于操纵接触器、继电器或电气联锁电路，以实现对各种运动的控制。

2. 按钮的选用

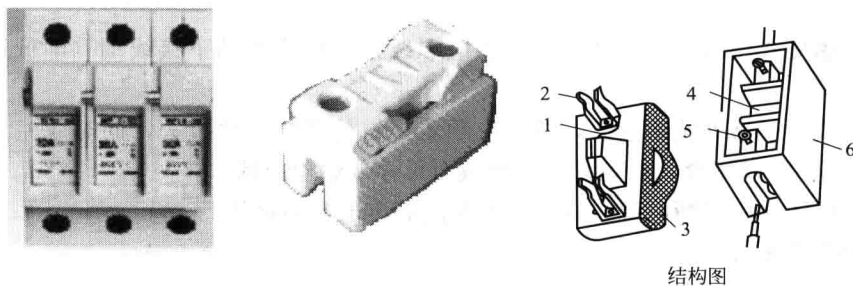
- ① 根据使用场合，选择按钮的型号和型式。
- ② 按工作状态指示和工作情况的要求，选择按钮和指示灯的颜色。
- ③ 按控制回路的需要，确定按钮的触点形式和触点的组数。
- ④ 按钮用于高温场合时，易使塑料变形老化而导致松动，引起接线螺钉间相碰短路，可在接线螺钉处加套绝缘塑料管来防止短路。
- ⑤ 带指示灯的按钮因灯泡发热，长期使用易使塑料灯罩变形，应降低灯泡电压，延长使用寿命。

型号含义（以 LAY1 系列为例）



(五) 熔断器

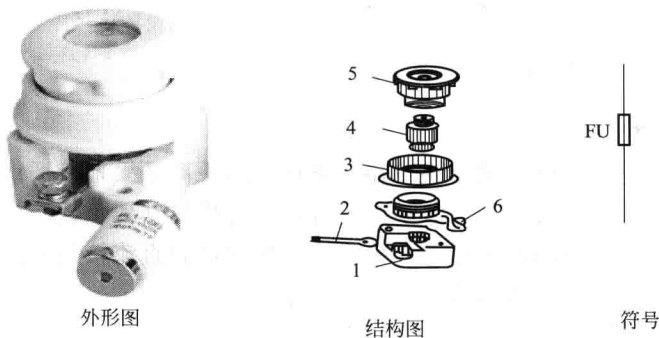
熔断器是一种广泛应用最简单有效的保护电器。常在低压电路和电动机控制电路中起过载保护和短路保护。它串联在电路中，当通过的电流大于规定值时，使熔体熔化而自动分断电路。熔断器有管式、插入式、螺旋式、卡式等几种形式，其中部分熔断器的外形和符号如图 1-8 所示。



外形图

(a) 瓷插式熔断器

1—熔丝；2—动触头；3—瓷盖；4—空腔；5—静触头；6—瓷座



结构图

符号

(b) 螺旋式熔断器

1—瓷座；2—下接线座；3—瓷套；4—熔断管；5—瓷帽；6—上接线座

图 1-8 瓷插式熔断器、螺旋式熔断器和符号

1. 熔断器的工作原理

熔断器的主要元件是熔体，它是熔断器的核心部分，常做成丝状或片状。在小电流电路中，常用铅锡合金和锌等低熔点金属做成圆截面熔丝；在大电流电路中则用银、铜等较高熔点的金属做成薄片，便于灭弧。

熔断器使用时应当串联在所保护的电路中。电路正常工作时，熔体允许通过一定大小的电流而不熔断，当电路发生短路或严重过载时，熔体温度上升到熔点而熔断，将电路断开，从而保护了电路和用电设备。

2. 熔断器的选择与使用

(1) 熔断器的选择

选择熔断器时，主要是正确选择熔断器的类型和熔体的额定电流。

① 应根据使用场合选择熔断器的类型。电网配电一般用管式熔断器；电动机保护一般用螺旋式熔断器；照明电路一般用瓷插熔断器；保护晶闸管元件则应选择快速熔断器。

② 熔体额定电流的选择

a. 对于变压器、电炉和照明等负载，熔体的额定电流应略大于或等于负载电流。

b. 对于输配电线路，熔体的额定电流应略大于或等于线路的安全电流。

c. 对电动机负载，熔体的额定电流应等于电动机额定电流的 1.5~2.5 倍。

(2) 熔断器的使用

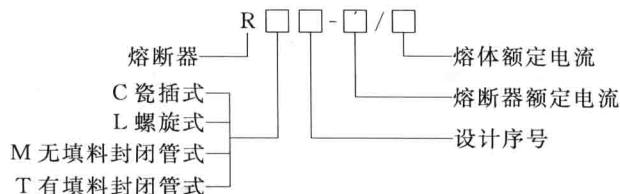
① 对不同性质的负载，如照明电路、电动机电路的主电路和控制电路等，应分别保护，并装设单独的熔断器。

② 安装螺旋式熔断器时，必须注意将电源线接到瓷底座的下接线端（即低进高出的原则），以保证安全。

③ 瓷插式熔断器安装熔丝时，熔丝应顺着螺钉旋紧方向绕过去，同时应注意不要划伤熔丝，也不要使熔丝绷紧，以免减小熔丝截面尺寸或熔丝拉断。

④ 更换熔体时应切断电源，并应换上相同额定电流的熔体。

3. 熔断器的型号含义



(六) 交流接触器

接触器是一种电磁式的自动切换电器，适用于远距离频繁地接通或断开交直流主电路及大容量的控制电路。其主要控制对象是电动机，也可控制其他负载。

接触器按主触头通过的电流种类，分为交流接触器和直流接触器两大类。以交流接触器为例，它的外形、结构示意图和符号如图 1-9 所示。

1. 交流接触器的组成

交流接触器由以下四部分组成。

① 电磁系统。用来操作触头闭合与分断。它包括静铁芯、吸引线圈、动铁芯（衔铁）。铁芯用硅钢片叠成，以减少铁芯中的铁损耗，在铁芯端部极面上装有短路环，其作用是消除交

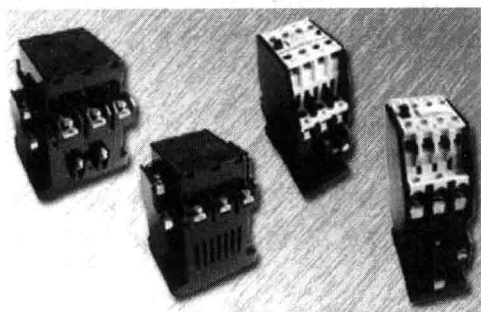


图 1-9 交流接触器外形结构图和符号

流电磁铁在吸合时产生的振动和噪声。

② 触点系统。起着接通和分断电路的作用。它包括主触点和辅助触点。通常主触点用于通断电流较大的主电路，辅助触点用于通断小电流的控制电路。

③ 灭弧装置。起着熄灭电弧的作用。

④ 其他部件。主要包括恢复弹簧、缓冲弹簧、触点压力弹簧、传动机构及外壳等。

2. 交流接触器的工作原理

当吸引线圈通电后，动铁芯被吸合，所有的常开触点都闭合，常闭触点都断开。当吸引线圈断电后，在恢复弹簧的作用下，动铁芯和所有的触点都恢复到原来的状态。

接触器适用于远距离频繁接通和切断电动机或其他负载主电路，由于具备低电压释放功能，所以还当作保护电器使用。

3. 交流接触器的选择

交流接触器的选用，应根据负荷的类型和工作参数合理选用。具体分为以下步骤。

(1) 选择接触器的类型

交流接触器按负荷种类一般分为一类、二类、三类和四类，分别记为 AC1、AC2、AC3 和 AC4。一类交流接触器对应的控制对象是无感或微感负荷，如白炽灯、电阻炉等；二类交流接触器用于绕线式异步电动机的启动和停止；三类交流接触器的典型用途是笼型异步电动机的运转和运行中分断；四类交流接触器用于笼型异步电动机的启动、反接制动、反转和点动。

(2) 选择接触器的额定参数

根据被控对象和工作参数如电压、电流、功率、频率及工作制等确定接触器的额定参数。

① 接触器的线圈电压，一般应低一些为好，这样对接触器的绝缘要求可以降低，使用时也较安全。但为了方便和减少设备，常按实际电网电压选取。

② 电动机的操作频率不高，如压缩机、水泵、风机、空调、冲床等，接触器额定电流大于负荷额定电流即可。接触器类型可选用 CJ10、CJ20 等。

③ 对重任务型电机，如机床主电机、升降设备、绞盘、破碎机等，其平均操作频率超过 100 次/min，运行于启动、点动、正反向制动、反接制动等状态，可选用 CJ10Z、CJ12 型的接触器。为了保证电寿命，可使接触器降容使用。选用时，接触器额定电流大于电机额定电流。

④ 对特重任务电机，如印刷机、镗床等，操作频率很高，可达 600~12000 次/h，经常运行于启动、反接制动、反向等状态，接触器大致可按电寿命及启动电流选用，接触器型号选 CJ10Z、CJ12 等。

⑤ 交流回路中的电容器投入电网或从电网中切除时,接触器选择应考虑电容器的合闸冲击电流。一般地,接触器的额定电流可按电容器的额定电流的 1.5 倍选取,型号选 CJ10、CJ20 等。

⑥ 用接触器对变压器进行控制时,应考虑浪涌电流的大小。例如交流电弧焊机、电阻焊机等,一般可按变压器额定电流的 2 倍选取接触器,型号选 CJ10、CJ20 等。

⑦ 对于电热设备,如电阻炉、电热器等,负荷的冷态电阻较小,因此启动电流相应要大一些。选用接触器时可不用考虑(启动电流),直接按负荷额定电流选取。型号可选用 CJ10、CJ20 等。

⑧ 由于气体放电灯启动电流大、启动时间长,对于照明设备的控制,可按额定电流 1.1~1.4 倍选取交流接触器,型号可选 CJ10、CJ20 等。

⑨ 接触器额定电流是指接触器在长期工作下的最大允许电流,持续时间 $\leq 8\text{h}$,且安装于敞开的控制板上,如果冷却条件较差,选用接触器时,接触器的额定电流按负荷额定电流的 110%~120% 选取。对于长时间工作的电机,由于其氧化膜没有机会得到清除,使接触电阻增大,导致触点发热超过允许温升。实际选用时,可将接触器的额定电流减小 30% 使用。

(3) 接触器操作频率的选择

操作频率是指接触器每小时通断的次数。当通断电流较大及通断频率较高时,会使触头过热甚至熔焊。操作频率若超过规定值,应选用额定电流大一级的接触器。

(4) 接触器额定电压和电流的选择

① 主触点的额定电流(或电压)应大于或等于负载电路的额定电流(或电压)。

② 吸引线圈的额定电压,则应根据控制回路的电压来选择。

③ 当线路简单、使用电器较少时,可选用 380V 或 220V 电压的线圈;若线路较复杂、使用电器超过 5h,应选用 110V 及以下电压等级的线圈。

4. 接触器的使用

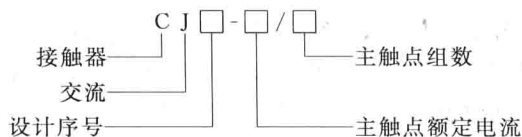
① 接触器安装前应先检查线圈的额定电压是否与实际需要相符。

② 接触器的安装多为垂直安装,其倾斜角不得超过 5° ,否则会影响接触器的动作特性;安装有散热孔的接触器时,应将散热孔放在上下位置,以降低线圈的温升。

③ 接触器安装与接线时应将螺钉拧紧,以防振动松脱。

④ 接触器的触头应定期清理,若触头表面有电弧灼伤时,应及时修复。

5. 型号含义



(七) 热继电器

热继电器是一种利用流过继电器的电流所产生的热效应而反时限动作的保护电器,它主要用作电动机的过载保护、断相保护、电流不平衡运行及其他电气设备发热状态的控制。

热继电器有两相结构、三相结构、三相带断相保护装置等三种类型,图 1-10 为热继电器的外形图。

热继电器主要由双金属片、热元件、动作机构、触点系统、整定调整装置等部分组成。

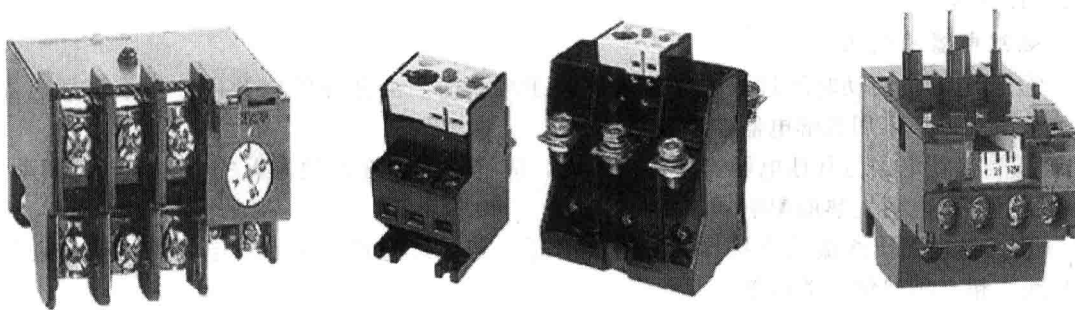


图 1-10 热继电器的外形

图 1-11 为实现两相过载保护的热继电器的结构示意图和符号。

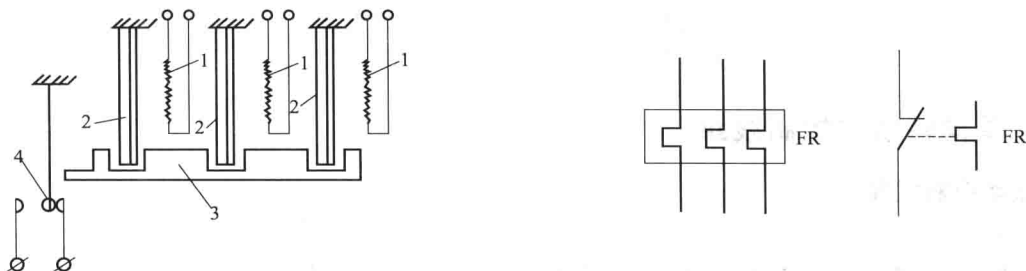


图 1-11 热继电器的结构示意图和符号

1. 工作原理

热继电器中的双金属片 2 由两种膨胀系数不同的金属片压焊而成，缠绕着双金属片的是热元件 1，它是一段电阻不大的电阻丝，串接在主电路中，热继电器的常闭触点 4 通常串接在接触器线圈电路中。当电动机过载时，热元件中通过的电流加大，使双金属片逐渐发生弯曲，经过一定时间后，推动动作机构 3，使常闭触点断开，切断接触器线圈电路，使电动机主电路失电。故障排除后，按下复位按钮，使热继电器触点复位。

热继电器的工作电流可以在一定范围内调整，称为整定。整定电流值应是被保护电动机的额定电流值，其大小可以通过旋动整定电流旋钮来实现。由于热惯性，热继电器不会瞬间动作，因此它不能用作短路保护。但也正是这个热惯性，使电动机启动或短时过载时，热继电器不会误动作。

热继电器用来对连续运行的电动机进行过载保护，以防止电动机过热而烧毁。

2. 热继电器的选择和使用

(1) 热继电器的选择

选用热继电器作为电动机的过载保护时，应使电动机在短时过载和启动瞬间不受影响。

① 热继电器的类型选择 一般轻载启动、短时工作，可选择两相结构的热继电器。当电源电压的均衡性和工作环境较差或多台电动机的功率差别较显著时，可选择三相结构的热继电器。对于三角形接法的电动机，应选用带断相保护装置的热继电器。

② 热继电器的额定电流及型号选择 热继电器的额定电流应大于电动机的额定电流。

③ 热元件的整定电流选择 一般将整定电流调整到等于电动机的额定电流。对过载能力差的电动机，可将热元件整定值调整到电动机额定电流的 0.6~0.8 倍。对启动时间较长，拖动冲击性负载或不允许停车的电动机，热元件的整定电流应调节到电动机额定电流的

1.1~1.15 倍。

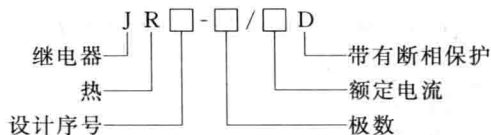
(2) 热继电器的使用

① 当电动机启动时间过长或操作次数过于频繁时, 会使热继电器误动作或烧坏电器, 故这种情况一般不用热继电器作过载保护。

② 当热继电器与其他电器安装在一起时, 应将它安装在其他电器的下方, 以免其动作特性受到其他电器发热的影响。

③ 热继电器出线端的连接导线应选择合适的。若导线过细, 则热继电器可能提前动作; 若导线太粗, 则热继电器可能滞后动作。

3. 型号含义



三、单向转动的控制线路

1. 点动控制线路

点动控制的工作原理

所谓点动控制是指按下按钮, 电动机就通电运转; 松开按钮, 电动机就失电停转。这种控制方法也常用于电动葫芦的起重电动机控制和车床拖板箱快速移动电动机控制。点动控制线路如图 1-12 所示。

线路的工作原理: 当电动机 M 需要点动时, 先合上组合开关 QS, 此时电动机 M 尚未接通电源。按下启动按钮 SB, 接触器 KM 的线圈得电, 使衔铁吸合, 同时带动接触器 KM 的三对主触头闭合, 电动机 M 便接通电源启动运转。当电动机需要停转时, 只要松开启动按钮 SB, 使接触器 KM 的线圈失电, 衔铁断开, 切断电动机的电源使其停止运转。

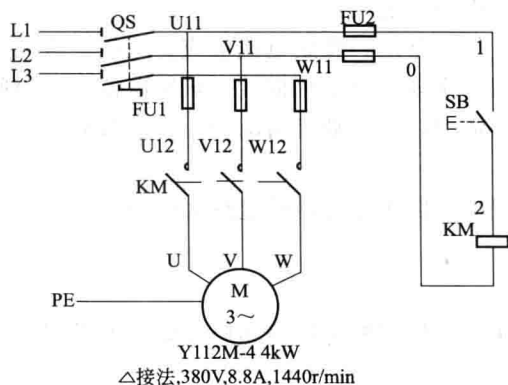


图 1-12 点动控制线路

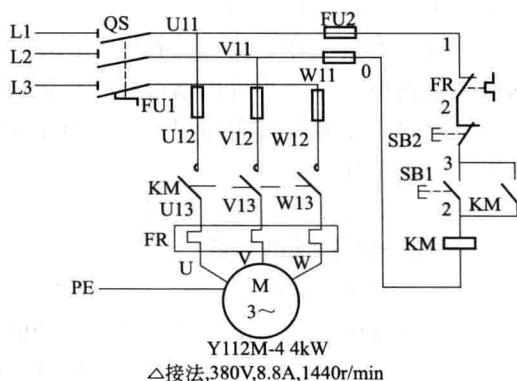


图 1-13 具有过载保护的接触器自锁正转控制电路

2. 具有过载保护的接触器自锁正转控制电路工作原理

这种线路的主电路和点动控制线路的主电路相同, 但在控制电路中又串接了一个停止按钮 SB2, 在启动按钮 SB1 的两端并接了接触器 KM 的一对常开辅助触头。电路图如图 1-13 所示。