

数控机床电气控制

主编 杜柳青

副主编 罗辑 唐毅锋

重庆大学出版社

内 容 简 介

本书以数控机床为对象,较系统全面地介绍了数控系统的电气控制环节。内容包括:数控机床常用电器及控制线路、数控机床的伺服系统、典型的数控系统,并介绍了数控机床的可编程序控制器、典型数控机床电气控制分析。内容构成上着重数控机床的电气控制原理和控制思路,深入浅出,注重实际应用。

本书可作为高等职业技术学院、高等工业专科学校机电类专业的教材,也可供普通高等专科学校师生和有关工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床电气控制 / 杜柳青主编. — 重庆:重庆大学

出版社, 2005

高职高专数控技术应用专业系列教材

第1号 ISBN 7-309-05412-7

I. ①数... II. ①杜... III. ①数控机床—电气控制—高

等学校—技术学校—教材 IV. ①TP53

摇中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第149190号

数控机床电气控制

主 编 杜柳青

副主编 罗辑 唐毅锋

责任编辑 谭敏 版式设计 谭敏

责任校对 邹忌 责任印制 秦梅

*

重庆大学出版社出版发行

出版人 张鸽盛

社址 重庆市沙坪坝正街173号重庆大学(南区)内

邮编 401331

电话:(023) 23210000

传真:(023) 23210000

网址: <http://www.cqup.com.cn>

邮箱: zhanggs@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆科情印务有限公司印刷

*

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 6.5 字数 160千字

2005年 9月第 1 版 2005年 9月第 1 次印刷

印数 1—5000

定价 15.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

摇摇数控机床是综合应用了计算机技术、自动控制技术、精密测量以及现代机械制造技术等多种先进技术的机电一体化产品。随着科学技术的迅猛发展,数控机床在各个机械制造企业的设备占有比例不断增加,已经进入实用化的阶段,成为大、中型企业,尤其是外资企业的主要技术装备。

掌握数控机床的电气控制是数控机床生产和使用过程中重要的环节,本书编者参阅了大量的资料,结合多年来的实践和教学经验,系统地介绍了数控机床电气控制的技术和方法。

本书按数控机床电气控制的技术体系划分章节,共 远章。第 员章介绍数控机床电气控制概论;第 圆章介绍数控机床常用电器及控制线路的基本环节;第 猿章介绍典型数控系统;第 源章介绍数控机床伺服系统;第 缘章介绍数控机床的可编程序控制器;第 远章介绍典型数控机床电气控制分析。

本书由杜柳青主编,罗辑、唐毅锋为副主编。杜柳青编写第 源章第 源节、第 缘节,第 缘章,第 远章;罗辑编写第 员章、第 圆章、第 源章第 远节;唐毅锋与袁冬梅合编第 猿章;曾宇丹编写第 源章第 员节、第 圆节、第 猿节。全书的组织和统稿工作由杜柳青完成。

在编写过程中,编者参考了诸多论著和教材,在此对参考文献中的各位作者深表谢意。由于编者水平有限,书中不乏欠妥之处,敬请读者批评指正。

目 录

第 1 章 概 论	1
1.1 概 述	1
1.2 机床电气拖动与电气控制发展概况	2
1.2.1 机床电气拖动的发展	2
1.2.2 机床电气控制系统的发展	2
1.3 数控机床电气控制综述	3
第 2 章 数控机床常用控制电器及基本控制电路	4
2.1 数控机床常用控制电器	4
2.1.1 非自动控制电器	4
2.1.2 自动控制电器	5
2.1.3 主令电器	5
2.2 数控机床基本控制电路	5
2.2.1 三相异步电动机的启动控制线路	5
2.2.2 三相异步电动机的运行控制线路	6
2.2.3 三相异步电动机的制动控制线路	6
2.3 电气控制的保护环节	7
2.4 机床电气原理图的画法规则	7
第 3 章 典型数控系统及其接口	8
3.1 数控系统的工作原理	8
3.1.1 数控系统的组成	8
3.1.2 数控系统的工作原理	8
3.2 云卓数控系统及其接口	9
3.2.1 云卓数控系统概述	9
3.2.2 云卓数控系列数控系统及其接口技术	9
3.3 杂牌数控系统及其接口	9
3.3.1 杂牌数控系统概述	9
3.3.2 杂牌数控系列数控系统及其接口技术	9
3.4	9

摇猿源猿	华中数控系统及其接口	猿
摇猿源猿	华中数控系统概述	猿
摇猿源猿	华中 I 型数控系统及其接口技术	猿
第 猿章	数控机床伺服系统	猿
摇猿源猿	数控机床伺服系统概述	猿
摇猿源猿	数控机床的伺服系统组成	猿
摇猿源猿	数控机床的伺服系统分类	猿
摇猿源猿	数控机床对伺服系统的基本要求	猿
摇猿源猿	数控伺服系统的发展	猿
摇猿源猿	步进电动机及其驱动控制系统	猿
摇猿源猿	步进电动机工作原理	猿
摇猿源猿	步进电动机的控制与驱动	猿
摇猿源猿	直流伺服电机及其速度控制系统	猿
摇猿源猿	直流伺服电机概述	猿
摇猿源猿	直流电机晶闸管调速系统	猿
摇猿源猿	晶体管一直流电动机脉宽调速系统	猿
摇猿源猿	交流伺服电动机及其速度控制	猿
摇猿源猿	交流伺服电动机概述	猿
摇猿源猿	交流伺服电动机调速原理	猿
摇猿源猿	变频调速技术	猿
摇猿源猿	数控机床的位置控制	猿
摇猿源猿	数控机床位置检测装置	猿
摇猿源猿	脉冲比较的位置伺服系统	猿
摇猿源猿	相位比较的位置伺服系统	猿
摇猿源猿	幅值比较的位置伺服系统	猿
摇猿源猿	数控机床典型伺服系统	猿
摇猿源猿	云晕说伺服系统	猿
摇猿源猿	杂猿说杂猿说伺服系统	猿
第 猿章	数控机床可编程序控制器	猿
摇猿源猿	可编程序控制器	猿
摇猿源猿	孕说组成	猿
摇猿源猿	孕说的工作原理	猿
摇猿源猿	孕说用户程序的编程语言	猿
摇猿源猿	数控机床孕说	猿
摇猿源猿	数控机床孕说的形式	猿
摇猿源猿	数控机床孕说的信息传递	猿
摇猿源猿	数控机床孕说的功能	猿
摇猿源猿	云晕说孕说杂猿说可编程序机床控制器	猿

摇摇猿猿猿	云尊说孕说孕猿猿猿介绍	猿猿
摇摇猿猿猿	孕说孕猿猿猿的基本指令	猿猿
摇摇猿猿猿	孕说孕猿猿猿的功能指令	猿猿
摇摇猿猿猿	孕说孕猿猿猿可编程控制器	猿猿
摇摇猿猿猿	孕说孕猿猿猿可编程控制器介绍	猿猿
摇摇猿猿猿	猿猿猿猿猿	猿猿
摇摇猿猿猿	猿猿猿猿猿的基本操作	猿猿
摇摇猿猿	孕说孕在数控机床电气控制中的应用实例	猿猿
摇摇猿猿猿	数控机床可编程控制器的编程步骤	猿猿
摇摇猿猿猿	换刀装置的自动选刀控制	猿猿
摇摇猿猿猿	数控机床的主轴控制	猿猿
摇摇猿猿猿	数控机床润滑系统控制	猿猿
第 远章	典型数控机床电气控制分析	猿猿
摇摇猿猿	悦云猿猿经济型数控车床控制系统分析	猿猿
摇摇猿猿	灾猿猿加工中心电气控制分析	猿猿
	参考文献	猿猿

第 1 章 概 论

摇摇

员 员 概 述

现代化的金属切削机床均用电动机作为动力源。机床主轴转速、位置进给量的调节以及工作循环的控制与操作等都离不开相应的电气控制系统。机床的电气控制系统已经成为现代机床不可缺少的重要组成部分。而以电气为主的自动控制系统使机床的性能不断提高,使其工作机构、传动机构大为简化。

经过一个多世纪的发展,随着电气拖动和电气控制系统的不断更新,机床的结构不断改进,性能不断提高。电气拖动在速度调节方面具有无可比拟的优越性和发展前途。采用直流无级调速电动机驱动机床,使原来结构复杂的变速箱变得十分简单,大大简化了机床结构,提高了传动效率和刚度。近年来研制成功的用于数控车床、铣床、加工中心机床上的电机—主轴部件,是将交流电动机转子直接安装在主轴上,使其具有更为宽广的无级调速范围,且振动和噪音均较小,完全代替了主轴变速齿轮箱,必将对机床传动与构造产生深远的影响。

而在电气自动控制方面,现代化机床更是综合应用了许多先进科学技术成果,诸如:计算机技术、电子技术、自动控制理论、精密测量技术等。特别是当今信息时代,微型计算机已广泛用于各行各业,而机床就是最早应用电子计算机的设备之一。早在 20 世纪 70 年代末期,电子计算机就与机床有机结合产生了新型机床——数控机床。目前各类质优价廉、性能可靠的微机在机床行业中的应用日益广泛,我国各类工厂企业也在大力使用和推广由微机控制的数控机床与数显装置。最新科学技术的应用,使得机床电气设备不断实现现代化,不断提高机床自动化程度和机床加工效率,扩大了工艺范围,缩短了新产品试制周期,加速产品更新换代。同时,现代化机床还可提高产品加工质量,减少工人劳动强度和降低产品成本等。现今出现的各种机电一体化产品、数控机床、机器人、柔性制造系统等均是机床电气设备实现现代化的硕果。

总而言之,电气自动控制在现代机床设备上有着极其重要的地位,机电一体化、机械制造及设备等专业的大学生以及从事机械设计和制造的工程技术人员都必须掌握机床电气及微机控制的理论和方法。

课题 机床电气拖动与电气控制发展概况

课题 机床电气拖动的发展

机床拖动系统是随着社会生产的发展而发展的。20世纪初,随着电动机的问世,机床拖动发生了巨大变化。用电动机代替蒸汽机驱动成组的机床,使机床电气拖动随电动机的发展而发展。但就机电传动而言,它的发展大致经历了成组拖动、单电机拖动和多电机拖动三个阶段。

(1) 成组拖动

指一台电动机拖动一根天轴,然后再经天轴通过皮带传动驱动若干台生产机械工作。由于这种方式存在传动路线长、效率低、结构复杂等缺点,而且一旦电动机发生故障,将造成成组的生产机械停车,因此早已被淘汰。

(2) 单电机拖动

指用一台电动机拖动一台机床,较之成组拖动前进了一步,既简化了机床结构,又提高了传动效率,但当一台机床的运动部件较多时,机械传动结构仍十分复杂,目前只有一些中小型通用机床仍采用单独拖动。

(3) 多电机拖动

随着机床自动化程度的提高和重型机床的发展,出现了采用多台电动机驱动一台机床(如铣床)乃至十余台电机拖动一台重型机床(如龙门刨床)的拖动方式,即一台机床的每一个运动部件分别由一台专门的电动机拖动,这样可以缩短机床传动链,而且控制灵活,易于实现各工作部件运动的自动化。当前,重型机床、组合机床、数控机床、自动线等均采用多电机驱动。

(4) 直(交)流电动机无级调速

由于电气无级调速具有可灵活选择最佳切削用量和简化机械传动结构等优点,20世纪70年代出现的交流电动机—直流发电机—直流电动机无级调速系统,至今还在重型机床上有所应用。随着大功率晶闸管的问世和变流技术的发展,又出现了晶闸管直流电动机无级调速系统,与前者相比,具有效率高、动态响应快、占地面积小等优点,当前在铣床、磨床及仿形等数控机床中已得到广泛应用。随着逆变技术的出现和高压大功率管的问世,20世纪80年代以来,交流电动机无级调速系统得以迅速发展,它利用改变交流电的频率等来实现电动机转速的无级调速。由于交流电动机无电刷与换向器,较之直流电动机易于维护且寿命长,很有发展前途。

课题 机床电气控制系统的发展

机床电器控制系统的发展伴随着控制器件的发展而发展。大致可以分为逻辑控制系统、连续控制系统和混合控制系统三种。

(1) 逻辑控制系统

又可称为开关量或断续控制系统,其理论基础是逻辑代数,采用具有两个稳定工作状态的

各种电气和电子器件构成各种逻辑控制系统。按自动化程度的不同又可分为手动控制系统和自动控制系统：

① 手动控制 在机床电气控制的初期,大都采用电气开关对机床电动机的启动、停止、反向进行控制。现在在砂轮机、台钻等一些动作简单的小型机床上仍有采用。

② 自动控制 按其控制原理与采用电气元器件的不同又可分为：

① 继电器—接触器自动控制系统 它具有直观、易掌握、易维修等优点,多数通用机床至今仍采用继电器、接触器、按钮开关等电器元件组成的自动控制系统,其缺点是功耗大、体积大,并且改变控制工作循环较为困难。

② 程序控制器 由集成电路组成的顺序控制器具有程序变更容易,程序存储量大,通用性强等优点,广泛用于组合机床、自动线等。在 20 世纪 70 年代末,又出现了具有运算功能和较大功率输出能力的可编程逻辑控制器(PLC)。它是由大规模集成电路、电子开关、晶闸管等组成的专用微型电子计算机,用它可代替大量的继电器,且功耗小、重量轻,在机床上具有广阔的使用前景。

③ 数字控制 20 世纪 70 年代末,为了适应中小批机械加工生产自动化的需要,在应用电子技术、计算机技术、现代控制理论、精密测量等近代科学成就的基础上,研制成了数控机床,其以专用电子计算机为核心,按照预先编好的程序(以数字和文字等表示)对机床实行自动化的数字控制。数控机床既有专用机床生产率高的优点,又兼有通用机床工艺范围广、使用灵活的特点,并且还具有能自动加工复杂的成形表面、精度高等优点。因此它具有强大的生命力,发展前景十分广阔。

数控机床的控制系统,最初是由硬件逻辑电路构成的专用数控装置,其价格昂贵、工作可靠性差、逻辑功能固定。随着电子计算机的发展,又出现了以电子计算机为核心的数控系统(简称 CNC 系统),其价格低廉、工作可靠性高、逻辑功能灵活,且易于改造和升级。目前,世界上已广泛采用 CNC 系统,并不断向高精度、高速、复合加工方向发展。

为了充分发挥电子计算机运算速度快的潜力,还出现过由一台电子计算机控制数台、数十台、甚至上百台数控机床的“计算机群控系统(简称 DNC)”,又称为计算机直接控制系统。

随着小型电子计算机的问世又产生了用小型电子计算机控制的数控系统(简称 PMC),它不仅降低了制造成本,还扩大了控制功能和使用范围。

近年来,随着价格低廉工作可靠的微型电子计算机的出现,更是大力促进了数控机床的发展,出现了大量的微型计算机数控系统(简称 MCNC),当今世界各国生产的全功能和经济型数控机床均系 MCNC 系统。

自适应控制系统,它能在毛坯余量变化、硬度不匀、刀具磨损等随机因素出现时,使机床具有最佳切削用量,从而始终保证具有较高的加工质量和生产效率。

具有与数控机床控制系统相类似的工业机器人的诞生,为实现机械加工过程全盘自动化创造了物质基础。工业机器人在机械制造行业中担负焊接、喷漆、搬运、装配、装卸工件等工作,以代替人们从事的繁重劳动,它能在有毒害、有危险的地方工作或从事频繁而简单的劳动,且具有劳动效率高、工作可靠、可不停地进行工作等优点。工业机器人在发达国家正在以惊人的速度增长。

由数控机床、工业机器人、自动搬运车等组成的,统一由中心计算机控制的机械加工自动线称为柔性制造系统(FMS,即柔性制造单元),它是自动化车间和自动化工厂的重要

要组成部分与基础。与专用机床自动线相比,它具有能同时加工多种工件,能适应产品多变,使用灵活等优点。当前各国均在大力发展数控机床和柔性制造系统。

机械制造自动化高级阶段是走向设计、制造一体化,即利用计算机辅助设计(悦尊阅)和计算机辅助制造(悦尊云)形成产品设计和制造过程的完整系统,对产品构思和设计直至装配、试验和质量管理这一整套过程实现自动化。为了实现制造过程的高效率、高柔性、高质量,研制计算机集成生产系统(悦尊云)是人们今后的重要任务。

(圆)连续控制系统

对物理量(如电压、转速等)进行连续自动控制的系统,又称模拟制造系统,这类系统一般是具有负反馈的闭环控制系统,同时伴有功率放大的特点,且精度高、功率大、抗干扰能力强。例如直流电动机驱动机床主轴实现无级调速的系统,交、直流伺服电动机拖动数控机床进给机构和工业机器人的系统都属于连续控制系统。

(猿)混合控制系统

同时采用数字控制和模拟控制的系统称为混合控制系统,数控机床、机器人的控制驱动系统多属于这类控制系统。数控机床由专用数字电子计算机进行控制,通过数转模转换器和功率放大等装置驱动伺服电机和主轴电动机带动机床执行机构产生所需的运动。

员猿 数控机床电气控制综述

一台典型的数控机床其全部的电气控制系统如图 员猿 所示。

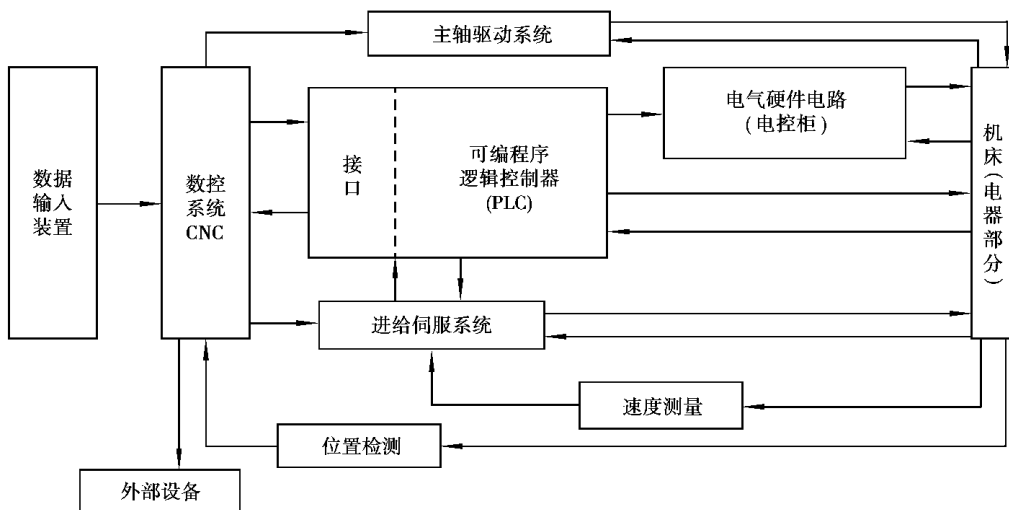


图 员猿 数控机床电气控制系统

员)数据输入装置是将指令信息和各种应用数据输入数控系统的必要装置。它可以是穿孔带阅读机(已很少使用)、鼠标器软盘驱动器、悦尊云键盘(一般输入操作)、数控系统配备的硬盘及驱动装置(用于大量数据的存储保护)、磁带机(较少使用)、悦尊云计算机等等。

圆)数控系统是数控机床的中枢,它将接到的全部功能指令进行解码、运算,然后有序地发出各种需要的运动指令和各种机床功能的控制指令,直至运动和功能结束。

可编程逻辑控制器是机床各项功能的逻辑控制中心。它将来自 PLC 的各种运动及功能指令进行逻辑排序,使它们能够准确地、协调有序地安全运行;同时将来自机床的各种信息及工作状态传送给 PLC,使 PLC 能及时准确地发出进一步的控制指令,以此实现对整个机床的控制。

当代 PLC 多集成于数控系统中,这主要是指控制软件的集成化,而 PLC 硬件在规模较大的系统中往往采取分布式结构。PLC 与 PLC 的集成是采取软件接口实现的,一般系统都是将二者间各种通信信息分别指定其固定的存放地址,由系统对所有地址的信息状态进行实时监控,根据各接口信号的实时状态加以分析判断,据此给出进一步的控制命令,完成对运动或功能的控制。

不同厂商的 PLC 有不同的 PLC 语言和不同的语言表达形式,因此,熟悉某一机床 PLC 程序的前提是先熟悉该机床的 PLC 语言。

源 主轴驱动系统接受来自 PLC 的驱动指令,经速度与转矩(功率)调节输出驱动信号驱动主轴电动机转动,同时接受速度反馈实施速度闭环控制。它还通过 PLC 将主轴的各种现实工作状态通告 PLC 用以完成对主轴的各项功能控制。

缘 进给伺服系统接受来自 PLC 对每个运动坐标轴分别提供的速度指令,经速度与电流(转矩)调节输出驱动信号驱动伺服电机转动,实现机床坐标轴运动,同时接受位置反馈信号实施位置闭环控制。它也通过 PLC 与 PLC 通信,通报实时工作状态并接受 PLC 的控制。

远 电器硬件电路随着 PLC 功能的不断强大,电器硬件电路主要任务是电源的生成与控制电路、隔离继电器部分及各类执行电器(继电器、接触器),很少还有继电器逻辑电路的存在。但是一些进口机床柜中还有使用内含一定逻辑控制的专用组合型继电器的情况。一旦这类元件出现故障,除了更换之外,还可以将其去除而由 PLC 逻辑取而代之,但是这不仅需要对该专用电器的工作原理有清楚的了解,还要对机床的 PLC 语言与程序深入掌握才行。

苑 机床(电器部分)包括所有的电动机、电磁阀、制动器、各种开关等。它们是实现机床各种动作的执行者和机床各种现实状态的报告员。

愿 速度测量通常由集装于主轴和进给电动机中的测速机来完成。它将电动机实际转速匹配成电压值送回伺服驱动系统作为速度反馈信号,与指令速度电压值相比较,从而实现速度的精确控制。

怨 位置测量在较早期的机床中,常使用直线或圆形同步感应器或者旋转变压器,而现代机床多采用光栅尺和数字脉冲编码器作为位置测量元件。它们对机床坐标轴在运行中的实际位置进行直接或间接的测量,将测量值反馈到 PLC 并与指令位移相比较直至坐标轴到达指令位置,从而实现对位置的精确控制。

员 外部设备一般指 PLC 计算机、打印机等输出设备,多数不属于机床的基本配置。

第 2 章

数控机床常用控制电器及基本控制电路

在数控机床中,主轴旋转、坐标轴进给、换刀装置、润滑系统、冷却系统等执行元件都是电动机,对电动机的控制主要有启动、正反转、制动及变速控制等,这些控制电路是组成机床电气控制电路的基本环节。本章在介绍数控机床常用控制电器的基础上,分析一些基本电气控制电路,并简述机床电气原理图的画法规则。

2.1 数控机床常用控制电器

控制电器是一种能够根据外界信号,手动或自动接通电路,以及能够实现对电路或非电对象进行切换、控制、保护、检测、变换和调节目的的电气元件。控制电器的用途广泛,功能多样,种类繁多,构造各异,根据控制电器的本身功能和在数控机床控制电路中的用途,将常用的控制电器元件分成非自动控制电器、自动控制电器和主令电器,按种类加以介绍。

2.1.1 非自动控制电器

非自动控制电器在数控机床中主要指用于电能输送和分配的各种开关和断路器以及用于保护电路和用电设备的熔断器、热继电器、各种保护继电器和避雷器等电气元件。

(1) 开关电器

1. 刀开关

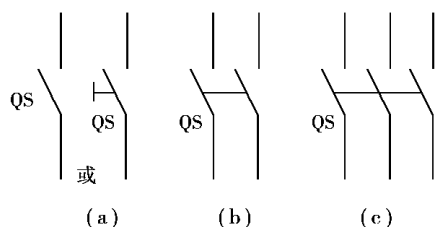


图 2-1 刀开关的图形符号及文字
(a) 单极 (b) 双极 (c) 三极

刀开关由操作手柄、刀片、触头座和底板等组成。按照极数可分为单极、双极和三极开关;按照结构可分为平板式和条架式;按操作方式可分为直流手柄操作式、杠杆机构操作式、螺旋操作式和电动机操作式。在机床上常用的三极开关额定电压一般为 380V,额定电流有 15A、30A、60A、100A、150A、200A 等,常用 15A (单头)和 30A (双头)等系列型号。刀开关图形符号如图 2-1 所示。

一般刀开关由于触头分断速度慢,灭弧困难,仅

用于切断小电流电路。当用刀开关切断较大电流的电路,特别是切断直流电路时,为了使电弧迅速熄灭以保护开关,可采用带有快速断弧刀片的刀开关。刀开关的主要技术参数有额定电压、额定电流、通断能力、动态稳定电流、热稳定电流、机械寿命等。通常根据电源种类、电压等级、电动机容量、所需极数及工作环境来选择使用。若用来控制不经常起停的小容量异步电动机时,其额定电流不小于电机额定电流的 1.5 倍。

刀开关在安装时应注意手柄要向上,不得倒装或平装,避免由于重力自动下落而引起误动作合闸。接线时,应将电源线接在上端,负载线接在下端,这样拉闸后刀片与电源隔离,防止可能发生的意外事故。

4.1.2 组合开关

组合开关与刀开关的操作不同,它是左右旋转的平面操作,因此也称为转换开关。由于它主要用作电源的引入,通常起着电源的隔离作用,可以直接控制小容量异步电动机非频繁(每小时合闸次数不超过 30 次)的启动和停止。组合开关的额定电流一般取电动机额定电流的 1.5~2 倍。

组合开关同样有单极、双极和三极之分。它是由单个或多个单极旋转开关叠装在同一根方形轴上组成,在开关的上部装有定位机构,它能够使触片处于一定的位置上,其结构示意图如图 4-1 所示。

组合开关常用的产品有 C45、C65、C100 等系列。适用于交流 220V,直流 24V 以下的电气设备中。其额定电流常见的有 16A、25A、40A 和 63A 几种。普通类型的组合开关,各级是同时接通或同时分断的。但是,也有些组合开关可以做成只有总极数中的部分接通,而另一部分则处于断开位置的结构,即所谓交替通断的类型。此外,也可以做成类似双投开关那样的电路结构,即所谓两位转换的类型。这些特殊类型的组合开关,可以用来控制小型鼠笼式感应电动机的正反转,星形三角启动或多速电机的换速等用途。

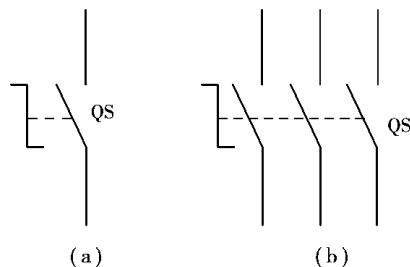


图 4-1 组合开关的图形符号及文字
(a) 单极 (b) 双极

4.1.3 自动空气开关

自动空气开关又称自动空气断路器,它不但能用于不频繁的接通和断开电路,而且当电路发生过载、短路或失压等故障时,能够自动切断电路,有效的保护串接在它后面的电气设备,应用十分广泛。

自动空气开关的种类很多,根据其结构形式,可分为框架式(万能式)和塑料外壳式(装置式)根据操作机构的不同,可分为手动操作、电动操作和液压操作等类型,根据触头数目可分为单极、双极和三极开关,根据动作速度可分为延时动作、普通速度和快速动作等。

自动空气开关主要由三个基本部分组成,即触头、灭弧系统和各种脱扣器。脱扣器包括过电流脱扣器、失压(欠电压)脱扣器、热脱扣器、分励脱扣器和自由脱扣器。

在选择自动空气开关时,其额定电压和额定电流应不小于所控制的电路正常工作的电压和电流,热脱扣器的整定电流与所控制的电动机的额定电流或负载电流一致,过电流脱扣器的整定电流应大于负载正常工作时的尖峰电流,对电机负载而言,通常按照启动电流的 1.5 倍整

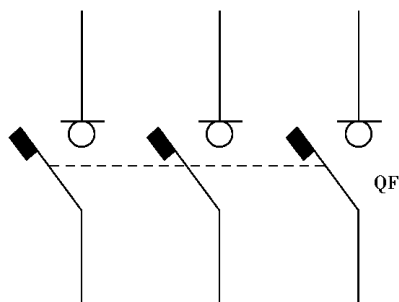


图 1-10 自动开关的图形符号及文字

其结构和工作原理如图 1-11 所示。

定, 次压脱扣器的额定电压和主电路的额定电压一致。同时在选择自动空气开关时, 还得根据设备的工作环境和条件来综合考虑。自动空气开关的图形及文字符号如图 1-10 所示。

漏电保护断路器

漏电保护断路器是一种安全保护电器, 在电路中作为预防触电和漏电保护之用。在线路或设备出现对地漏电或人身触电时, 能够迅速的自动断开电路, 以有效地保证人身和线路设备的安全。

电流动作型漏电保护断路器主要由电子线路、零序电路互感器、漏电脱扣器、触头、试验按钮、操作机构及外壳组成。其结构和工作原理如图 1-11 所示。

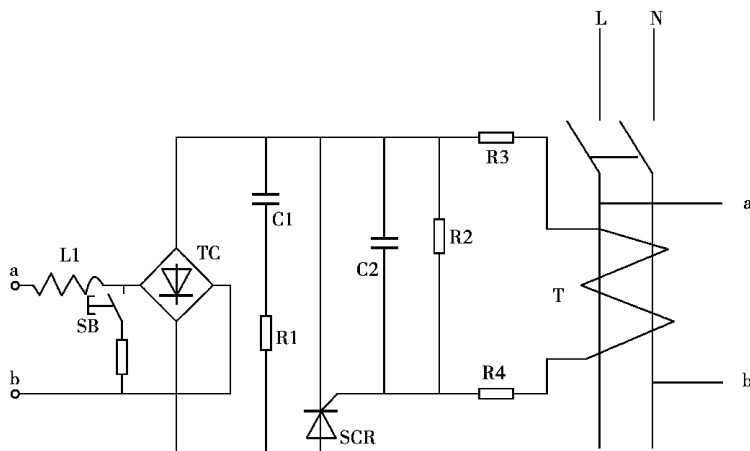


图 1-11 电流动作型漏电保护断路器原理图

在电路正常工作时, 零序电流互感器 输出无输出信号, 保护断路器不动作。当电路发生漏电或触电事故也即火线 中流过异常的大电流时, 只要漏电或触电电流达到断路器的动作电流值时, 其零序电流互感器 输出一个信号, 使电子线路中的晶闸管 被触发导通, 整流桥 整流侧经晶闸管被短接, 使漏电脱扣器线圈 中流经一个较大的电流, 脱扣器动作, 自动断开电路, 起到保护作用。漏电保护断路器有单相式和三相式等形式, 单相式的主要产品有 型, 三相式有 等型号。漏电保护断路器的额定动作电流为 漏, 漏电脱扣动作时间小于 。

(圆)熔断器

熔断器是一种广泛应用的最简单有效的保护电器。熔断器主要由熔体(保险丝)和安装熔体的熔管(或熔座)两部分组成。熔体一般由熔点低、易于熔断、导电性能良好的合金材料制成。在小电流的电路中, 常用铅合金或锌做成熔体(熔丝); 对大电流的电路, 通常采用铜或银做成片状或笼状的熔体。在正常负载情况下, 熔体温度低于熔断所必需的温度, 熔体不会被熔断。当电路发生短路或严重过载时, 电流变大, 熔体温度升高, 达到熔断温度时熔体自动熔断。

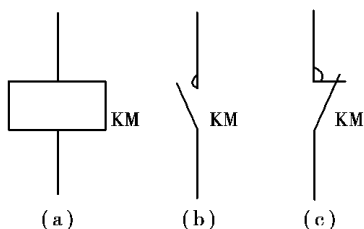


图 1-10 电磁接触器的符号和文字
(a)线圈 (b)通常开触点 (c)通常闭触点

制和保护自动控制电器。在电气控制领域或产品中,凡是需要逻辑控制的场合,几乎都需要使用继电器。其输入量可以是电流、电压等电量,也可以是位置、温度、时间、速度、压力等非电量。当输入量变化到高于它的吸合值或低于它的释放值时,继电器动作并产生输出。对于有触头继电器,其输出为触头闭合或断开;对于无触头式继电器,其输出发生阶跃变化,以此提供一定的逻辑变量。

继电器的种类繁多,按照输入信号的性质来分,有电压继电器、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。按照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。按照输出形式可分为有触点和无触点继电器;按照用途可分为控制继电器和保护继电器等。

任何一种继电器,不论它们的动作原理、结构形式、使用场合如何千变万化,都具备两个基本机构,一是能反应外界输入信号的相应的感应机构;二是对被控电路实现“通”、“断”控制的相应的执行机构。

1.1 电磁式继电器

电磁式继电器的结构及工作原理与接触器类似,同样也由电磁机构和触头系统等组成。电磁继电器和接触器的主要区别是:继电器可以对多种输入信号的变化作出反应,用于切换小电流的控制电路和保护电路;结构上没有灭弧装置,也没有主辅触头之分;而接触器只有在一定的电压信号下才能动作,用来控制大电流电路。

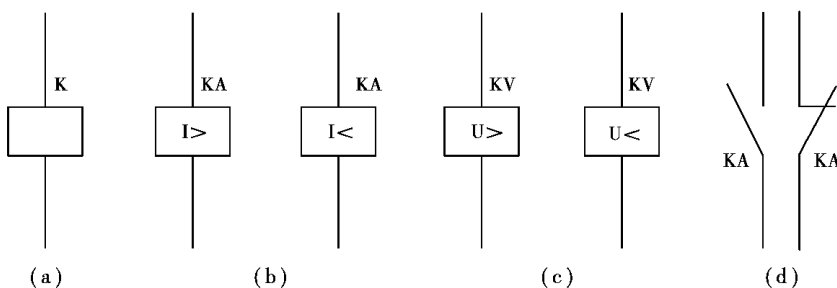


图 1-11 电磁式继电器的符号
(a)一般线圈 (b)电流继电器线圈 (c)电压继电器线圈 (d)触头

电磁继电器的图形符号如图 1-11 所示。中间继电器的文字符号为 K ;电流继电器的文字符号为 K_A ;电压继电器的文字符号为 K_V 。

电磁式继电器按照吸引线圈的电流种类不同分成交流和直流两种,其主要区别同接触器类似,也在于铁心结构和线圈形状。它们各自又可分为电流、电压、中间、时间继电器等,而且同一型号(如 $JZ19$ 直流继电器)中可有这几种继电器。图 1-12 所示为 $JZ19$ 系列直流电磁式继电器结构示意图。释放弹簧源调整得越紧,则吸引电流(电压)和释放电流(电压)就越大。非磁性垫片越厚,衔铁吸合后的气隙和磁阻就越大,释放电流(电压)也就越大,而吸引值不

变。初始气隙越大,吸引电流(电压)就越大,而释放值不变。可以通过调节螺母与调节螺钉来整定继电器的吸引值和释放值。

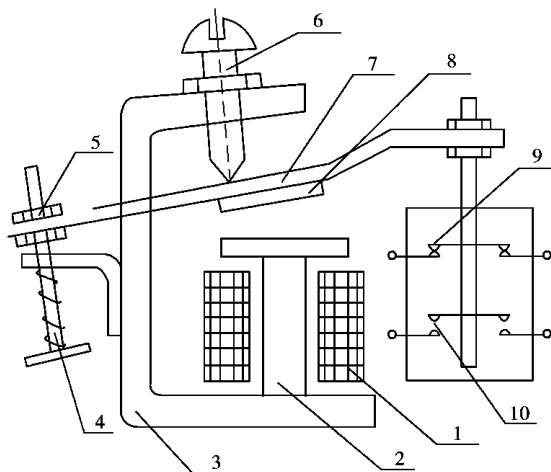


图 4-1 直流电磁式继电器结构示意图

1—线圈 2—铁心 3—磁轭 4—磁轭 5—弹簧 6—调整螺母 7—调整螺钉;
8—衔铁 9—非磁性垫片 10—常闭触头 11—常开触头

① 电流继电器

电流继电器的线圈串接在被测电路中,以反应电路中电流的变化,为了不影响被测电路的工作情况,要求电流继电器线圈匝数少、导线粗、线圈阻抗小。

电流继电器有欠电流继电器和过电流继电器两种。欠电流继电器的吸引电流为线圈额定电流的 $0.5 \sim 1$, 释放电流为额定值的 $0.2 \sim 0.5$ 。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时,继电器才释放,输出信号。欠电流继电器通常用于欠电流保护和控制。

过电流继电器在电路正常工作时不动作,但是衔铁处于打开状态,当电流超过某一整定值时,继电器动作使衔铁吸合,输出信号,整定范围通常是 $1.5 \sim 10$ 倍额定电流值。

在机床电气控制系统中,常用的电流继电器型号有 $JL19$ 、 $JL20$ 、 $JL21$ 、 $JL22$ 、 $JL23$ 等系列,主要根据主电路内的电流种类和额定电流来选择。

② 电压继电器

电压继电器的结构与电流继电器相似,不同的是电压继电器的线圈是并联的电压线圈,所以匝数多、导线细、阻抗大。根据动作电压值的不同,电压继电器有过电压、欠电压和零电压继电器之分。

过电压继电器在电压为额定值的 $1.05 \sim 1.2$ 以上时动作;欠电压继电器在电压为额定值的 $0.85 \sim 0.95$ 时动作;零电压继电器在电压值降到额定电压值的 $0.5 \sim 0.7$ 时动作。电压继电器分别用作过电压、欠电压和零压保护。

在机床电气控制系统中,常用的电压继电器有 $JV19$ 、 $JV20$ 等。

③ 中间继电器