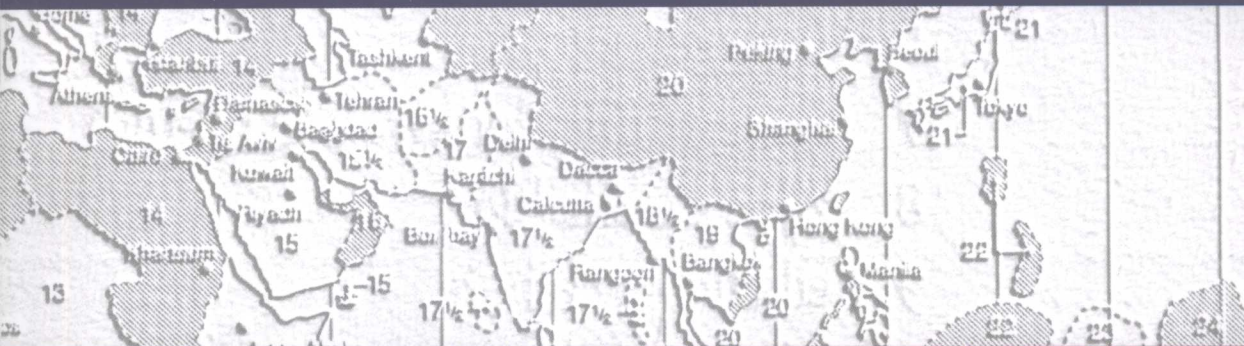




卓越系列·教育部高职高专自动化技术类专业教指委推荐教材



机床电气控制

ELECTRIC CONTROL OF
MACHINE TOOL

主 编 宋运伟



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

卓越系列·教育部高职高专自动化技术专业教指委推荐教材

主要内容

本书以... 主要内容... 本书以... 主要内容... 本书以... 主要内容... 本书以... 主要内容... 本书以... 主要内容... 本书以... 主要内容...

机床电气控制

Electric Control of Machine Tool

ISBN 978-7-304-28128-2

天津大学出版社·天津

主编 宋运伟

ISBN 978-7-304-28128-2

中国图书馆CIP数据(2008)第024307号



天津大学出版社
出版人：宋运伟
地址：天津市河西区...
发行部：...
印刷：...
开本：169mm x 239mm
页数：187页
定价：30.00元

内容提要

全书内容从基本的电气元件出发,以机床的电气控制为主线,详细地讲述了通用机床、数控机床及集成制造系统的组成、常用低压电器、电气控制的基本原理及电气控制线路的基本环节;同时,综合介绍了常用机床的电气控制线路、继电-接触器控制系统的设计、安全用电知识及实训环节等方面的知识,并分析了机床电气系统的故障诊断与维修的思路与方法。在教材的编写过程中,采用了电气工业最新的国家标准和规范,并紧密地结合当前高等职业教育人才培养的目标及教学特点,突出应用能力培养,又力争简明扼要。

本书可作为高等职业院校机电技术类、数控及电气自动化专业的全日制教材,还可供工厂及社会各行业从事电气设计和维护工作的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机床电气控制/宋运伟主编. —天津:天津大学出版社,
2008.4

ISBN 978 - 7 - 5618 - 2636 - 2

I. 机… II. 宋… III. 机床 - 电气控制 IV. TG502.35

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 034307 号

出版发行 天津大学出版社

出版人 杨欢

地址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)

电话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742

印刷 廊坊市长虹印刷有限公司

经销 全国各地新华书店

开本 169mm × 239mm

印张 18.75

字数 400 千

版次 2008 年 4 月第 1 版

印次 2008 年 4 月第 1 次

印数 1 - 3 000

定价 30.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前 言

本书是教育部高职高专自动化技术类专业教学指导委员会推荐教材,是根据高等职业教育教学大纲及机电技术应用领域技能型、紧缺人才培养培训工作的需要并参照相关专业技术行业职业技能鉴定规范和考核标准而编写的。“机床电气控制”是机电技术、数控及电气自动化专业的一门重要专业课,课程的宗旨是为机电行业培养具有电机与电气控制基本知识和实际操作技能的工艺技术人员和施工人员。

在教材的编写过程中,编者深入生产一线,了解并结合了我国现行电气工业和机电技术行业新的发展趋势及社会对这一专业知识的基本需求,本着实用性、实时性、易读性、够用适度的原则,对所搜集到的素材进行了精心的提炼和加工,并以基本电气元件、基本控制环节、常用控制线路及电气设计为主线来组织本教材中的各知识模块。同时,兼收并蓄了兄弟院校的成功经验,既注重行业特色,又适应市场需求,既考虑到通用性,又考虑一定的专门化。

全书共分8章,基本涵盖了机床电气控制的基础知识和基本技能,并注意介绍在机床电气控制中应用的新技术、新工艺及常用机床的维修等全部内容。包括继电器接触器电路的分析与设计、基本电气元件的介绍及数控机床电控实例,机床数控内容围绕CNC数控系统和数控单元进行,同时也对目前广泛采用的可编程控制器进行了工作原理、指令系统及编程的基本介绍,并针对工业应用实例进行了多方案的比较讨论。本书是在严格执行国际电工委员会和相关国家标准或规范的前提下组织编写的。

本书由渤海船舶职业学院高级工程师宋运伟副教授担任主编,编写第1、2、4、6、7章及附录,并负责全书的编写组织和统稿工作,由崔凤波担任副主编,编写第3、5章;刘伟、刘娟编写第8章。

在本书的编写过程中,沈阳机床集团技术部严昊明同志提供了许多符合现行工厂实际的最新素材,哈尔滨工程大学的费红姿博士、吉林大学的王德军博士、天津中德职业学院及北京星科自动化公司的同志也提出了指导性的意见,为本教材的编写提供了有力的保障。在此一并表示诚挚的感谢。

由于电气技术发展迅速,且编者水平有限,疏漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2008年3月

目 录

1 绪论	(1)
1.1 电器及自动控制与现代机床的关系	(2)
1.2 机床电气自动控制的发展概况	(4)
思考题	(7)
2 机床电器及电路逻辑	(8)
2.1 常用机床电器的基础知识	(8)
2.2 隔离及转换电器	(13)
2.3 低压断路器	(19)
2.4 接触器	(24)
2.5 主令电器	(29)
2.6 继电器	(33)
2.7 保护电器	(42)
2.8 执行电器	(54)
2.9 数控机床位置检测装置	(58)
2.10 其他常用机床电器	(63)
思考题	(67)
3 电气控制系统图	(69)
3.1 电路图的基础知识	(69)
3.2 电气控制系统图的设计原则和设计步骤	(71)
3.3 电气识图	(77)
思考题	(78)
4 机床电机及控制调速系统	(79)
4.1 直流电动机	(79)
4.2 交流电动机	(85)
4.3 步进电动机	(90)
4.4 伺服电动机	(93)
4.5 测速发电机	(96)
4.6 直线电动机	(98)
4.7 三相异步电动机的基本控制电路	(101)
4.8 直流电动机的控制电路	(107)
4.9 机床电机的调速控制	(110)
4.10 交流电动机的变频调速系统	(117)
思考题	(123)
5 通用机床的电气控制	(125)

5.1	CA6140 型普通车床	(125)
5.2	Z3040 型摇臂钻床	(130)
5.3	M7130 平面磨床	(136)
5.4	X62W 型万能铣床	(142)
5.5	T68 型卧式镗床	(150)
	思考题	(157)
6	数控机床的电气控制	(159)
6.1	数控机床电控系统的组成及工作原理	(159)
6.2	数控机床电控系统的发展水平和趋势	(163)
6.3	数控装置 CNC 与系统集成	(167)
6.4	数控机床驱动装置的特点及分类	(173)
6.5	数控装置的软硬件结构	(179)
6.6	数控系统的信息处理与通信	(184)
6.7	典型数控系统	(187)
	思考题	(197)
7	机床电气控制电路设计	(199)
7.1	电气设计的一般原则	(199)
7.2	电气控制线路设计的基本环节	(203)
7.3	机床电器的选择	(214)
7.4	机床电气控制线路设计举例	(219)
7.5	组合机床的电气控制	(221)
7.6	可编程控制器的应用	(232)
	思考题	(240)
8	机床电器的维护与检修技术	(242)
8.1	机床电器的安全用电常识	(242)
8.2	机床电器的安全操作与维护	(244)
8.3	机床电器的维修管理与故障诊断方法	(249)
8.4	普通机床的电器维修	(253)
8.5	数控机床的故障诊断	(256)
	思考题	(261)
	附录	(262)
	附录 1 低压电器产品型号编制方法	(262)
	附录 2 常用电气图图形符号新旧对照表(GB 4728—85)	(265)
	附录 3 常用基本文字符号新旧对照表	(269)
	附录 4 常用辅助文字符号新旧对照表	(271)
	附录 5 部分机床电气控制线路图	(271)
	参考文献	(293)

机床是机械制造业中的主要加工设备，作为工作母机，机床的质量、数量及自动化水平，会直接影响整个机械工业的发展；机床的自动化水平对提高生产效率和产品质量、减轻操作人员的体力劳动等方面都起到极为重要的作用。

1 绪论

绪论

机床是机械制造业中的主要加工设备，作为工作母机，机床的质量、数量及自动化水平，会直接影响整个机械工业的发展；机床的自动化水平对提高生产效率和产品质量、减轻操作人员的体力劳动等方面都起到极为重要的作用。

建国初期，我国在优先发展重工业的方针指导下，机床制造业得到了迅速发展，按照国民经济发展计划的要求，先后建立了一大批机床制造厂。这些企业专业分工明确，机床型号齐全，形成了完整的通用机床制造体系，并向各行各业提供了大量的工作母机，有力地推动了国民经济的发展。

改革开放以后，国民经济飞速发展，给机床制造业带来了新的发展机遇，同时也提出了更高的要求。然而由于长期在计划经济的条件下组织生产，不能很快适应市场经济的要求，使国内很多机床厂家陷入困境。近年来，东北老工业基地的振兴和国家产业政策的调整，为国内重型装备制造业的发展带来了勃勃生机。很多厂家积极引进国外先进的管理经验，明确自身的发展方向，加大自主创新力度，迅速适应了国际市场的需

求，为我国机械装备制造业的崛起创造了有利条件。随着数字控制等先进技术的广泛应用，机床工业的发展正经历着由普通机床、数控机床向柔性制造及集成制造系统的方向发展。不断开发新产品，满足高质量、高效率和高灵活性的要求成为现代机床的发展特征，并成为世界各国机床厂家正在为之努力的目标。

新型的数控机床由普通机床发展而来，它集机械、液压、气动、伺服驱动、精密测量、电气自动控制、现代控制理论、计算机控制和网络通信等技术于一体，是一种高效率、高精度、能保证加工质量、能解决工艺难题、有一定柔性的生产设备，正逐步取代普通机床，成为国民经济发展的核心装备。

机床电器及电气控制技术对于现代机床工业的发展有着非常重要的作用,必须引起足够的重视。从广义上说,现代机床电器及电气控制的重要标志是:新元件、自动调节技术、电子技术、检测技术、计算技术和综合控制技术等集中应用于现代机床的控制中。虽然目前机床仍然使用各种不同的动力设备,如液压装置、气压装置及电气设备等,但其中电气设备使用最广泛,是最主要的动力设备,即使使用液压或气压装置作动力,也离不开电气控制。电气自动控制装置的配置情况正是机床自动化水平的重要标志。

1.1 电器及自动控制与现代机床的关系

1.1.1 现代机床及自动控制离不开电器

现代机床由工作机构、传动机构、原动机构和自动控制系统 4 个主要部分组成。

所谓“自动控制”是指在没有人直接参与(或仅有少数人参与)的情况下,利用自动控制系统,使生产对象(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起动与停车;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。所有这些都是电器及自动控制的应用结果。

自 19 世纪有了电动机以后,由于电力在传输、分配、使用和控制等方面的优越性,使电动机拖动获得了广泛应用。现代机床的动力主要由电动机来提供,即由电动机来拖动机床的主轴和进给系统。电动机通过传动机构,来带动工作机构的拖动方式,就称为电力拖动。

人们习惯把电动机、传动机构及工作机构视为电力拖动部分;把为满足加工工艺要求而保证电动机起动、制动、反向、调速的控制部分视为电气自动控制部分。

机床的自动控制任务主要是实现对主轴的转速和进给量的控制,有时还要完成各种保护、冷却和照明等控制。实现自动控制的手段是多种多样的,可以用电气的方法即采用各种电器元件来实现自动控制,也可以用机械的、液压的或气动的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化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。

1.1.2 机床电器及自动控制的发展推动了现代机床的技术进步

机床电器及电气控制系统经过了一百多年的发展,结构不断改进,性能不断提高,在很大程度上推动了机床工业的发展。

电气拖动及控制系统在速度调节方面具有无可比拟的优越性和发展前途。采用各种直流或交流方式控制的无级调速电动机用来驱动各种机床,不但使结构复杂的变速箱变得十分简单,而且简化了机床结构,极大地提高了生产效率和产品刚度,也提高了

设备的性能和加工精度。例如近年研制成功的电机-主轴部件,将交流电机转子直接安装在主轴上,使其振动和噪声指标显著降低,它完全可以代替传统的主轴变速齿轮箱,对机床传动与结构必将产生革命性的影响。

此外,生产技术和生产力的高速发展,也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条件。现代机床在电气自动控制方面综合应用了先进的科学技术成果,如计算机技术、电子技术、传感技术和伺服驱动技术等。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,同时也扩大了产品的工艺范围,缩短了新产品的试制周期,加速了产品更新换代,降低了生产成本和减轻了工人劳动强度。近年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。

1.1.3 电器质量决定产品的生命

机床是先进制造技术的载体,机械产品质量、更新速度、应变能力、效率在相当程度上取决于机床。现代机床均装备大量的元件(包括电气元件、液压元件和气动元件等),元件的质量是决定主机能否正常工作的重要因素。因此,电器及自动控制系统的好坏对于机床的质量起着相当重要的作用。

我国是世界第三大机床消费市场、第二大机床进口国,每年的消费量约为30亿美元,其中约有一半是进口的;同时我国也是世界第六大机床生产国,2000年产值达到21.3亿美元。但是,由于大多数电气控制元件为外购件,多数主机厂家还不能直接控制其质量。经常出现机床制造厂家和用户同时抱怨元件质量的情况。因此,为了降低机床故障率,有些用户在向国内厂家订购设备时,明确提出装备进口元件,而制造厂家也赞同这一作法,造成大量国外元件涌进中国市场。

在大力提倡自主创新的发展背景下,进口必要的元件特别是一些尚未开发的品种或型号是必要的。但是,诸如限位开关和换向阀之类元件也大量进口,必然造成极大浪费。

电气元件作为标准或通用产品,其生产方式与主机不同,元件属于大批量生产。只要严格控制原料质量,并按成熟的加工工艺和装配工艺进行生产,其质量不难得到控制。现在,国内的元件制造厂家也在大力引进国外技术或合资生产各种元件,同时引进国外先进的质量管理方法,全面提高元件质量,创立中国的名牌元件,使电器元件与主机的技术水平同步发展,增强了市场竞争能力。我们有理由相信,在不久的将来一定会有一大批成本低、质量稳定、性价比高、竞争力强的国产器件推向国际市场,为我国机床工业的更新换代和技术进步做出更大的贡献。

综上所述,电器及自动控制对于现代机床的发展有着极其重要的作用,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认真学习机床电气控制这门课程,掌握机床电器原理及电气自动控制的基本理论和方法,从而更好地服务于新产品开发和现代化建设的生产实践。

1.2 机床电气自动控制的发展概况

机床电气自动控制的发展与电力拖动、电气自动控制的发展紧密相连。

1.2.1 电力拖动的发展过程

20世纪初,由于电动机的出现,使得机床的拖动发生了根本性的变革,电动机代替了蒸汽机,机床的电力拖动也随着电动机的发展而不断更新。

1. 成组拖动

19世纪末,交流、直流电动机相继出现,最初是由电动机直接代替蒸汽机,即由一台电动机拖动一组机床,称之为成组拖动。电动机是通过拖动传动轴(天轴),再由传动轴经过皮带来实现能量分配与传递。这种拖动方式结构复杂、传递路径长、损耗大、生产灵活性小、工作极不安全,已被淘汰。

2. 单电机拖动

20世纪20年代,出现了单独拖动形式,即由一台电动机拖动一台机床,称为单电机拖动。与成组拖动相比较,简化了传动机构,缩短了传动路径,降低了能量传递中的损失,提高了传动效率,同时也充分利用了电动机的调速性能,并易于实现自动控制。至今,中小型通用机床仍有采用这种单电机拖动的生产方式。

3. 多电机拖动

由于生产的发展,机床在结构上有所改变,机床的运动和控制要求增多。如果各种辅助运动也用同一台电动机拖动,其机械传动机构将变得十分复杂,而且也不能满足生产工艺的需要,因此出现了多台电动机分别拖动不同的运动机构,这种由多台电动机拖动一台机床的拖动方式称为多电机拖动。

采用了多电机拖动以后,不但简化了机床的机械结构,提高了传动效率,各运动部件能够选择最合理的运动速度,缩短了加工时间;而且便于分别控制,易于实现各运动部件的自动化,提高了机床整体的自动化程度。目前,多电机拖动已经成为现代机床最基本的拖动方式。

1.2.2 电气自动控制的发展历程

在电力拖动方式的演变过程中,电力拖动的控制方式也由手动控制逐步向自动控制方向发展。电气自动控制发展的历史也就是电动机调速技术和电气控制技术发展的历史。

1. 机床调速技术的发展历程

为了提高机床的工作效率,在满足加工精度与光洁度要求的前提下,对于不同的工件材料和不同的刀具,应选择各自不同的最合理的切削速度;同时,机床的快速进刀、快速退刀和对刀调整等辅助工作也需要不同的运动速度。因此,为了保证机床能在不同的速度下工作,要求包括主拖动和进给拖动在内的电力拖动系统必须具备调节速度的功能。

现代机床一般采用下列调速系统。

1) 机械有级调速系统

在机械有级调速系统中,电动机采用不调速的鼠笼异步电动机,而速度的调节是通过改变齿轮箱的变速比来实现的。在这种系统中,负载转矩是经机械传动机构传到电动机轴上的,电动机轴上转矩只是负载转矩的传动比的数倍,可以选择转矩较小的电动机,但机械系统变得复杂,影响了机床的加工精度。在普通车床、钻床、铣床中一般都采用这种机械有级调速系统。

2) 电气-机械有级调速系统

在机械有级调速系统中,用多速鼠笼式异步电动机代替不能调速的鼠笼式异步电动机,就可简化机械传动机构,这样的系统就是电气-机械有级调速系统。多速电动机一般采用双速电动机,少数机床采用三速电动机或四速电动机。中小型机床的主拖动系统多采用双速电动机。

3) 电气无级调速系统

通过直接改变电动机转速来实现机床工作机构转速的无级调节的拖动系统,称为电气无级调速系统。这种调速系统具有调速范围宽、可以实现平滑调速、调速精度高、控制灵活等优点,还可大大简化机床的机械传动机构,因而广泛应用于机床的主拖动和进给拖动系统中。

电气无级调速系统主要分为直流无级调速系统和交流无级调速系统两大类。

由于交流电动机具有结构简单、造价低及容易维护等特点,交流拖动系统在普通机床中占主导地位,但直流电动机具有良好的起动、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。20世纪30年代,直流调速系统在重型和精密机床上得到了广泛应用。20世纪60年代以后,由于大功率晶闸管的问世及随着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得到了广泛应用。

自20世纪80年代以来,随着电力电子学、电子技术、大规模集成电路和计算机控制技术的发展,再加上现代控制理论向电气传动领域的渗透,高性能交流调速系统在机床上应用越来越广泛,特别是以鼠笼式交流伺服电机为对象的矢量控制技术,使交流调速具有直流调速的优越调速性能。交流调速的单机容量和转速可大大高于直流电机,且交流电机无电刷和换向器,易于维护,可靠性高,能用于特殊环境中。交流变频调速器、矢量控制伺服单元及交流伺服电机等交流调速技术正逐步取代直流调速技术,成为机电传动技术的主流选择,并得到了广泛应用。

2. 电气控制技术的发展历程

在机床调速技术发展的过程中,电气控制技术也由手动方式逐步向自动控制方向发展。

1) 手动控制

采用一些手动电器(如刀开关等)来控制执行电器,称为手动控制。它适合那些容

量小、动作单一、不需要频繁操作的场合。

2) 继电器接触器控制

20世纪20年代至30年代出现了继电器接触器控制,采用继电器、接触器、位置开关和保护元件等,实现对控制对象的起动、停车、调速、制动、自动循环以及保护等控制,通常称为电器控制。

由于控制器件结构简单、价廉,控制方式简单直接、工作可靠、易维护,因此在机床控制上得到长期、广泛的应用。其缺点主要是接线固定,一台控制装置只能针对某一种固定程序的设备,一旦工艺程序有所变动,改变控制程序困难,就得重新配线,满足不了对程序经常改变、控制要求比较复杂的系统的需求;同时,控制装置体积大、功耗大、控制速度慢;此外,它采用有触点控制,在控制复杂时使系统可靠性降低。

3) PLC 控制

随着计算机技术的发展,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 PLC。PLC 的设计以工业控制为目标,接线简单、通用性强、编程容易、抗干扰能力强、工作可靠。该产品一经问世即以强大的生命力,大面积地占领了传统的控制领域。PLC 的发展方向之一是微型、简易、价廉,希望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。

4) 数字控制

数字控制是机床电气自动控制发展的另一个重要方面。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,为适应中小批量的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,又具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形表面、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,可靠性不高。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性。在加工中心上,工件可以通过一次装夹,完成全部加工。

5) 自适应控制

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。

6) 计算机集成制造系统

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,又称为直接数控系统。

20世纪90年代后,直接数控系统在不断消退,而由柔性制造系统取而代之。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。

柔性制造系统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及计算机管理信息系统CMIS,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自动控制技术迅速发展的进程中将被不断推向新高峰。

思考题

1. 分析说明电器及自动控制与现代机床的关系。
2. 简述电力拖动的发展过程。
3. 简述机床调速技术的发展历程。
4. 简述电气控制技术的发展历程。

附录 1.1 常用电器的基础知识

1.1.1 常用电器的分类

1.1.1.1 常用电器的分类

1.1.1.1.1 常用电器的分类

1.1.1.1.1.1 常用电器的分类

2

思考题

机床电器及电路逻辑

机床电器是电力拖动及自动控制系统的的基本组成元件,被广泛应用在各种通用机床、组合机床、数控机床及柔性制造系统的配电装置和电力拖动控制系统。随着控制技术的不断发展,配电系统的容量不断扩大,机床电器的额定电压等级范围有相应提高的趋势。由于电子技术在机床电器中日益广泛地应用,机床电器正向着无触点、长寿命、高可靠性及智能化的方向发展。

本章主要介绍常用机床电器的结构、工作原理、电路逻辑、主要技术参数、使用场合及选用方法。

2.1 常用机床电器的基础知识

由于广泛应用于机床电气控制系统的主要电器元件都属于低压电器的范畴,因此,重点研究各种低压电器的基础知识。掌握机床电器的结构和工作原理,有利于机床电器及控制系统的故障分析,是掌握和学好机床电气控制技术的重要基础。

2.1.1 电器的定义和分类

电器是用于接通和断开电路或对电路和电气设备进行保护、控制和调节的电工器件。凡是用于交流电压 1 200 V 以下及直流电压 1 500 V 以下电路中的电器都称为低压电器。

机床电器种类繁多,结构各异,用途广泛,功能多样。其分类方法很多,下面介绍机床电器常用的分类方法。

1. 按其在电路中作用划分

(1)控制类电器。包括接触器、开关电器、控制继电器、主令电器等。其在电路中主要起控制、转换作用。

(2)保护类电器。包括熔断器、热继电器、过电流继电器、欠电压继电器、过电压继电器等。其在电路中主要起保护作用。

2. 按其控制的对象划分

(1)低压配电电器。包括刀开关、熔断器和断路器等。主要用于低压配电系统中,要求在系统发生故障的情况下动作准确,工作可靠,有足够的热稳定性和动稳定性。

(2)低压控制电器。包括接触器、控制继电器、起动器、主令电器等。主要用于电气传动系统中,要求使用寿命长,工作可靠,维修方便。

3. 按其动作方式划分

(1)自动切换电器。电器在完成接通、分断或使电动机起动、反向以及停止等动作时,依靠其自身的参数变化或外来信号而自动进行动作。如接触器、继电器、熔断器等。

(2)非自动切换电器。通过人力作功(用手或通过杠杆)直接扳动或旋转操作手柄来完成切换的电器。如刀开关、转换开关、控制按钮等。

我国机床低压电器产品主要有断路器、熔断器、刀开关、转换开关、接触器、控制继电器、起动器、控制器、主令电器、电阻器、变阻器、电磁铁等。

常用机床低压电器的主要用途如表 2.1 所示。

表 2.1 常用机床低压电器的用途

分类名称	主要产品	用途
配电电器	万能式空气断路器、塑料外壳式断路器、限流断路器、直流快速断路器、灭弧断路器、漏电保护断路器	用于交直流电路的过载、短路或欠压保护、不频繁通断操作电路;灭弧式断路器用于发电机励磁保护;漏电断路器用于漏电保护
	半封闭插入式、有填料螺旋式、有填料管式、有填料封闭式、保护半导体器件熔断器、无填料封闭式	用于交、直流电路和电气设备的短路、过载保护
	熔断器式、大电流刀开关、负荷开关转换	用于电路隔离,也可不频繁接通和分断电流
	组合开关、换向开关	主要用于两种及以上电源或负载的转换和线路功能切换;不频繁接通和分断额定电流
控制电器	交流接触器、直流接触器、真空接触器、半导体接触器	用于远距离频繁起动或控制交、直流电动机及接通、分断正常工作的主要电路和控制电路
	电流继电器、电压继电器、中间继电器、时间继电器、热继电器、速度继电器	用于控制系统中,作控制或保护用
	电磁起动器、手动起动器、自耦变压器起动器、Y/△起动器	用于交流电动机起动

分类名称	主要产品	用途
控制器	凸轮控制器、平面控制器	用于电动机起动、换向和调速
主令电器	控制按钮、行程开关、万能转换开关、主令控制器	用于接通或分断控制电路以及发布命令或用作程序控制
电阻器	铁及合金电阻器	用于改变电路参数或变电能为热能
变阻器	励磁变阻器、起动变阻器、频繁变阻器	用于发电机调压及电动机起动和调速
电磁铁	起重电磁铁、牵引电磁铁、制动电磁铁	用于起重操纵或牵引机械装置、制动电动机

2.1.2 机床电器结构与基本特点

机床电器广泛应用于机床的自动控制系统中,是构成系统自动化的主要控制和保护器件。机床电器虽然在结构上种类繁多,且没有最终固定的结构形式,但从电器各组成部分的作用上来区分,一般可分为3个基本组成部分,即感受部分、执行部分和灭弧机构。

1. 感受部分

它用来感受外界信号并根据外界信号做出特定的反应或动作。不同的低压电器,感受部分结构不同。对于手动电器来说,操作手柄就是感受部分;而对于电磁式电器而言,感受部分一般是指电磁机构。

电磁机构又称电磁铁,其作用是将电磁能转换成机械能,带动触点动作使之闭合或断开,从而实现电路的接通或分断。

电磁机构由吸引线圈、铁芯、衔铁等部分组成,常见的3种结构形式如图2.1所示。

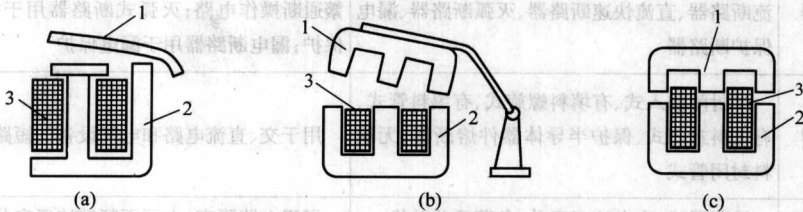


图 2.1 电磁机构的结构

(a)U形拍合式;(b)E形转动式;(c)E形直动式

1—衔铁;2—铁芯;3—吸引线圈

电磁铁的工作原理是:当线圈通入电流后,产生磁场,磁通经铁芯、衔铁和工作气隙形成闭合回路,产生电磁吸力,将衔铁吸向铁芯。与此同时,衔铁还要受到复位弹簧的反作用力,只有电磁吸力大于弹簧反力时,衔铁才能可靠地被铁芯吸住。

按通入吸引线圈的电流种类的不同可分为直流线圈和交流线圈,与之对应的有直

直流电磁机构和交流电磁机构。对于直流电磁机构,因其铁芯不发热,只有线圈发热,所以直流电磁机构的铁芯是用整块钢材或工程纯铁制成,而且它的激磁线圈高而薄,且不设线圈骨架,使线圈与铁芯直接接触,这样的结构易于散热。对于交流电磁机构,由于其铁芯存在磁滞和涡流损耗,这样铁芯和线圈都发热,所以交流电磁机构的铁芯通常用硅钢片叠铆而成。而且它的激磁线圈短而厚,其中设有骨架,使铁芯与线圈隔离,这样的结构有利铁芯和线圈的散热。

当线圈中通以交流电流时,在铁芯中产生的磁通也是交变的,这样对衔铁的吸力就时大时小,有时为零。在弹簧反力的作用下,有释放的趋势,造成衔铁振动,同时产生噪声,为了避免这种情况的发生,常常在交流电磁铁的铁芯上装设短路环,如图 2.2 所示。这样就使铁芯磁通和环中产生的磁通不会同时为零,仍然将衔铁吸住。

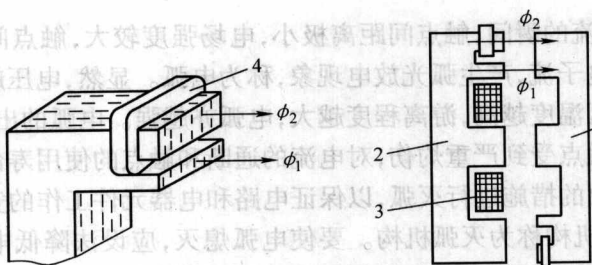


图 2.2 交流电磁机构的短路环

1—衔铁;2—铁芯;3—吸引线圈;4—短路环

2. 执行部分

它根据感受机构的指令,对电路进行“通断”操作。对电路实行“通断”控制的工作一般由触点来完成,所以执行部分一般是指电器的触点。

触点的结构形式很多,按其所控制的电路可分为主触点和辅助触点。主触点用于接通或断开主电路,允许通过较大的电流;辅助触点用于接通或断开控制电路,只能通过较小的电流。触点按其原始状态可分为常开触点和常闭触点,原始状态时(即线圈未通电)断开,线圈通电后闭合的触点称常开触点;原始状态闭合,线圈通电后断开的触点称常闭触点。

触点按其接触形式可分为点接触、线接触和面接触 3 种,如图 2.3 所示。触点的 3 种接触形式中,点接触形式只能用于小电流的电器中,如接触器的辅助触点和继电器的触点,面接触形式允许通过较大的电流,一般在其接触面上镶有合金,以减小触点的接触电阻,提高耐磨性,容量较大的接触器的主触点多用这类触点;线接触形式触点的接触区域是一条直线,触点在通断过程中波动动作,从而保证了触点的良好接触,这种接触多用于中等容量的触点,如一般接触器的主触点。

在常用的继电器和接触器中,主要有桥形触点和指形触点两种结构,如图 2.4 所示。桥形触点一般为点接触和面接触形式;指形触点一般为线接触形式。为了使触点