

铁路职业教育铁道部规划教材

PLC 及电气控制

PLCJIDIANQIKONGZHI

TIELU ZHIYE JIAOYU TIEDAOBU GUIHUA JIAOCAI

武可庚 主编

高职

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



铁路职业教育铁道部规划教材

(高 职)

PLC 及电气控制

武可庚 主 编

张 龙 主 审

中国铁道出版社

2008年·北 京

内 容 简 介

本书是铁路高等职业教育铁道部规划教材。全书共分为八章,主要内容有:低压电器、电气控制线路的基本环节、典型机床的电气控制线路、可编程控制器概述、CPM1A 综述、可编程控制器 CPM1A 指令系统、可编程控制器编程、电气控制与 PLC 应用实训等。

教材突出高等职业教育的特点,坚持少而精的原则,尽可能做到通俗易懂。全书除介绍电气原理外,还介绍了常见故障及排除方法,力求使学生学以致用。本书贯彻最新国家标准,采用法定计量单位、最新的名词术语和图形符号。

本书为铁路高职教育电力机车运用及检修教材,也可作为中职三年制机电及数控专业教材,还可供行业部门技术工人岗位培训及自学使用。

图书在版编目(CIP)数据

PLC 及电气控制/武可庚主编. —北京:中国铁道出版社,2008.8

铁路职业教育铁道部规划教材. 高职

ISBN 978-7-113-09050-0

I. P… II. 武… III. ①可编程序控制器—高等学校:技术学校—教材②电气控制—高等学校:技术学校—教材 IV. TP332.3 TM921.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 106077 号

书 名: PLC 及电气控制

作 者: 武可庚 主编

责任编辑: 赵 静

电话: 010-51873134

电子信箱: td73133@sina.com

封面设计: 陈东山

责任校对: 张玉华

责任印制: 金洪泽 陆 宁

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

版 次: 2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 9.75 字数: 239 千

书 号: ISBN 978-7-113-09050-0/TP·2945

定 价: 20.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话:(市电)(010)51873170,路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

前 言

本书由铁道部教材开发小组统一规划,为铁路职业教育规划教材。本书是根据铁路高职教育电力机车驾驶与检修专业教学计划“PLC 及电气控制”课程教学大纲编写的,由铁路职业教育机车专业教学指导委员会组织,并经铁路职业教育机车专业教材编审组审定。

在编写中结合电力机车专业的特点,从应用角度综合电气控制技术、PLC 应用技术,以电气控制为主线,以成熟实用的技术为出发点,打破学科体系,充分考虑电气控制、PLC 的实际应用和发展情况,坚持少而精的原则,尽可能做到通俗易懂,便于教学。

本教材共分八章,第一至三章主要讲述继电器—接触器控制技术;第四至七章专门介绍了近年来迅速发展的可编程控制器(PLC)的原理及应用;第八章是 PLC 及电气控制的实训内容,兼顾到不同地区、不同条件学校的实际情况,可根据学校条件在授课时作适当取舍。

教材中除介绍电气控制、PLC 原理外,还介绍了常见故障及排除方法。

本书中的术语、图形文字符号均采用了最新国家标准。

本书由武可庚主编,张龙主审。第一、二、三章由刘芳编写,第四、五章由刘小春编写,第六、七章由宁俊学编写,绪论及第八章由武可庚编写。

本书在编写过程中得到铁路机车专业指导委员会的大力支持,得到太原北机务段及太原机车车辆工厂等单位的帮助,在此致以深切的谢意。

由于编者的水平有限,书中难免有错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2008 年 5 月

目 录

绪 论	1
第一章 低压电器	3
第一节 开关和主令电器	3
第二节 熔断器	7
第三节 接触器	9
第四节 继电器	11
习题一	15
第二章 电气控制线路基本环节	18
第一节 电气原理图的有关知识	18
第二节 三相异步电动机单向旋转控制线路	20
第三节 三相异步电动机正反转控制线路	23
第四节 三相异步电动机降压启动控制线路	26
第五节 三相异步电动机制动控制线路	29
第六节 三相异步电动机的转速控制线路	32
习题二	33
第三章 典型机床电气控制线路	35
第一节 CM6132 型普通车床电气控制线路	36
第二节 X62W 万能铣床电气控制线路	40
第三节 T68 型卧式镗床电气控制线路	45
第四节 组合机床的电气控制线路	50
第五节 机床电气控制线路的设计	53
第六节 机床电气维修方法	57
习题三	60
第四章 可编程控制器概述	61
第一节 可编程控制器的产生与特点	61
第二节 可编程控制器的组成与工作原理	64
第三节 可编程控制器的性能指标	67
第四节 可编程控制器的分类	68
习题四	69
第五章 CPM1A 综述	71
第一节 CPM1A 的规格与型号	71
第二节 CPM1A 的地址分配及系统配置	76

习题五	84
第六章 可编程控制器 CPM1A 的指令系统	86
第一节 基本指令	86
第二节 应用指令	92
习题六	107
第七章 可编程控制器编程	109
第一节 可编程控制器编程的基本原则	109
第二节 可编程控制器基本电路	111
第三节 程序设计的基本要求及步骤	115
第四节 编程器的使用	117
习题七	124
第八章 电气控制与 PLC 应用实训	125
实训一 三相异步电动机单向旋转及点动控制	125
实训二 三相异步电动机正反转控制	126
实训三 三相异步电动机 Y- Δ 降压启动控制	127
实训四 X62W 万能铣床控制线路	129
实训五 可编程控制器系统及 KBC-1 实训台的认识	130
实训六 PLC 在电动机控制电路中的应用	133
实训七 变延时及比较电路	135
实训八 PLC 控制的多级传送控制系统	136
实训九 两种液体混合自动控制	138
实训十 十字路口交通信号灯的自动控制	139
实训十一 计算机编程	141
实训十二 加工中心自动换刀控制系统的控制	143
实训十三 三层电梯的自动控制系统的控制	145
实训十四 电动机间歇运动控制	147
参考文献	149

绪论

一、《PLC及电气控制》课程的性质与任务

本课程是一门实用性很强的专业课,主要内容是以电动机或其他执行电器为控制对象,介绍继电器接触器控制系统和可编程控制系统的工作原理、典型机械的电气化控制线路以及电气控制系统的设计方法。可编程控制器(PLC)作为一种通用的自动化装置,具有体积小,编程简单,抗干扰能力强,可靠性高的优点。目前在工业控制的各个领域已经得到广泛的应用。可编程控制器是机电一体化技术的核心技术,是现代工业控制的三大支柱(可编程控制器、机器人和计算机辅助设计/计算机辅助制造)之一,它是自动控制技术、计算机技术和通信技术三者结合的高科技产品,是我们教学的重点所在。但是根据我国当前情况,继电器接触器控制系统仍然是机械设备最常用的电气控制方式,而且低压电器正在向小型化、长寿命发展,出现了功能多样的电子式电器,使继电器接触器控制系统性能不断提高,因此它在今后的电气控制技术中仍然占有相当重要的地位。另一方面 PLC 是计算机技术与继电器接触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,因此掌握继电器接触器控制技术也是学习和掌握 PLC 应用技术所必需的基础。

课程的目标是培养实际应用的能力,具体要求是:

- (1)了解常用低压电器元件的结构、工作原理、用途、型号,达到能正确选择和使用的目的。
- (2)熟练掌握继电器接触器控制线路的基本环节,具有阅读和分析电气控制线路的工作原理的能力。
- (3)熟悉典型设备电气控制系统,具有从事电气设备安装、调试、维修和管理等知识。
- (4)掌握 PLC 的基本原理及编程方法,能够根据工艺过程和控制要求进行系统设计和编写简单的应用程序。
- (5)通过一定的技能训练,使学生基本完成上岗所需的应有知识和能力。

二、电气控制技术的发展概况

电气控制技术是随着科学技术的不断发展、生产工艺不断提出新的要求而得到迅速发展的。从最早的手动控制发展到自动控制,从简单的控制设备发展到复杂的控制系统,从有触头的硬接线继电器控制系统发展到以计算机为中心的软件控制系统。现代电气控制技术综合应用了计算机、自动控制、电子技术、精密测量等许多先进的科学技术成果。

作为生产机械动力的电动机拖动,已由最早的采用成组拖动方式变为单独拖动方式,再变为生产机械的不同运动部件分别由不同电动机拖动的多电动机拖动方式,发展成今天无论是自动化功能,还是生产安全性方面都相当完善的电气自动化系统。

继电器接触式控制系统主要由继电器、接触器、按钮、行程开关等组成,其控制方式是断续的,所以又称为断续控制系统。由于这种系统具有结构简单、价格低廉、维护容易、抗干扰能力强等优点,至今仍是机床和其他许多机械设备广泛采用的基本电气控制形式,也是学习更先进

电气控制系统的基础。这种控制系统的缺点是采用固定接线方式、灵活性差、工作频率低、触头易损坏、可靠性差。

从 20 世纪 30 年代开始,机械加工企业为了提高生产效率,采用机械化流水作业的生产方式,对不同类型的零件分别组成自动生产线。随着产品机型的更新换代,生产线承担的加工对象也随之改变,这就需要改变控制程序,使生产线的机械设备按新的工艺过程运行,而继电器接触器控制系统是采用固定接线的,很难适应这个要求。大型自动生产线的控制系统使用的继电器数量很多,这种有触头的电器工作频率较低,在频繁动作情况下寿命较短,从而造成系统故障,使生产线的运行可靠性降低。为了解决这个问题,20 世纪 60 年代初期,利用电子技术研制出矩阵式顺序控制器和晶体管逻辑控制系统来代替继电器接触器控制系统,对复杂的自动控制系统则采用电子计算机控制,由于这些控制装置本身存在某些不足,均未能获得广泛应用。1968 年美国最大的汽车制造厂商——通用汽车(GM)公司为适应汽车型号不断更新,提出把计算机的完备功能以及灵活性、通用性好等优点和继电器接触器控制系统的简单易懂、操作方便、价格便宜等优点结合起来,做成一种能适应工业环境的通用控制装置,并把编程方法和程序输入方式加以简化,使得不熟悉计算机的人员也能很快掌握它的使用技术。根据这一设想,美国数字设备公司(DEC)于 1969 年率先研制出第一台可编程序控制器,在通用汽车公司的自动装配线上试用获得成功,从此以后,许多国家的著名厂商竞相研制,各自形成系列,而且品种更新很快,功能不断增强,从最初的逻辑控制为主发展到能进行模拟量控制,具有数据运算、数据处理和通信联网等多种功能。PLC 另一个突出的优点是可靠性非常高,平均无故障运行时间可达 10 万 h 以上,可以大大减少设备维修费用和停产造成的经济损失。当前 PLC 已经成为电气自动控制系统中应用最为广泛的核心装置。

数控技术在电气自动控制中占有十分重要的地位。1952 年美国研制出第一台三坐标数控铣床,它综合应用了当时电子计算机、自动调控、伺服驱动、精密检测与新型机械结构等多方面的最新技术成就,成为一种新型的通用性很强的高效自动化机床,它标志着机械制造技术进入了一个新阶段。随着微电子技术的发展,由小型或微型计算机再加上通用或专用大规模集成电路组成的计算机数控装置(CNC)性能更为完善,几乎所有的机床品种都实现了数控化,出现了具有自动更换刀具功能的数控加工中心机床(MC),工件在一次装夹中可以完成多种工序的加工。数控技术还在绘图机械、坐标测量机、激光加工机等设备上得到了广泛的应用,取得了良好的效果。

自 20 世纪 70 年代以来,电气控制相继出现了直接数字控制(DDC)系统、柔性制造系统(FMS)、计算机集成制造系统(CIMS)、综合运用计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、智能机器人、集散控制系统(DCS)、现场总线控制系统等多项技术,形成了从产品设计与制造到生产管理的智能生产的完整体系,将自动制造技术推进到更高的水平。

综上所述,电气控制技术的发展始终是伴随着社会生产规模的扩大、生产力水平的提高而前进的。电气控制技术的进步反过来又促进了社会生产力的进一步提高;同时,电气控制技术又是与微电子技术、电力电子技术、检测传感技术、机械制造技术等紧密联系在一起的。当前科学技术继续在高速发展,21 世纪的今天,电气控制技术必将达到更高的水平。



第一章

低压电器

低压电器是指工作在交流电压小于 1200 V, 直流电压小于 1500 V 的电路中的电器。低压电器作为基本元器件广泛用于发电厂、变电所、工矿企业、交通运输等电力输配电系统的控制系统。随着科学技术的飞速发展, 工业企业自动化程度的不断提高, 低压电器的使用范围日益扩大, 品种规格也不断增加。本章主要介绍常用低压电器的工作原理、型号、规格、图形符号和用途。

低压电器的种类繁多, 按其用途或所控制的对象不同可概括为:

(1) 低压配电电器 包括刀开关、组合开关、熔断器和自动开关等。主要用于配电系统中, 实现电能的输送、分配及电路和用电设备保护等作用。

(2) 低压控制电器 包括接触器、继电器、主令电器等。主要用于电气控制系统中, 实现发布命令、控制系统状态及执行动作等作用。

按低压电器的动作方式不同分为:

(1) 自动电器 指依靠电器本身参数的变化而自动完成动作或状态变化的电器, 如接触器、继电器等。

(2) 手动电器 指依靠人工直接操作完成动作切换的电器, 如按钮、刀开关等。

第一节 开关和主令电器

一、开 关

常用的开关包括刀开关、组合开关和自动开关等。

1. 刀开关

刀开关又称闸刀开关。刀极数目有单极、二极和三极。下面介绍两种常用的刀开关。

(1) 开启式负荷开关

开启式负荷开关又叫胶盖闸刀开关。图 1-1(a) 为 HK 系列开启式负荷开关的结构图。在瓷质底座上装有进线座、静触点、熔丝、出线座和刀片式的动触点, 上面还有两块胶盖。安装时, 应将电源进线接到进线座上, 将用电器接到开关的出线座上。这样在分闸时, 闸刀和熔丝上不会带电, 可以保证装换熔丝和维修电器时的人身安全。

开启式负荷开关的图形符号和文字符号如图 1-1(b) 和图 1-1(c) 所示。QS 是具有隔离作用的刀开关文字符号。

这种开关易被电弧烧坏, 适用于接通或断开有电压而无负载电流的电路。但因其结构简单、操作方便、价格便宜, 在一般照明电路和功率小于 5.5 kW 电动机的控制电路中仍可采用。

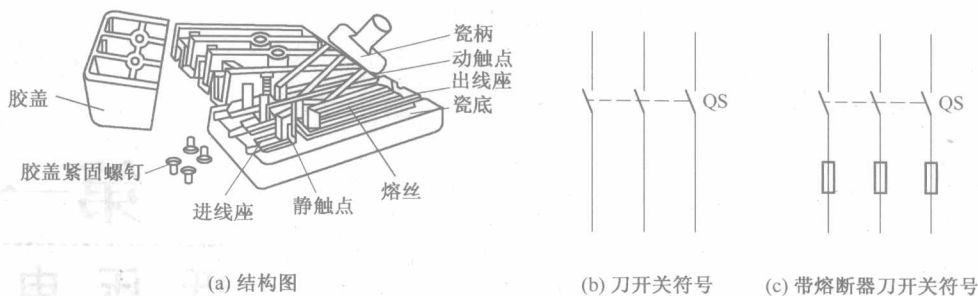


图 1-1 HK 系列开启式负荷开关

对于普通负载, 闸刀开关可以根据负载的额定电流来选择, 而对于有电动机启动的场合, 开关的额定电流可选择电动机额定电流的 3 倍左右。

常用的开启式负荷开关有 HK1 和 HK2 系列。

(2) 封闭式负荷开关

封闭式负荷开关又名铁壳开关。如图 1-2 所示, 它由闸刀、熔断器、操作机构和钢板(或铸铁)制成的外壳等组成。三个闸刀固定在一根绝缘的转轴上, 在内部装有速动弹簧, 用钩子钩在手柄转轴和底座间。当手柄转轴转到一定角度时, 速动弹簧的拉力增大, 就使闸刀快速地从夹座拉开, 电弧被迅速拉长而熄灭。为了保证用电安全, 铁壳上装有机电联锁装置, 当箱盖打开时, 手柄不能操纵开关合闸; 当闸刀合闸后, 箱盖不能打开。安装时, 铁壳应可靠接地, 以防意外的漏电引起操作者触电。

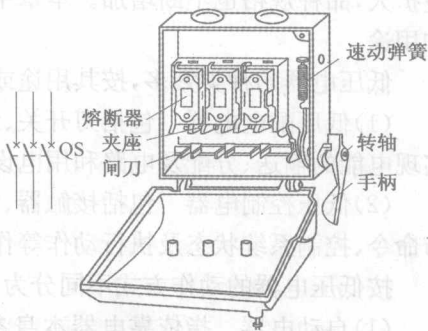


图 1-2 HH 系列铁壳开关

对于普通负载, 铁壳开关可以根据负载的额定电流来选择, 而对于有电动机启动的场合, 铁壳开关的额定电流可选择电动机额定电流的 1.5 倍左右。

常用的铁壳开关有 HH3、HH4、HH11 等系列。

三极铁壳开关既可以用作工作机械的电源隔离开关, 也可以用作负荷开关。

2. 组合开关

组合开关又称转换开关, 是一种多触点、多位置、可控制多个回路的电器。组合开关常用于机械设备的电源引入, 也可用于不频繁地控制小容量电动机的正反转。

图 1-3 为 HZ10-25/3 型三极组合开关。三极组合开关共有 6 个静触点和 3 个动触片, 静触点的一端固定在胶木边框内, 另一端则伸出盒外, 并附有接线螺钉, 以便和电源及用电器相连接。从图 1-3(b)、(c) 可见, 三个动触片装在绝缘垫板上, 并套在方轴上, 通过手柄可使方轴作 90° 正反向转动, 从而使动触片与静触点保持闭合或分断。在开关的顶部还装有扭簧储能机构, 使开关能快速闭合或分断。

组合开关应根据电源种类、电压等级、所需触点的数目和额定电流进行选用。

常用的 HZ10 系列普通类型组合开关的额定电压为交流 380V, 额定电流有 10、25、60、100 A 四种, 极数有 1~4 极四种。

组合开关由于安装尺寸小, 操作方便, 被广泛地用作电源隔离开关(通常不带负载时操作)。有时也用作负荷开关, 接通和断开小电流电路, 例如直接启动冷却液泵电动机, 控制机床

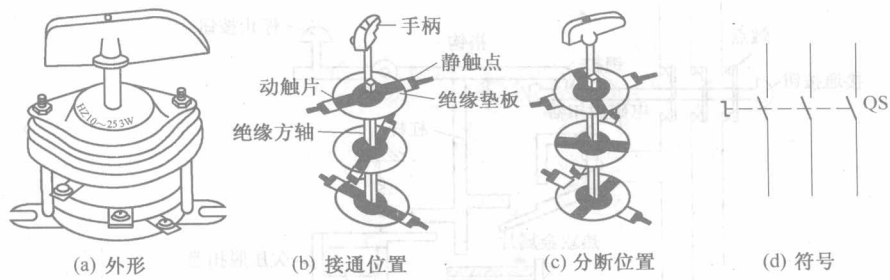


图 1-3 HZ10-25/3 型三极组合开关

照明等。

3. 自动开关

自动开关又称断路器，它集控制和多种保护功能于一身，除能完成接通和分断电路外，尚能对电路或电气设备发生的短路、严重过载及失压等进行保护。

自动开关具有操作安全、使用方便、工作可靠、安装简单、动作值可调、分断能力高、兼顾多种保护功能、保护动作后不需要更换元件等优点。

下面以 DZ5-20 型自动开关为例，介绍其结构特点及动作原理。

图 1-4 为 DZ5-20 型自动开关的外形和结构图。自动开关的结构为立体布置，外壳顶部突出红色停止按钮和绿色接通按钮，通过储能弹簧连同杠杆机构实现开关的接通和分断；上、下分别装有电磁脱扣器和热脱扣器，用来检测被控电路的电流；主触点系统在操作机构的下面，由动触点和静触点组成，用来接通和分断大电流。该产品还装有一对常开和常闭触点，可作为信号指示或用于控制电路。在平常状态下，处在相互脱开状态的触点叫常开触点，处在相互接触状态的触点叫常闭触点。

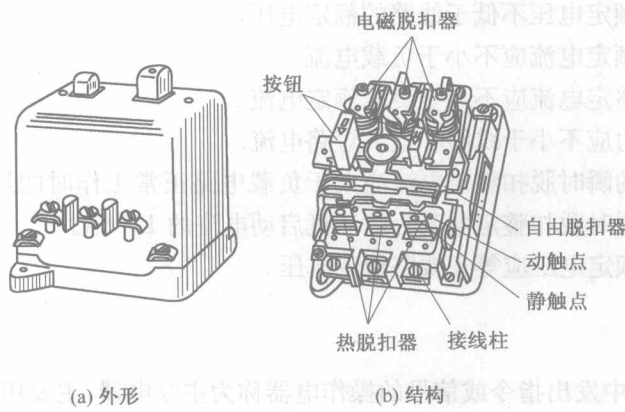


图 1-4 DZ5-20 型自动开关

图 1-5 是自动开关原理及符号图，图中主触点串联在被控制的三相电路中，当按下接通按钮时，外力使锁扣克服反力弹簧的斥力，将固定在锁扣上的动触点与静触点闭合，并由锁扣锁住搭钩，使开关处于接通状态。

当线路发生短路或严重过电流时，短路电流超过瞬时脱扣电流整定值，电磁脱扣器产生足够大的吸力，将衔铁吸合并撞击杠杆，使搭钩绕转轴座向上转动与锁扣脱开，锁扣在压力弹

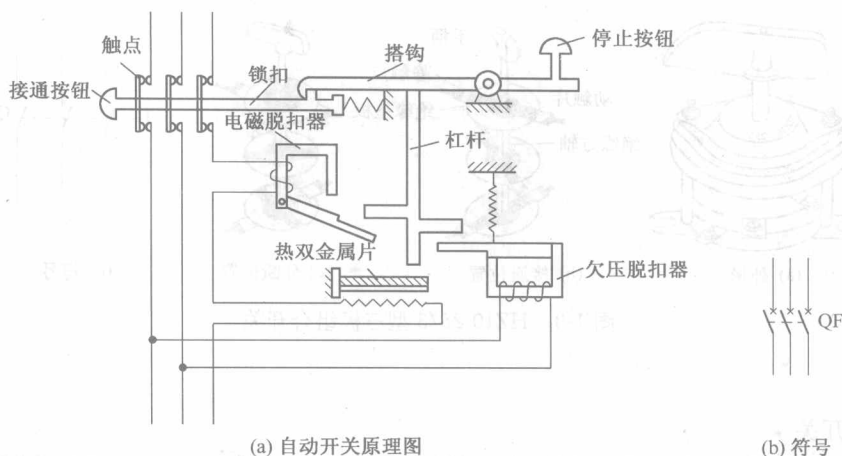


图 1-5 自动开关原理图和符号

簧的作用下,将主触点分断,切断电源。

当线路发生一般性过载时,过载电流虽不能使电磁脱扣器动作,但能使热元件产生一定的热量,促使双金属片受热向上弯曲,推动杠杆使搭钩与锁扣脱开,将主触点分断。

欠压脱扣器的工作过程与电磁脱扣器恰恰相反。当线路电压正常时,欠压脱扣器产生足够的吸力,克服拉力弹簧的作用将衔铁吸合,衔铁与杠杆脱离,锁扣与搭钩才得以锁住,主触点方能闭合。当线路上电压全部消失或电压下降到某一数值时,欠压脱扣器吸力消失或减小,衔铁被拉力弹簧拉开并撞击杠杆,主电路电源被分断。同理,在无电源电压或电压过低时,自动开关也不能接通电源。

常用塑壳式自动开关有 DZ5、DZ10、DZ20 等。

选用自动开关时的一般原则:

- (1) 自动开关的额定电压不低于线路的额定电压。
- (2) 自动开关的额定电流应不小于负载电流。
- (3) 热脱扣器的整定电流应不小于负载额定电流。
- (4) 极限分断能力应不小于线路中最大短路电流。
- (5) 电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流应大于负载电路正常工作时的最大电流。保护电动机时,电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流为电动机启动电流的 1.7 倍。
- (6) 欠压脱扣器额定电压应等于线路额定电压。

二、主令电器

在自动控制系统中发出指令或信号的操作电器称为主令电器,主要用来切换控制线路,实现对自动控制系统的各种控制。常用的主令电器有按钮、行程开关等。

1. 按钮

按钮又称按钮开关,它被用来接通和断开控制电路,它是电气控制中最常用的一种主令电器。

按照按钮的用途和触点的配置情况,可把按钮分为常开按钮、常闭按钮和复合按钮三种。按钮在停按后,一般能自动复位。

按钮的外形如图 1-6(a)所示,图形符号如图 1-6(b)所示,文字符号为 SB。

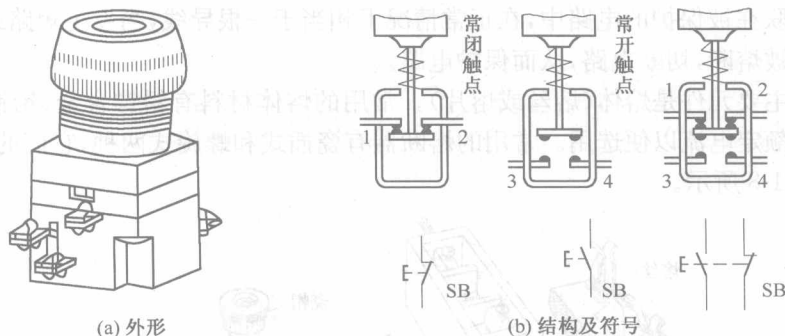


图 1-6 按钮

复合按钮有两对触点,桥式动触点和上部两个静触点(1、2)组成一对常闭触点,另和下部两个静触点(3、4)组成一对常开触点;停按后,在弹簧的作用下自动复位。复合按钮如果只使用一对触点,即成为常开按钮或常闭按钮。

按钮主要根据使用场合、触点数和颜色等因素选用。

2. 行程开关

行程开关又称限位开关,是一种根据运动部件的行程位置而切换电路的电器,它的作用主要是限定运动部件的行程。

行程开关的种类很多,它的结构和符号如图 1-7 所示,常见的有 JLXK1-111 型,它是单滚轮、自动复位式组合电器,内装有微动开关。所谓微动开关是一种反应很灵敏的开关,只要它的推杆有微量位移,就能使触点快速动作,它的结构如图 1-7(c)所示。行程开关的动作原理如下:当工作台边上的挡铁压到行程开关的滚轮上时,杠杆连同轴一起转动,并推动撞块移动,当撞块移动到一定位置时,便触动微动开关,先使其常闭触点分断,再使其常开触点闭合,当滚轮上的挡铁移开以后,复位弹簧使触点复位。

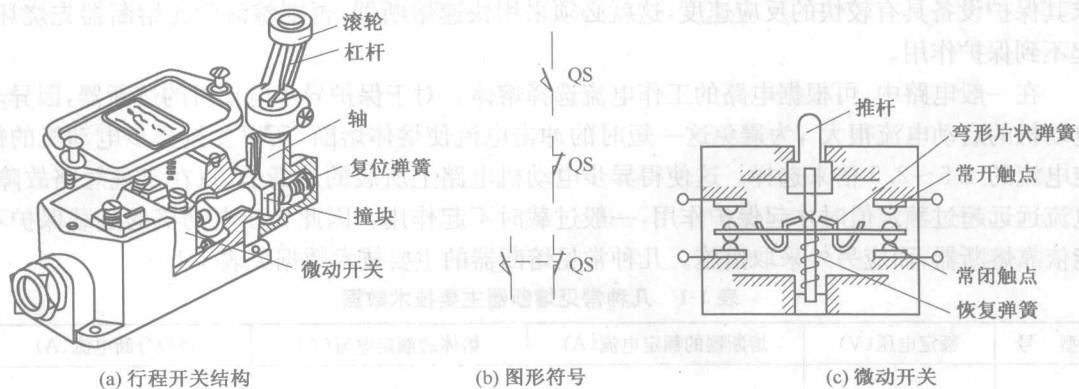


图 1-7 行程开关

行程开关主要根据应用场合所需的触点数、触点的形式、操作方式进行选择。

第二节 熔断器

熔断器又称保险丝,它是一种简单而有效的保护电器,主要用来保护电源免受短路的损

害。熔断器串联在被保护的电路中,在正常情况下相当于一根导线,当发生短路或过载而使电路电流增大时被熔断,切断电路,从而保护电路。

熔断器的主要元件是熔体(熔丝或熔片)。常用的熔体材料有铅锡合金、铅锡合金、铜等,制成以后标以额定电流以便选用。常用的熔断器有瓷插式和螺旋式两种,它们的形状、结构和图形符号如图 1-8 所示。

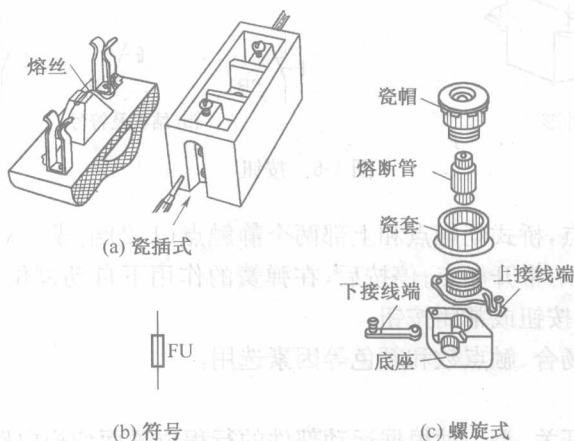


图 1-8 熔断器

瓷插式熔断器结构简单,将瓷插件拔下即可更换熔体,比较方便。常用的产品有 RC1A 系列。

螺旋式熔断器的底座好像一个螺纹口灯座,瓷帽内装一个瓷管(熔断管),管内放置熔体。像装灯泡一样将瓷帽拧入底座,电路即接通。在瓷帽上,隔一层玻璃可看到瓷管一端的色点,它附在熔体上,一旦熔体熔断,色点即消失,便于检查熔断器的好坏。常用的产品有 RL 系列和 RLS 系列。RLS 是螺旋式快速熔断器。有些设备,例如电子设备中的半导体硅整流管,要求其保护设备具有较快的反应速度,这就必须采用快速熔断器,否则整流管比熔断器先烧坏,起不到保护作用。

在一般电路中,可根据电路的工作电流选择熔体。对于保护异步电动机的熔断器,因异步电动机的启动电流很大,为避免这一短时的冲击电流使熔体熔断,所以要按异步电动机的额定电流的 1.5~2.5 倍来选择。这使得异步电动机电路上所装的熔断器,只在出现短路故障、电流远远超过额定值时才起保护作用,一般过载时不起作用。因此异步电动机的过载保护不能依靠熔断器,而应另外采取措施。几种常见熔断器的主要技术数据见表 1-1。

表 1-1 几种常见熔断器主要技术数据

型 号	额定电压(V)	熔断器的额定电流(A)	熔体的额定电流(A)	极限分断电流(A)
RC1A	380	5	1,2,3,5	300
		10	2,4,6,10	750
		15	12,15	1 000
		30	20,25,30	2 000
		60	40,50,60	4 000
		100	80,100	5 000
		200	120,150,200	100 000

续上表

型 号	额定电压(V)	熔断器的额定电流(A)	熔体的额定电流(A)	极限分断电流(A)
RL7	660	25	2,4,6,10	25 000
			16,20,25	
			35,50,63	
			85,100	
RLS2	500	30	16,20,25,30	50 000
		63	35,50,63	
		100	85,100	

第三节 接 触 器

接触器是一种应用广泛的电磁式自动切换电器。它通过电磁力作用下的吸合和反向弹簧力作用下的释放,使触点闭合和分断,控制电路的接通和关断。接触器是机械设备中最重要的控制电器之一。

一、交流接触器

接触器分为直流和交流两类,结构大致相同。下面以交流接触器为例,分析接触器的组成和作用,图 1-9 所示为交流接触器的外形和结构图。

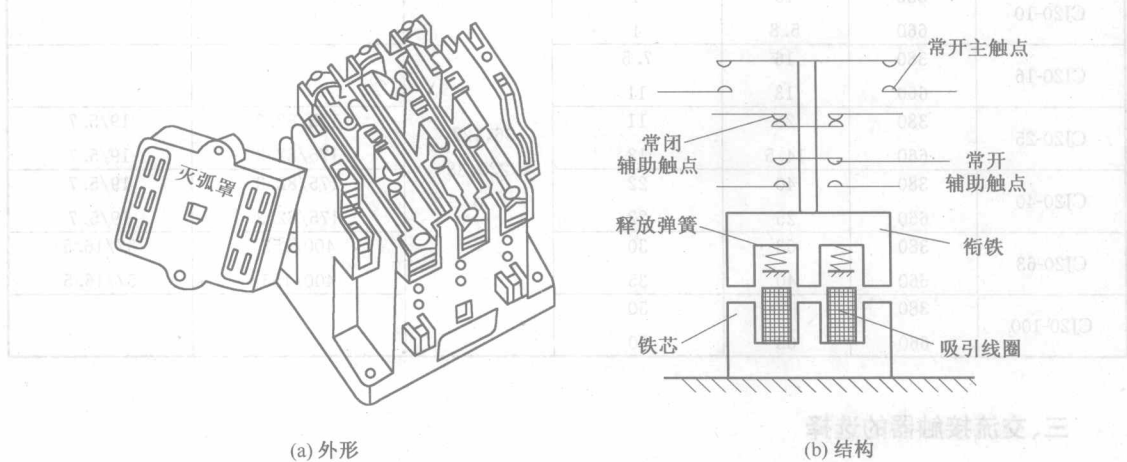


图 1-9 交流接触器

接触器主要由电磁机构、触点系统、灭弧装置和其他部分组成。

电磁机构主要包括铁芯、吸引线圈和衔铁等,其中铁芯与吸引线圈固定不动,衔铁可以移动。

触点系统包括 3 对主触点(图中仅画一对)和 4 对辅助触点(图中仅画 2 对),3 对主触点接在主电路中,起接通和断开主电路的作用,允许通过较大的电流;辅助触点接在控制电路中,只允许通过小电流,可完成一定的控制要求(如自锁、互锁等,将在下文中说明)。触点除有主、辅之分外,还可分成常开和常闭两类。当线圈未通电时(即平常状态下),处在相互脱开状态的触点叫常开触点,处在相互接触状态的触点叫常闭触点。各种接触器的主触点都是常开的,辅助触点有常开和常闭两种。接触器中常开和常闭触点是联动的:当线圈通电时,所有的常闭触

点先行分断,然后所有的常开触点跟着闭合,当线圈断电时,在释放弹簧力作用下,所有的常开触点先断开,所有的常闭触点后闭合。

在 20 A 以上的交流接触器中通常设有陶瓷灭弧罩。它的作用是迅速切断触点分断时所产生的电弧,以避免发生触点烧毛或熔焊。

其他部分包括释放弹簧、底座和接线柱等。

当交流接触器吸引线圈通入交流电时,铁芯和线圈产生电磁吸力,将衔铁吸合。一方面带动了常开主触点闭合,接通主电路;另一方面,带动常闭辅助触点断开,接着常开辅助触点闭合。当线圈断电或线圈外加电压太低时,在释放弹簧的作用下衔铁释放,常开主触点断开,切断主电路,常开辅助触点首先断开,接着常闭辅助触点恢复闭合。接触器的符号如图 1-10 所示。



图 1-10 接触器符号

二、交流接触器的技术数据

目前常用的交流接触器有 CJ20 系列,常用的直流接触器有 CZ18 系列。常用的 CJ20 系列交流接触器的技术数据见表 1-2。

表 1-2 CJ20 系列交流接触器的主要参数

型 号	触点额定电压(V)	触点额定电流(A)	可控电动机的最大功率(kW)	吸引线圈		
				额定电压(V)	启动功率(VA/W)	吸持功率(VA/W)
CJ20-10	380	10	4	36,127, 220,380		
	660	5.8	4			
CJ20-16	380	16	7.5			
	660	13	11			
CJ20-25	380	25	11		175/82.3	19/5.7
	660	14.5	13		175/82.3	19/5.7
CJ20-40	380	40	22		175/82.3	19/5.7
	660	25	22		175/82.3	19/5.7
CJ20-63	380	63	30		400/153	57/16.5
	660	40	35		400/153	57/16.5
CJ20-100	380	100	50			
	660	63	50			

三、交流接触器的选择

交流接触器的选用原则是:主触点的额定电流应等于或大于电动机的额定电流;所用接触器线圈的额定电压必须符合控制电源电压的要求;接触器触点的种类和数量应满足主电路和控制电路要求。

四、交流接触器的使用和维护

1. 安装前的检查

- (1)检查接触器铭牌与线圈的技术数据是否符合要求。
- (2)检查接触器的外观,有机械损坏。用手推动接触器的活动部分时要动作灵活,无卡住现象。
- (3)新近购置或搁置已久的接触器,要把铁芯上的防锈油擦干净,以免油污的黏性影响接

触器的动作。

(4)检查接触器在 85%额定电压时能否正常动作;在失压或电压过低时能不能释放。

(5)检查接触器的绝缘电阻。

2. 安装注意事项

(1)一般应安装在垂直面上,倾斜度不超过 5° 。注意要留有适当的飞弧空间,以免烧坏相邻的电器。

(2)安装孔的螺丝钉应装有弹簧垫圈,以防松动或因振动而松脱。

3. 日常维护

(1)定期检查接触器元件,观察螺丝钉有没有松动,可动部分是否灵活,对有故障的元件应及时处理。

(2)当触点表面因电弧烧蚀而有金属小粒时,应及时清除。但以银或银基合金制作的触点表面因电弧而烧成黑色,由于氧化银的导电性能很好,所以不要锉去,锉掉会缩短触点的寿命。

(3)灭弧罩往往较脆,拆卸时应注意不要碰碎。

第四节 继电器

继电器是一种自动控制电器,当输入信号(电量或非电量)达到规定值时,继电器的触点便自动地接通或断开所控制的电路,起到保护和控制电路的作用。

继电器种类繁多,按输入信号不同分为电压继电器、电流继电器、时间继电器、温度继电器、速度继电器、压力继电器等;按工作原理不同分为电磁式继电器、感应式继电器、热继电器、电动式继电器和电子式继电器等;按用途分为控制继电器和保护继电器。

一、电磁式电压、电流、中间继电器

电磁式继电器的结构和工作原理与接触器基本相同。由于继电器只是控制或保护小电流(一般在 5 A 以下)的电路,因此它的体积小,动作灵敏,不需要灭弧装置,触点数量多。电磁式继电器的符号如图 1-11 所示。



图 1-11 电磁式继电器符号

电压继电器是反映电压变化的控制电器,电流继电器是反映电流变化的控制电器。当继电器线圈上的电压和电流分别达到吸合值,电磁机构就将衔铁吸合,触点系统动作;当电压和电流减小到释放值,触点系统就复位。

电压继电器与电流继电器在使用方面和结构上存在一定的差别。电压继电器线圈与负载并联,反映负载电压值,故它的线圈匝数多而导线细;电流继电器的线圈与负载串联,反映负载电流值,故它的线圈匝数少而导线粗。

电压与电流继电器根据用途不同分为过电压和过电流继电器、欠电压和欠电流继电器。前者当电压和电流超过整定值时衔铁吸合,后者当电压和电流低于整定值时衔铁释放。

中间继电器实质上是一种电压继电器,所不同的是触点对数较多,容量较大(5~10 A),在电路中起到中间放大(触点对数和容量)和转换作用。

常用电磁式继电器产品有:JT 系列和 JL 系列电压、电流继电器,JZ 系列中间继电器等。电磁式继电器的选用主要考虑控制功能、负载的类型、触点数、触点形式及额定电流等。