

高职高专数控技术应用专业系列教材

数控机床 电气控制

Shukong Jichuang Dianqi Kongzhi

■ 主 编 杜柳青
■ 副主编 罗 辑 唐毅锋



重 庆 大 学 出 版 社

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,2006.4

高职高专数控技术应用专业系列教材

ISBN 7-5624-3586-3

I. 数... II. 杜... III. 数控机床—电气控制—高等学校:技术学校—教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 005125 号

数控机床电气控制

主 编 杜柳青

副主编 罗 辑 唐毅铎

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174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@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:787×1092 1/16 印张:11.5 字数:287千

2006年4月第1版 2006年4月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 7-5624-3586-3 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

教师信息反馈表

为了更好地为教师服务,提高教学质量,我社将为您的教学提供电子和网络支持。请您填好以下表格并经系主任签字盖章后寄回,我社将免费向您提供相关的电子教案、网络交流平台或网络化课程资源。

请按此裁下寄回我社或在网上下载此表格填好后 E-mail 发回

书名:		版次	
书号:			
所需要的教学资料:			
您的姓名:			
您所在的校(院)、系:	校(院)		系
您所讲授的课程名称:			
学生人数:	_____人	_____年级	学时:
您的联系地址:			
邮政编码:		联系电话	(家)
			(手机)
E-mail: (必填)			
您对本书的建议:		系主任签字	
		盖章	

请寄:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)
重庆大学出版社市场部

邮编:400030

电话:023-65111124

传真:023-65103686

网址:<http://www.cqup.com.cn>

E-mail:fxk@cqup.com.cn

前言

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6章。第1章介绍数控机床电气控制概论;第2章介绍数控机床常用电器及控制线路的基本环节;第3章介绍典型数控系统;第4章介绍数控机床伺服系统;第5章介绍数控机床的可编程控制器;第6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4章第4节、第5节,第5章,第6章;罗辑编写第1章、第2章、第4章第6节;唐毅锋与袁冬梅合编第3章;曾宇丹编写第4章第1节、第2节、第3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	4
第2章 数控机床常用控制电器及基本控制电路	6
2.1 数控机床常用控制电器	6
2.1.1 非自动控制电器	6
2.1.2 自动控制电器	9
2.1.3 主令电器	18
2.2 数控机床基本控制电路	21
2.2.1 三相异步电动机的启动控制线路	21
2.2.2 三相异步电动机的运行控制线路	25
2.2.3 三相异步电动机的制动控制线路	28
2.2.4 电气控制的保护环节	30
2.3 机床电气原理图的画法规则	32
第3章 典型数控系统及其接口	37
3.1 数控系统的工作原理	38
3.1.1 数控系统的组成	38
3.1.2 数控系统的工作原理	38
3.2 FANUC 数控系统及其接口	40
3.2.1 FANUC 数控系统概述	40
3.2.2 FANUC 0 系列数控系统及其接口技术	41
3.3 SIEMENS 数控系统及其接口	44
3.3.1 SIEMENS 数控系统概述	44
3.3.2 SINUMERIK 840D 数控系统及其接口技术	45

3.4 华中数控系统及其接口	51
3.4.1 华中数控系统概述	51
3.4.2 华中 I 型数控系统及其接口技术	51
第 4 章 数控机床伺服系统	56
4.1 数控机床伺服系统概述	56
4.1.1 数控机床的伺服系统组成	56
4.1.2 数控机床的伺服系统分类	57
4.1.3 数控机床对伺服系统的基本要求	59
4.1.4 数控伺服系统的发展	60
4.2 步进电动机及其驱动控制系统	62
4.2.1 步进电动机工作原理	62
4.2.2 步进电动机的控制与驱动	64
4.3 直流伺服电机及其速度控制系统	68
4.3.1 直流伺服电动机概述	68
4.3.2 直流电机晶闸管调速系统	70
4.3.3 晶体管一直流电动机脉宽调速系统	75
4.4 交流伺服电动机及其速度控制	77
4.4.1 交流伺服电动机概述	77
4.4.2 交流伺服电动机调速原理	81
4.4.3 变频调速技术	82
4.5 数控机床的位置控制	84
4.5.1 数控机床位置检测装置	85
4.5.2 脉冲比较的位置伺服系统	94
4.5.3 相位比较的位置伺服系统	95
4.5.4 幅值比较的位置伺服系统	97
4.6 数控机床典型伺服系统	98
4.6.1 FANUC 伺服系统	98
4.6.2 SIEMENS 伺服系统	100
第 5 章 数控机床可编程序控制器	104
5.1 可编程序控制器	104
5.1.1 PLC 的组成	104
5.1.2 PLC 的工作原理	106
5.1.3 PLC 用户程序的编程语言	108
5.2 数控机床 PLC	110
5.2.1 数控机床 PLC 的形式	110
5.2.2 数控机床 PLC 的信息传递	111
5.2.3 数控机床 PLC 的功能	112
5.3 FANUC PMC—SA3 可编程机床控制器	114

5.3.1	FANUC PMC—SA3 介绍	114
5.3.2	PMC—SA3 的基本指令	118
5.3.3	PMC—SA3 的功能指令	123
5.4	SIEMENS 可编程序控制器	133
5.4.1	SIEMENS 可编程序控制器介绍	133
5.4.2	STEP5 语言	134
5.4.3	STEP5 语言的基本操作	137
5.5	PLC 在数控机床电气控制中的应用实例	143
5.5.1	数控机床可编程序控制器的编程步骤	143
5.5.2	换刀装置的自动选刀控制	145
5.5.3	数控机床的主轴控制	147
5.5.4	数控机床润滑系统控制	151
第 6 章	典型数控机床电气控制分析	156
6.1	CK6150 经济型数控车床控制系统分析	156
6.2	V80 加工中心电气控制分析	160
参考文献		170

第 1 章

概 论

1.1 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 40 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、机械制造及设备专业的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。

1.2 机床电气拖动与电气控制发展概况

1.2.1 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 3 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 30 年代出现的交流电动机一直流发电机一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。

1.2.2 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 3 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60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40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 NC (Numerical Control),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 CNC (Computer Numerical Control)、DNC (Direct Numerical Control) 和 AC (Adaptive Control) 等数控系统。

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(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(CNC),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 MNC (Microcomputer Numerical Control),当今世界各国生产的全功能和经济型数控机床均系 MNC 系统。

AC 称为自适应控制系统,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 (Flexible Manufacturing System),它是自动化车间和自动化工厂的重

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(CAD)和计算机辅助制造(CAM)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(CIMS)是人们今后的重要任务。

(2) 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。

(3) 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/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。

1.3 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 1.1 所示。

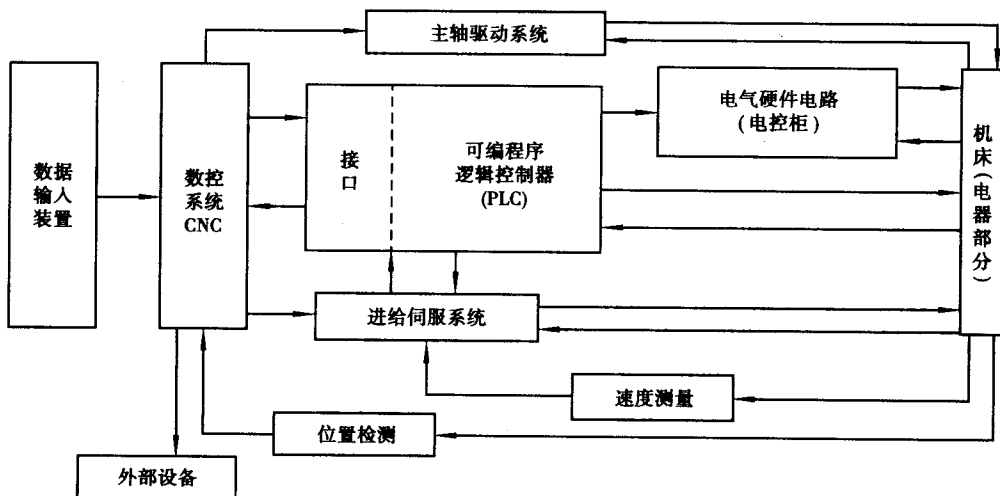


图 1.1 数控机床电气控制系统

1) 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)、3.5 in 软盘驱动器、CNC 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)、PC 计算机等等。

2) 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。

3) 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 CNC 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 CNC,使 CNC 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 CNC 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。

4) 主轴驱动系统接受来自 CNC 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 CNC 用以完成对主轴的各项功能控制。

5) 进给伺服系统接受来自 CNC 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 CNC 通信,通报实时工作状态并接受 CNC 的控制。

6) 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自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。

7) 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。

8) 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。

9) 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 CNC 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。

10) 外部设备一般指 PC 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 3 种类型加以介绍。

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

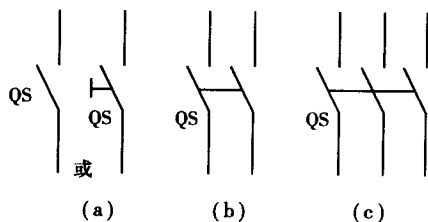


图 2.1 刀开关的图形符号及文字
(a) 单极; (b) 双极; (c) 三极

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机构操作式。在机床上常用的三极开关额定电压一般为 500 V, 额定电流有 100 A、200 A、400 A、600 A、1 000 A 等 5 种, 常用 HD(单头)和 HS(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3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。

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(每小时合关次数不超过20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1.5~2.5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2.2所示。

组合开关常用的产品有HZ1~HZ5, HZ10等系列。适用于交流380V, 直流220V以下的电气设备中。其额定电流常见的有10A、25A、60A和100A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-三角形启动或多速电机的换速等用途。

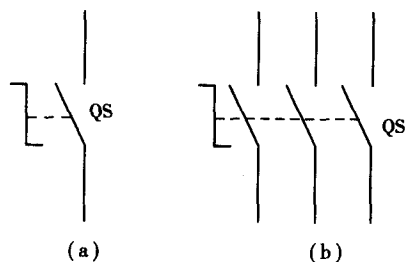


图2.2 组合开关的图形符号及文字
(a) 单极; (b) 双极

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3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1.7倍整

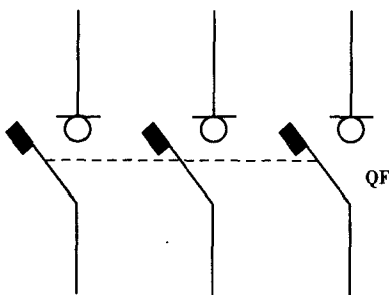


图 2.3 自动开关的图形符号及文字

定;欠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 2.3 所示。

4) 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 2.4 所示。

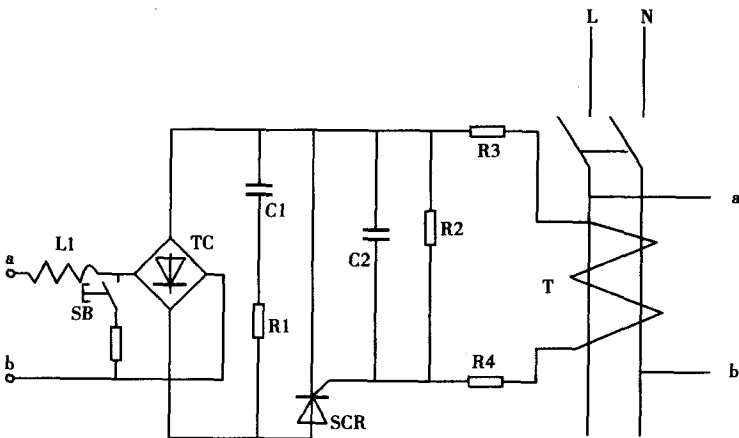


图 2.4 ZL18—20 型漏电保护断路器原理图

在电路正常工作时,零序电流互感器 L1 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 L 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 L1 输出一个信号,使电子线路中的晶闸管 SCR 被触发导通,整流桥 TC 直流侧经晶闸管被短接,使漏电脱扣器线圈 T 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 DZL18—20 型,三相式有 DZ15L、DZ47L、DS250M 等型号。漏电保护断路器的额定动作电流为 30 ~ 100 mA,漏电脱扣动作时间小于 0.1 s。

(2) 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,从而切断被保护的电路。熔体为一次性使用元件,再次工作必须更换新的熔体。

熔断器的类型及常用产品主要有瓷插(插入)式、螺旋式和密封管式3种。机床电气线路中常用的是RL1系列螺旋式熔断器及RC1系列插入式熔断器。选择熔断器主要是选择熔断器的类型、额定电压、额定电流及熔体的额定电流。熔断器的类型应根据线路要求和安装条件来选择。熔断器的额定电压应该大于或等于线路的额定电压;熔断器的额定电流应该大于或等于熔体的额定电流。而熔体额定电流的选择是熔断器选择的核心,其选择方法如下:

对于如照明线路等没有冲击电流的负载,应该使熔体的额定电流等于或稍大于电路的工作电流,即 $I_{fu} \geq I$ 。式中, I_{fu} 为熔体的额定电流, I 为电路的工作电流。

对于电动机类负载,应该考虑到电机启动时的冲击电流对线路的影响,按照公式进行选择: $I_{fu} \geq (1.5 \sim 2.5) I_N$ 。式中 $I_{fu} \geq I$ 为电动机的额定电流。

对于多台电动机,由一个熔断器保护时,熔体的额定电流应按照下面公式进行计算:

$$I_{fu} \geq (1.5 \sim 2.5) I_{N_{\max}} + \sum I_N \quad (2.1)$$

式中 $I_{N_{\max}}$ 为最大容量电动机的额定电流, $\sum I_N$ 为其余电动机额定电流的总和。

2.1.2 自动控制电器

自动控制电器在机床中主要用于控制电路和控制系统的电器。常见的有交流接触器、各种继电器及控制器等。

(1) 接触器

接触器是一种用来频繁地接通或分断带有负载的主电路,实现远距离自动控制的电器元件。它具有低电压释放保护功能,在机床上广泛的应用于对电动机的拖动控制中。接触器具有强大的执行机构,大容量的主触头及迅速熄灭电弧的能力,当系统发生故障时,能根据故障检测元件所给出的动作信号,迅速、可靠地切断电源。接触器按照其主触头通过的电流种类不同,分为直流接触器和交流接触器两种,机床电路中应用得最多的是交流接触器,其常用型号有CJ10、CJ12、CJ10X、CJ12B、CJ20等系列。

交流接触器是由电磁机构、触头系统、灭弧装置及其他部件等4部分组成:

- 1) 电磁机构由线圈、动铁心(衔铁)和静铁心组成。
- 2) 触头系统包括主触头和辅助触头。主触头用于通断主电路,有3对或4对常开触头;辅助触头用于控制电路,起电气联锁或控制作用,通常有两对常开常闭触头,分布在主触头两侧。
- 3) 灭弧装置。当触点断开大电流时,在动、静触头之间会产生强烈电弧,会烧坏触头并使切断时间延长,所以必须采用灭弧措施。
- 4) 其他部件包括反作用弹簧、缓冲弹簧、触头压力弹簧、传动机构及外壳等。

交流接触器的工作原理是当线圈通电后,静铁心产生电磁吸力将衔铁吸合。衔铁带动触头系统动作,使常开触头闭合,常闭触头断开。当线圈断电时,电磁吸力消失,衔铁在反作用弹簧的带动下释放,触头系统复位。

接触器的主要技术参数有额定电压、额定电流、吸引线圈的额定电压、机械寿命和电气寿命、额定操作频率、动作值(接触器的吸合电压和释放电压,通常吸合电压高于线圈额定电压的85%,而释放电压应低于75%)。接触器的电路符号和文字如图2.5所示。

(2) 继电器

继电器是根据某种输入信号的变化,接通或断开小电流控制电路,从而实现远距离自动控