

机床电气自动控制

陈远龄 黎亚元 傅国强 主编

重庆大学出版社

内 容 简 介

本书较全面地讨论了现代机床电气控制的主要类型。其内容包括:继电器控制电路的分析与设计;交、直流无级调速控制;机床数字控制(CNC及经济型数控系统);可编程控制器(PC)的原理、程序编制方法及在机械控制中的应用。

在机床电路图形符号和电气原理图的绘制上,均贯彻新颁布的国家标准。

本书可作为大专院校机械制造及设备、机械设计、机械电子工程以及与之相近专业的教材,亦可供机械、电气方面的工程技术人员参考。

机床电气自动控制

陈远龄 黎亚元 傅国强 主 编
责任编辑:梁 涛 版式设计:梁 涛
责任校对:任卓惠 责任印制:张立全

*

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

重庆大学建大印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:13.5 字数:337千

1994年6月第1版 2004年6月第10次印刷

印数:40 001—43 000

ISBN 7-5624-0842-4/TH·39 定价:17.50元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有 翻印必究

序

近年来我国高等专科教育发展很快,各校招收专科生的人数呈逐年上升趋势,但是专科教材颇为匮乏,专科教材建设工作进展迟缓,在一定程度上制约了专科教育的发展。在重庆大学出版社的倡议下,中国西部地区 14 所院校(云南工学院、贵州工学院、宁夏工学院、新疆工学院、陕西工学院、广西大学、广西工学院、兰州工业高等专科学校、昆明工学院、攀枝花大学、四川工业学院、四川轻化工学院、渝州大学、重庆大学)联合起来,编写、出版机类和电类专科教材,开创了一条出版系列教材的新路。这是一项有远见的战略决策,得到国家教委的肯定与支持。

质量是这套教材的生命的。围绕提高系列教材质量,采取了一系列重要举措:

第一、组织数十名教学专家反复研究机类、电类三年制专科的培养目标和教学计划,根据高等工程专科教育的培养目标——培养技术应用型人才,确定了专科学生应该具备的知识和能力结构,据此制订了教学计划,提出了 50 门课程的编写书目。

第二、通过主编会议审定了 50 门课程的编写大纲,不过分强调每门课程自身的系统性和完整性,从系列教材的整体优化原则出发,理顺了各门课程之间的关系,既保证了各门课程的基本内容,又避免了重复和交叉。

第三、规定了编写系列专科教材应该遵循的原则:

1. 教材应与专科学生的知识、能力结构相适应,不要不切实际地拔高;
2. 基础理论课的教学应以“必须、够用”为度,所谓“必须”是指专科人才培养规格之所需,所谓“够用”是指满足后续课程之需要。
3. 根据专科的人才培养规格和人才的主要去向,确定专业课教材的内容,加强针对性和实用性;
4. 减少不必要的教理论证和数学推导;
5. 注意培养学生解决实际问题的能力,强化学生的工程意识;
6. 教材中应配备习题、复习思考题、实验指示书等,以方便组织教学;
7. 教材应做到概念准确,数据正确,文字叙述简明扼要,文、图配合适当。

第四、由出版社聘请学术水平高、教学经验丰富、责任心强的专家担任主审,严格把住每门教材的学术质量关。

出版系列专科教材堪称一项浩大的工程。经过一年多的艰苦努力,系列专科教材陆续面市了。它汇集了中国西部地区 14 所院校专科教育的办学经验,是西部地区广大教师长期教学经验的结晶。

纵观这套教材,具有如下的特色:它符合我国国情,符合专科教育的教学基本要求和教学规律;正确处理了与本科教材、中专教材的分工,具有很强的实用性;与出版单科教材不同,有计划地成套推出,实现了整体优化。

这套教材立足于我国西部地区,面向全国市场,它的出版必将对繁荣我国的专科教育发挥积极的作用。这套教材可以作为大学专科及成人高校的教材,也可作为大学本科非机类或非电类专业的教材,亦可供有关工程技术人员参考。因此我不揣冒昧向广大读者推荐这套系列教材,并希望通过教学实践后逐版修订,使之日臻完善。

吴云鹏

1993年
仲夏

前 言

本书在内容处理上,既注意基础部分,又充分反映本领域的最新技术;既考虑先进性,也注重结合当前国情。文字叙述力求简明扼要,深入浅出。

全书包括继电器控制;交直流无级调速;机床数字控制及可编程控制器等机床电气控制的主要内容。

全书共分八章。第一章为绪论。第二、三章采用逻辑分析与文字叙述相结合的方式来分析机床继电器控制的基本电路及机床电路,以加强科学性及与全书各部分的联系。为考虑与先修课的衔接,补充了机乐常用电器简介的内容。第四章充分注意到电气无级调速的发展,介绍交、直流无级调速的基本原理和方法。第五章阐述了继电器电路的设计与元件选择。第六、七两章讨论机床数字控制的基本内容,既介绍了CNC数控,也从实用的角度对经济型数控作了较全面的介绍。第八章讨论发展非常迅速的可编程控制器的工作厚理和编程方法。

书中机床电路图形符号、机床电路原理图绘制以及有关术语,均贯彻《GB5226—85》、《GB7159—87》、《GB4728—86》、《JB2740—85》、《JB2739—83》等新标准。

本书由重庆大学陈远龄任主编,四川工业学院黎亚元、新疆工学院傅国强分别任第二、第三主编。第一、八章由陈远龄编写,第二章由傅国强编写,第三章由云南工学院郑季良编写,第四、五章由陕西工学院赵焱编写,第六、七章由黎亚元编写。全书由陈远龄负责统稿。

本书由重庆大学徐宗俊教授任主审。1993年7月在兰州进行终审,得到兰州工业高等专科学校的大力支持,陕西汉江机床厂吴静钧高级工程师对第五章的编写提供了不少帮助,在此一并致谢。

本书除可以作机械制造及设备、机械设计、机械电子工程、工业造型等专业的教材外,也可供其他有关专业师生和从事机械、电气方面的工程技术人员参考。

由于编者水平有限,谬误之处,恳请批评指正。

编 者

1993年8月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1.1 电气自动控制在现代机床中的地位	1
1.1.2 机床电气自动控制的发展概况	2
1.1.3 本课程的内容与要求	3
第 2 章 机床继电器基本控制电路	4
2.1 常用低压电器	4
2.1.1 开关电器和熔断器	4
2.1.2 交流接触器	7
2.1.3 按钮、行程开关	9
2.1.4 热继电器	10
2.1.5 时间继电器	12
2.1.6 速度继电器	14
2.2 机床电气原理图的画法规则	15
2.2.1 绘制原理图的原则与要求	15
2.2.2 图面区域的划分	17
2.2.3 符号位置索引	17
2.3 机床电路的逻辑表示	17
2.3.1 机床电器的逻辑表示	17
2.3.2 逻辑代数的基本逻辑关系及串、并联电路的逻辑表示	18
2.3.3 逻辑代数的基本性质及其应用举例	19
2.4 异步电动机起动、正反转、制动电路	20
2.4.1 异步电动机的起动电路	20
2.4.2 异步电动机正反转控制电路	23
2.4.3 异步电动机的制动电路	25
2.5 其他基本控制电路	28
2.5.1 连续工作(长动)与点动控制	28
2.5.2 多点控制	29
2.5.3 联锁控制	29
2.5.4 顺序起动控制	29
2.5.5 双速异步电动机的调速控制	30
习题	33
第 3 章 常用机床电路分析	34
3.1 普通车床电气控制电路	34

3.1.1	CA6140 普通车床控制电路	34
3.1.2	CM6132 普通车床控制电路	35
3.2	摇臂钻床电气控制电路	38
3.2.1	主电机控制	39
3.2.2	摇臂升降及夹紧、放松控制	41
3.2.3	主轴箱与立柱的夹紧与放松	42
3.2.4	机床安装后控制电路的检查	42
3.3	铣床电气控制电路	42
3.3.1	主轴电动机的控制	47
3.3.2	进给运动的电气控制	47
3.3.3	圆形工作台的控制	49
3.3.4	其他控制	49
3.4	组合机床电气控制电路	49
3.4.1	机械动力滑台控制电路	50
3.4.2	液压动力滑台控制电路	52
	习题	55
第4章 电气调速系统		56
4.1	电气调速概述	56
4.1.1	调速与稳速	56
4.1.2	电动机无级调速的类型	57
4.1.3	调速的性能指标	58
4.1.4	扩大调速范围的途径	60
4.2	晶闸管一直流电动机无级调速系统	61
4.2.1	直流调速方式	61
4.2.2	具有转速负反馈的调速系统	63
4.2.3	电压负反馈和电流正反馈调速系统	68
4.2.4	电流负反馈的应用	69
4.2.5	电压微分负反馈	71
4.2.6	无静差调速系统	71
4.3	交流调速系统	74
4.3.1	交流调速的类型	74
4.3.2	晶闸管交流调压及逆变电路原理	75
4.3.3	交流电动机的变频调速	77
	习题	82
第5章 机床控制电路设计		84
5.1	机床电气设计的基本内容	84
5.1.1	机床电气设计的基本要求	84
5.1.2	机床电气设计的内容与步骤	84
5.1.3	电气设计的技术条件	85
5.1.4	机床电力传动方案的确定	85

5.1.5	机床电气控制方案的确定	86
5.1.6	控制方式的选择	87
5.2	机床电器元件选择	88
5.2.1	电器元件的可靠性	88
5.2.2	电器元件选择的基本原则	88
5.2.3	电器元件的选择	88
5.3	机床电气电路设计	96
5.3.1	原理图设计的一般原则	96
5.3.2	控制电路电源的选择及动力电路设计	96
5.3.3	控制电路的经验设计法	97
5.3.4	设计举例	100
5.3.5	控制电路的逻辑设计法	106
5.4	电器位置图的绘制	107
5.4.1	电器布置原则	107
5.4.2	常用配线方式	107
5.4.3	电气元件位置图的绘制	108
5.4.4	检查与试验	109
	习题	109
第6章 机床数字控制		110
6.1	概述	110
6.1.1	机床数字控制技术	110
6.1.2	数控机床的组成	111
6.1.3	开环和闭环数控	112
6.2	计算机数控(CNC)系统	114
6.2.1	CNC系统的定义与结构	114
6.2.2	CNC系统软件	117
6.3	插补运算	118
6.3.1	逐点比较法	118
6.3.2	数字积分法(DDA)	124
6.4	数控机床的伺服系统	131
6.4.1	伺服系统的性能	131
6.4.2	相位伺服系统	131
6.4.3	幅值伺服系统	136
	习题	138
第7章 经济型数控系统		139
7.1	概述	139
7.1.1	经济型数控系统的特点	139
7.1.2	经济型数控系统的种类	139
7.1.3	经济型数控的发展概况	140
7.2	步进电机	141

7.2.1	步进电机的工作原理	142
7.2.2	步进电机的分类	143
7.2.3	步进电机的主要技术指标与特性	144
7.2.4	步进电机的环形分配器	145
7.3	步进电机的驱动电源	148
7.3.1	对步进电机驱动电源的要求	148
7.3.2	步进电机驱动电源分类	148
7.3.3	提高驱动电源性能的措施	149
7.3.4	功率放大器线路介绍	151
7.4	微机数控系统的接口电路	155
7.4.1	存储器扩展电路	155
7.4.2	步进电机控制电路	156
7.4.3	开关量的控制	156
	习题	157
第8章 可编程控制器(PC)		158
8.1	可编程控制器概述	158
8.1.1	PC的结构与工作原理	158
8.1.2	PC的特点与应用领域	161
8.1.3	PC的发展	162
8.2	PC的编程语言及指令系统	165
8.2.1	PC的程序表达方式	165
8.2.2	PC的编程元件	166
8.2.3	PC的指令系统	169
8.3	梯形图程序设计的规则及方法	175
8.3.1	梯形图设计规则	176
8.3.2	梯形图的经验设计法	177
8.3.3	梯形图的顺序控制设计法	178
8.4	PC在机械控制中的应用	181
8.4.1	PC的选型	181
8.4.2	开关量 I/O 模块的外部接线	182
8.4.3	采用通用逻辑指令实现时间顺序控制的程序设计	182
8.4.4	用置位(S)复位(R)指令实现机床运动循环控制	184
8.4.5	使用移位寄存器的编程方式	186
8.4.6	有多种操作方式的程序设计	187
	习题	191
附录		192
附录1 电工设备文字符号		192
附录2 电工系统常用图形符号		194
参考文献		204

第 1 章 绪 论

1.1.1 电气自动控制在现代机床中的地位

现代机床由工作机构、传动机构、原动机和自动控制系统四个部分组成。

所谓“自动控制”是指在没有人直接参与(或仅有少数参与)的情况下,利用自动控制系统,使被控对象(或生产过程),自动地按预定的规律去进行工作。如机床按规定的程序自动地启动与停车;利用微型计算机控制数控机床,按照计算机发出的程序指令,自动按预定的轨迹加工;利用可编程控制器,按照预先编制的程序,使机床实现各种自动加工循环,所有这些都是电气自动控制的应用。

实现自动控制的手段是多种多样的,可以用电气的方法来实现自动控制,也可以用机械的、液压的、气动的等方法来实现自动控制。由于现代化的金属切削机床均用交、直流电机作为动力源,因而电气自动控制是现代机床的主要控制手段。即使采用其他控制方法,也离不开电气控制的配合。本书就是以机床作为典型对象来研究电气自动控制技术的基本原理、方法和应用,这些基本控制方法自然也适用于其他机器设备及生产过程。

机床经过一百多年的发展,结构不断改进,性能不断提高,在很大程度上取决于电气拖动与电气控制系统的更新。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。采用直流或交流无级调速电动机驱动机床,使结构复杂的变速箱变得十分简单,简化了机床结构,提高了效率和刚度,也提高了精度。近年研究成功的电机—主轴部件,将交流电机转子直接安装在主轴上,使其振动和噪音均较小,它完全代替了主轴变速齿轮箱,对机床传动与结构将产生变革性影响。

生产技术和生产力的高速发展,要求机器具有更高的精度、更高的效率、更多的品种、更高的自动化程度及可靠性。科学技术特别是微电子技术的高速发展为电气控制的进步创造了良好的条件,现代机床在电气自动控制方面综合应用了许多先进科学技术成果,如计算技术、电子技术、传感技术、伺服驱动技术。特别是价廉可靠的微机在机床行业的广泛应用,使机床的自动化程度、加工效率、加工精度、可靠性不断提高,同时对扩大工艺范围,缩短新产品的试制周期,加速产品更新换代,降低成本和减轻工人劳动强度起到重要作用。近年来出现的各种机电一体化产品、数控机床、机器人、柔性制造单元及系统等均是电气自动控制现代化的硕果。可见电气自动控制对于现代机床的发展有极其重要的作用,机械制造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自动控制的理论和方法。

1.1.2 机床电气自动控制的发展概况

(1) 电气拖动的发展

电气控制与电气拖动有着密切的关系。20 世纪初,由于电动机的出现,使得机床的拖动发生了变革,用电动机代替蒸汽机,机床的电气拖动随电动机的发展而发展。

单电机拖动 一台电机拖动一台机床,较之成组拖动简化了传动机构,缩短了传动路线,提高了传动效率,至今中小型通用机床仍有采用单电机拖动的。

多电机拖动 由于生产的发展,机床的运动增多,要求提高,出现了采用多台电机驱动一台机床的拖动方式。采用了多电机拖动以后,不但简化了机械结构,提高了传动效率,而且易于实现各运动部件的自动化。多电机拖动是现代机床最基本的拖动方式。

交、直流无级调速 电气无级调速具有可灵活选择最佳切削速度和极大简化机械传动结构的优点。由于直流电动机具有良好的启动、制动和调速性能,可以很方便地在宽范围内实现平滑无级调速,所以 20 世纪 30 年代以后直流调速系统在重型和精密机床上得到广泛应用。20 世纪 60 年代以后,由于大功率晶闸管的问世,大功率整流技术和大功率晶体管的发展,晶闸管直流电动机无级调速系统取代了直流发电机—直流电动机、电磁放大机等直流调速系统,采用脉宽调制的直流调速系统也获得广泛应用。20 世纪 80 年代以后,由于半导体变流技术的发展,使得交流电动机调速系统有突破性进展。交流调速有许多优点,单机容量和转速可大大高于直流电机,交流电机无电刷与换向器,易于维护,可靠性高,能用于带有腐蚀性、易爆性、含尘气体等特殊环境中。与直流电机相比,交流电机还具有体积小、重量轻、制造简单、坚固耐用等优点。交流调速已突破关键性技术,从实用阶段进入了扩大应用、系列化的新阶段。以鼠笼式交流伺服电机为对象的矢量控制技术,是近年来新兴的控制技术,它能使交流调速具有直流调速的优越调速性能。交流变频调速器、矢量控制伺服单元及交流伺服电机已日益广泛地应用于工业中。交流调速的发展必将对机床行业产生深远影响,必须引起充分重视。

(2) 电气控制系统的发展

电气拖动的控制方式亦经历了一个从低级到高级的发展过程。最初采用手动控制。最早的自动控制是 20 世纪 20 ~30 年代出现的继电器接触器控制,它可以实现对控制对象的启动、停车、调速、自动循环以及保护等控制。它所使用的控制器件结构简单、价廉、控制方式直观、易掌握、工作可靠、易维护,因此在机床控制上得到长期、广泛的应用。它的缺点是体积大、功耗大、控制速度慢、改变控制程序困难,由于是有触点控制,在控制复杂时可靠性降低。

为了解决复杂和程序可变控制对象的需要,在 20 世纪 60 年代出现了顺序控制器。它是继电器和半导体元件综合应用的控制装置,具有程序改变容易、通用性较强等优点,广泛用于组合机床、自动线上。随着计算技术的发展,又出现了以微型计算机为基础的具有编程、存储、逻辑控制及数字运算功能的可编程控制器 PC(Programmable Comroller)。PC 的设计以工业控制为目标,因而具有功率级输出、接线简单、通用性强、编程容易、抗干扰能力强、工作可靠等一系列优点。它一问世即以强大的生命力,大面积地占领了传统的控制领域。PC 的一个发展方向是微型、简易、价廉,以图取代传统的继电器控制;而它的另一个发展方向是大容量、高速、高性能,对大规模复杂控制系统能进行综合控制。

数字控制是机床电气控制发展的另外一个重要方面。数控机床就是数控技术用于机床的产物。它是 20 世纪 50 年代初,为适应中小批机械加工自动化的需要,应用电子技术、计算技术、现代控制理论、精密测量技术、伺服驱动技术等现代科学技术的成果。数控机床既具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成型表面,精度高的优点。数控机床集高效率、高精度、高柔性于一身,成为当今机床自动化的理想形式。

数控机床的控制系统,最初是由硬件逻辑电路组成的专用数控装置 NC,它的灵活性差,可靠性不够。随着价格低廉工作可靠的微型计算机的发展,数控机床的控制系统无疑已为微机控制所取代,成为 CNC 或 MNC 系统。

加工中心机床是工序高度集中的数控机床。具有刀库和换刀机械手是它的显著特征。在加工中心机床上,工件可以通过一次装夹,完成全部加工。

从现代控制理论中的“最优控制理论”出发,研制了自适应数控机床(AC)。它能自动适应毛坯裕量变化、硬度不均匀、刀具磨损等随机因素的变化,使刀具具有最佳的切削用量,从而始终保证有高的生产率和加工质量。

为了发挥计算机运算速度快的能力,可由一台计算机控制多台数控机床,它称为计算机群控系统 DNC,又称为“直接数控系统”。

20 世纪 90 年代以后,“直接数控系统”在不断消退,而由柔性制造系统取而代之。

随生产的发展,由单个机床的自动化发展为生产过程的综合自动化。柔性制造系统 FMS 是由一中心计算机控制的机械加工自动线,是数控机床、工业机器人、自动搬运车、自动化检测、自动化仓库组成的高技术产物。加上计算机辅助设计 CAD、计算机辅助制造 CAM、计算机辅助质量检测 CAQ 及计算机信息管理系统将构成计算机集成制造系统 CIMS。它是当前机械加工自动化发展的最高形式。机床电气自动化在电气控制技术迅速发展的进程中被不断推向新的高峰。

1.1.3 本课程的内容与要求

“机床电气自动控制”是机制专业的一门电类专业课,其任务是讲授以机床为主要对象的自动控制技术的基本原理和实现手段。

本课程的先修课是“电工学”、“微机原理及应用”、“机床”。

本课程以国内使用最多的继电器控制为重点讲授内容,要充分注意到电气控制的先进技术和发展趋势,从应用的角度出发讲授电气无级调速、可编程控制器、数控技术的基本内容。

在学完本课程以后,学生应掌握电气自动控制的基本原理;熟悉一般机床的电气控制电路并具有一定的设计能力;了解电气无级调速的原理及在机床上的应用;懂得机床数控的基本知识;对可编程控制器应具有初步的运用能力。

综上所述,通过本门课程学习以后,学生能够具有对机电一体化产品的综合分析设计能力。

第 2 章 机床继电器接触器基本控制电路

机床一般都由电动机来拖动,为了达到各种工艺要求,对电动机的控制方式也是多种多样的。而在普通机床中多数采用继电器接触器控制方式,尤其是由三相异步电动机拖动的系统更是如此。

继电器接触器控制电路是由各种继电器、接触器、熔断器、按钮、行程开关等元件组成,实现对电力拖动系统的启动、调速、制动、反向等的控制与保护,以满足生产工艺对拖动控制的要求。这些电气元件一般只有两种工作状态:触头的通或断;电磁线圈的得电与失电。这与逻辑代数中的“1”和“0”相对应,因而完全可以采用逻辑代数这一数学工具来描述、分析、设计机床电气控制电路。随着科学技术的发展,逻辑代数不仅在继电器接触器控制电路的研究中得到广泛应用,而且在数字电路和计算机技术方面也是一个强有力的数学工具。

各种机床控制电路是多种多样的。有的比较简单,有的就很复杂,但再复杂的电路都是由一些基本的简单环节组合而成。本章在对常用电器元件简述的基础上,介绍一些电气控制电路的基本环节,并用逻辑代数来描述电气控制电路。

2.1 常用低压电器

低压电器是指工作电压在交流 1 000 V 以下或直流 1 200 V 以下的各种电器,这类电器品种繁多,功能多样,应用十分广泛。下面只介绍一些常用低压电器的功能、工作原理和这类电器在电路图中的图形符号和文字符号。

2.1.1 开关电器和熔断器

开关电器是指低压电器中作为不频繁地手动接通和断开电路的开关,或作为机床电路中电源的引入开关。它包括刀开关、组合开关、自动开关等。刀开关结构简单,手动操作,常用于低压控制柜中作电源引入开关。在机床中组合开关和自动开关比刀开关应用得更广泛。

(1) 组合开关

组合开关又称转换开关。它由动触片 1、静触头 2、方形转轴 3、手柄 4、定位机构及外壳等组成。动、静触头装在数层绝缘壳内,其结构示意图如图 2.1 所示。

当手柄由位置 转到位置 时,方形转轴带动各层动触片一起转动,使相应的静触头与动触片接通,从而接通电路。动触片的导电部分有 180°分布的,也有 90°分布的。各层动触片选用不同的形状与不同分布的静触头相配合,在转动手柄时,电路就有不同的通断状态。图中所

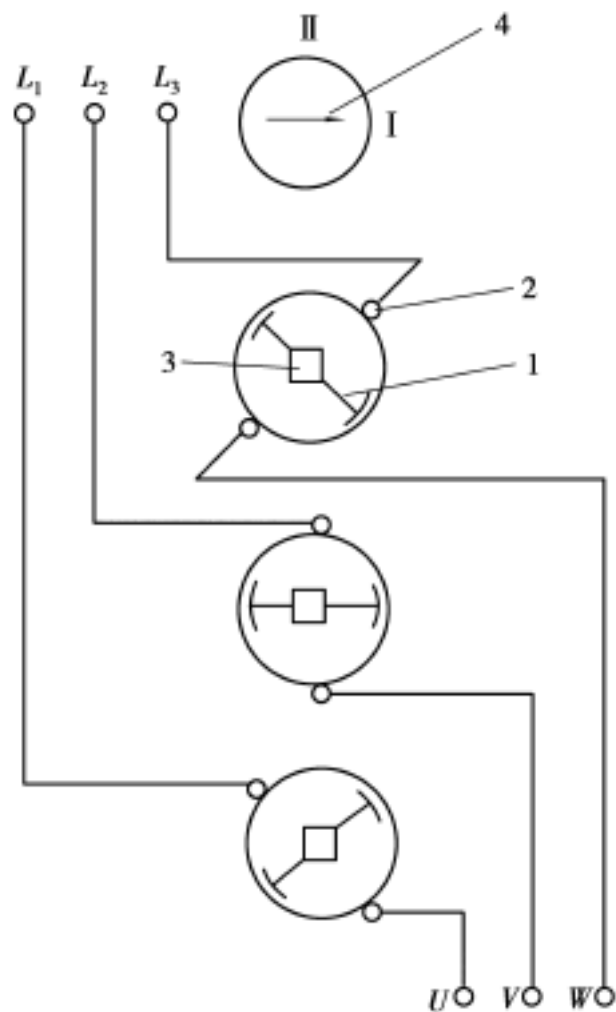


图 2.1 转换开关结构示意图

示的为三相(三极)开关。

组合开关有单极、双极、多极之分。它在机床电气设备中主要作为电源引入开关,也可用来直接控制小容量电动机不频繁地启动和停止。刀开关和组合开关在电路中的图形符号与文字符号如图 2.2 所示。

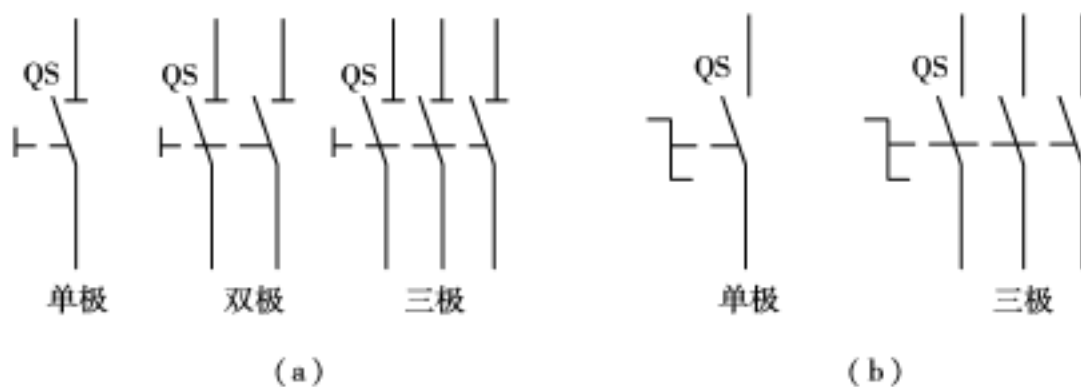


图 2.2 刀开关、组合开关图形符号与文字符号
(a) 刀开关 (b) 组合开关

(2) 自动开关

自动开关又称自动空气开关。当电路发生严重过载、短路以及失压等故障时,能自动切断故障电路,有效地保护串接在它后面的电气设备。因此自动开关是低压配电系统中一种十分重要的保护电器。在正常情况下,自动开关也可以不频繁地接通和断开电路或控制电动机的启动与停止。在机床电气设备中常用的是塑料外壳式自动开关。

图 2.3 是自动开关工作原理图,在图中手动合闸操作机构未画出,自动开关处于合闸位置。当过电流(短路)时,衔铁 11 被吸合;欠电压时,衔铁 7 释放;过载时双金属片 10 向上弯

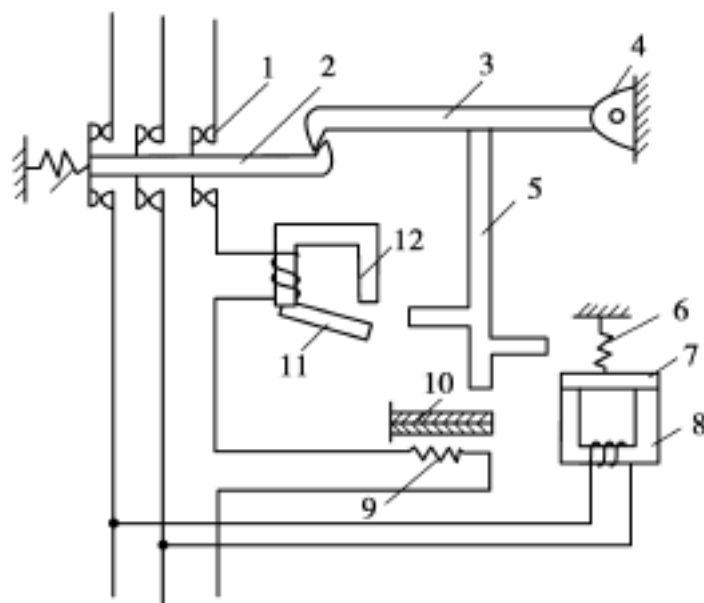


图 2.3 自动开关原理图

1 - 触头 2 - 锁键 3 - 搭钩 4 - 转轴 5 - 杠杆 6 - 弹簧 7 - 衔铁 8 - 欠电压脱扣器 9 - 加热电阻丝 10 - 热脱扣器双金属片 11 - 衔铁 12 - 过电流脱扣器 13 - 弹簧

曲,三者都通过杠杆5使搭钩3脱开,由主触头1切断电路。

由于主触头系统要断开线路的短路电流,因此主触头由耐弧合金制成并带有栅片灭弧装置。

塑壳式自动开关常用的有DZ10系列(额定电流分10、100、200、600 A四个等级)。小容量的有DZ4、DZ5系列(额定电流25、50 A两级)。选用自动开关除要考虑自动开关的额定电压和额定电流外,还应考虑自动开关允许切断的极限电流应略大于线路最大短路电流。

自动开关在电气电路图中的图形符号如图2.4所示。

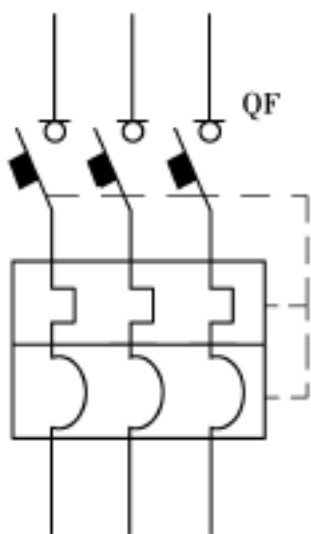


图 2.4 自动开关的图形符号

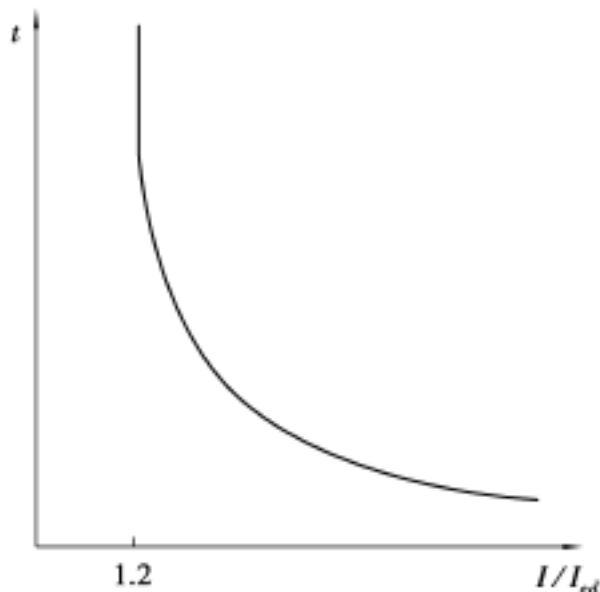


图 2.5 熔断器的安秒特性

(3) 熔断器

熔断器是一种最简单有效而价廉的保护电器,是利用金属的熔化作用来切断电路的。它串接在所保护的电路中,作为电路及用电设备的短路或严重过载的保护元件。

熔断器主要由熔体(俗称保险丝)和安装熔体的熔座两部分组成。熔体是由易熔金属铅、锡、锌、铜、银及其合金制成,有丝状、片状及笼状等形式。有的熔体安装在陶瓷或胶木封闭管中,内充石英砂,在熔体熔断时有利于灭弧。

熔体允许长期通过 1.2 倍额定电流。但当电路发生短路及严重过载时,熔体中产生的热量与通过电流的平方及通过电流的时间成正比,即通过电流越大,熔体熔断的时间越短。这一特性称为熔断器的保护特性,又称安秒特性,如图 2.5 所示,它具有反时限性。

常见的熔断器有瓷插式 RC1A 系列、封闭管式及螺旋式 RL1 系列等多种,而螺旋式 RL1 系列熔断器在机床电路中较常用。熔体的额定电流应根据所保护负载的性质及其电流的大小来选择。熔断器的图形符号及文字符号见图 2.6。



图 2.6 熔断器的图形、文字符号

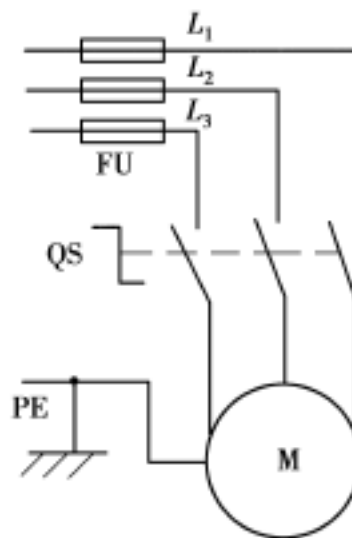


图 2.7 用开关直接启动电动机的电路

利用组合开关和熔断器就可构成最简单的具有短路保护的三相异步电动机控制电路。如图 2.7 所示。这种电路在小型台钻、砂轮机 etc 不频繁启动小容量电动机上常用。图中 PE 是保护接地符号。有关电工设备文字符号及电工系统常用图形符号见附录 1 及附录 2。

2.1.2 交流接触器

接触器是一种利用电磁铁操作,频繁地接通或断开交、直流主电路及大容量控制电路的自动切换电器。主要用于控制电动机、电焊机、电热设备、电容器组等。当电磁铁线圈得电电磁铁吸合时,带动接触器触头闭合,使电路接通。线圈失电时,电磁铁释放(在弹簧力作用下),接触器触头断开,使电路切断。它具有低电压(欠压或失压)释放的保护功能,并能实现远距离控制。

接触器按其主触头通过电流的种类,可分为交流接触器和直流接触器两大类。交流接触器的结构如图 2.8 所示,主要可分为电磁机构及触头系统两大部分。

(1) 电磁机构

由线圈、衔铁(动铁心)、铁心(静铁心)及释放弹簧等组成。当线圈接上交流电时,磁路中建立的磁通在动、静铁心间产生吸力,使衔铁带动触头动作。

由于线圈中流过的是交流电,因此铁心中磁通也是随时间变化的。为了减少交变磁通在铁心中产生的涡流、磁滞损耗,铁心采用薄硅钢片叠成。另外,由交变磁通产生的吸力也是随时间变化的。当吸力大于由释放弹簧作用于衔铁上的反作用力时,衔铁吸合,反之衔铁释放,这样会引起衔铁及触头的振动,产生很大的噪音及电弧,使接触器根本无法工作。解决这个问题的办法是在铁心端部开一个槽,槽内嵌入短路铜环(又称分磁环),如图 2.9 所示。

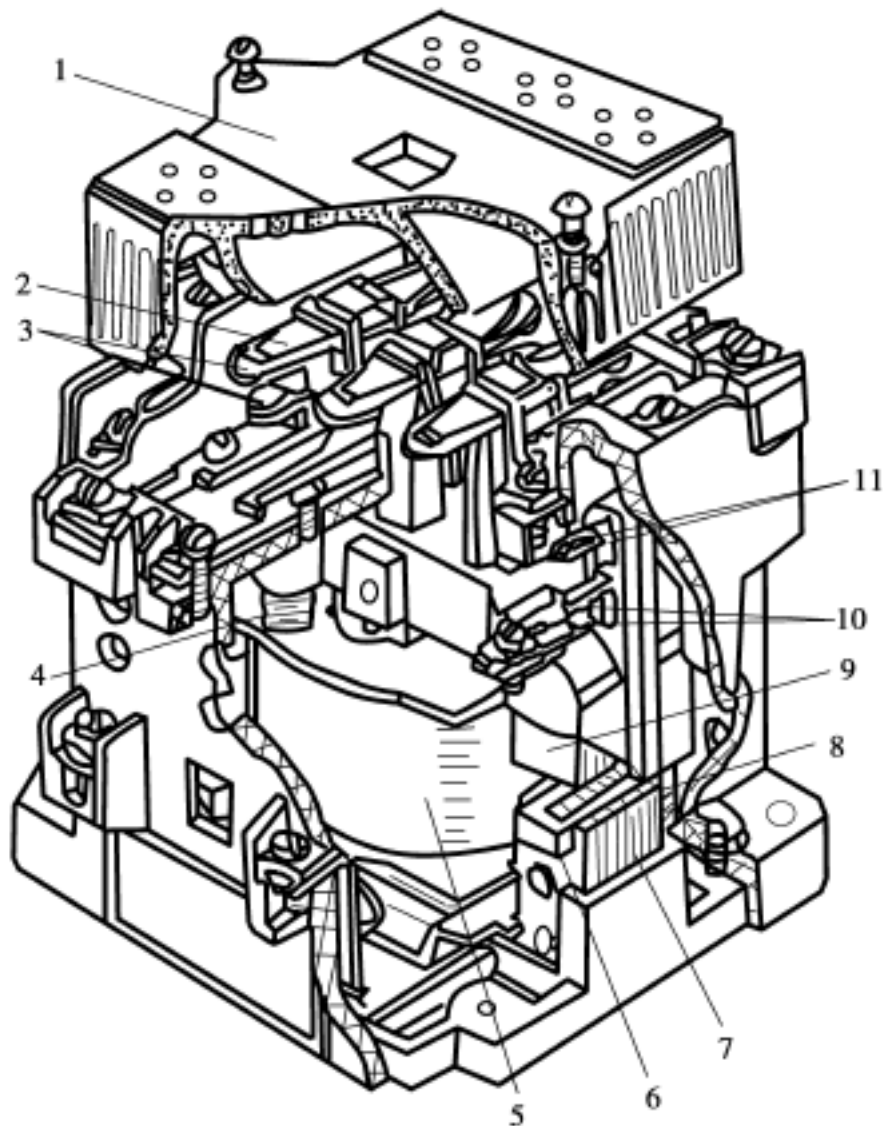


图 2.8 CJ0-20 型交流接触器

1 - 灭弧罩 2 - 触头压力弹簧片 3 - 主触头 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 - 辅助常开触头 11 - 辅助常闭触头

当交变磁通穿过短路环时,环中会产生感应电流,此电流会阻碍磁通的变化。于是短路环把气隙端面上的磁通分成不穿过短路环的 Φ_1 及穿过短路环而相位上落后的 Φ_2 。只要这两部分磁通产生的电磁吸力的合力始终大于反作用力,即可消除振动和噪音。

线圈中的电流主要由线圈的感抗来决定,而感抗与铁心间气隙大小成反比。因此在衔铁打开气隙最大时接通电源,线圈中瞬时冲击电流可达到衔铁正常吸合时电流的 10 倍以上。所以若衔铁因某种原因卡住,将会使电压线圈烧毁。

(2) 触头系统

交流接触器的触头一般包括三对动合(常开)主触头,用于控制主电路的通、断。另有两对动合、两对动断(常闭)辅助触头,用于控制电路中。所谓动合触头是指接触器线圈未通电时触头处于打开位置的触头;动断触头是线圈未通电时已处于闭合位置的触头。

触头结构通常采用双断点桥式,如图 2.10 所示。(a) 图为两个点接触的桥式触头,它适用于电流不大而触头压力小的场合。(b) 图为面接触的桥式触头,它适用于大电流的场合。桥式触头有两个触头串接于同一条电路中,电路的接通与断开由两个触头共同完成(称为一对触头),有利于触头通断过程中电弧的熄灭。

除桥式触头外,另有一种指形触头,如(c) 图所示。其接触区为一直线,触头接通或断开