

普通高等教育规划教材



数控技术专业系列

数控机床电气控制

刘祖其 刘 海 编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

普通高等教育规划教材
数控技术专业系列

数控机床电气控制

Shukong Jichuang Dianqi Kongzhi

刘祖其 刘 海 编



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

本书以培养高端技能型人才为目的,从应用的角度出发主要介绍数控机床电气控制基础,可编程序控制器及程序编制,计算机数控系统,数控机床检测装置,数控机床伺服驱动控制,PLC在数控机床上的应用,并列举了数控机床电路分析及设计实例,普通机床的数控改造实例,典型数控系统应用实例和数控机床常见故障的诊断与排除方法。

本书突出分析数控机床电气控制系统及控制技术的综合应用,具有一定的工程应用性。通过较多的实例介绍,使理论联系实际,突出了职业教育特色。

本书可作为本科、高职高专学校数控技术、机电一体化、机械制造及自动化、数控设备应用与维护等专业的教材,也可作为职业技术培训教材或供有关工程技术人员参考。

为方便读者自学和教师授课,本书提供电子课件和全部习题答案。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床电气控制/刘祖其,刘海编. --北京:高等教育出版社,2013.1

ISBN 978-7-04-036401-9

I. ①数… II. ①刘… ②刘… III. ①数控机床-电气控制-高等职业教育-教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 262257 号

策划编辑	查成东	责任编辑	查成东	封面设计	杨立新	版式设计	马敬茹
插图绘制	尹 莉	责任校对	窦丽娜	责任印制	韩 刚		

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	网 址	http://www.hep.edu.cn
邮政编码	100120		http://www.hep.com.cn
印 刷	北京汇林印务有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
开 本	787mm×1092mm 1/16		http://www.landaco.com.cn
印 张	16.75	版 次	2013年 1月第 1版
字 数	400千字	印 次	2013年 1月第 1次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	26.50元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物 料 号 36401-00

前 言

本书是根据高等职业技术学院“数控机床电气控制”课程教学大纲的基本要求,结合作者长期从事高职教学的实际情况编写的。内容包括数控机床概述、数控机床电气控制基础、可编程序控制器及程序编制、计算机数控系统、数控机床检测装置、数控机床伺服驱动控制、PLC 在数控机床上的应用、数控机床电气控制电路分析及设计、数控机床常见故障的诊断与排除,共 9 章。教材配备有一定量的实验内容,各章均有学习目标、本章小结和综合练习题。书中标有“*”号为本科教学内容或自学内容。

数控机床电气控制是继电器接触器控制、伺服驱动控制、可编程控制器控制、自动控制系统、精度检测、数控系统的综合应用,是数控机床安全操作、故障诊断与维修的重要基础。

高等职业技术学院要培养高端技能型人才,这样的人才需要掌握一定的基础理论、较强的实践动手能力以及发现、分析和解决实际问题的能力。在本书编写过程中,根据高职学生的特点,从实际应用出发,尽量减轻难以理解的技术原理和依据,内容侧重于应用理论、应用技术,贯彻以应用为目的,以掌握基本概念、扩大知识面、培养综合能力为教学重点,尤其是 PLC 程序编制、普通机床的数控改造、数控机床电气控制电路设计、常见故障的诊断与排除等实例。电子课件及实物图片配合教学,使教材更清晰,更突出职业教育特色。

通过本书的学习,使学生了解数控机床电气控制系统的结构、简单工作原理,掌握数控机床安全操作和维护,熟练编制 PLC 程序,对数控机床电气控制方面的故障,进行简单的分析、诊断和维修,熟悉普通机床的数控改造。

本书由克拉玛依职业技术学院刘祖其教授、北京航空航天大学计算机学院刘海博士编写。在编写过程中得到了克拉玛依职业技术学院、四川托普信息技术职业学院刘德兵、柯俊霄、王跃进等老师们的建议和帮助,在此一并表示感谢。

本书可作为本科、高职高专学校数控技术、机电一体化、机械制造及自动化、数控设备应用与维护及相关专业的教材,也可作为职业技术培训教材或供有关工程技术人员参考。

由于编者水平有限,书中难免有错误,恳请读者批评指正。

2012 年 8 月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010)58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010)82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目 录

第 1 章 数控机床概述	1	控制实验	56
1.1 数控机床的组成、分类及特点	1	2.4.5 低压电器的安装检修实训	56
1.2 数控技术的发展	2	本章小结	57
1.2.1 数控技术的发展历史	2	综合练习题	58
1.2.2 数控技术的发展趋势	4	第 3 章 可编程序控制器及程序编制	62
第 2 章 数控机床电气控制基础	7	3.1 概述	62
2.1 常用低压电器基本知识	7	3.2 可编程序控制器的基本组成	65
2.1.1 常用低压电器的分类	7	3.3 可编程序控制器的工作原理	69
2.1.2 常用低压电器的基本结构	8	3.4 可编程序控制器的分类及 性能指标	71
2.2 常用低压电器	10	3.5 S7 系列可编程序控制器	74
2.2.1 接触器	10	3.6 S7-200 系列可编程序控制器	75
2.2.2 继电器	14	3.6.1 S7-200 系列可编程序控制器的 内存结构	75
2.2.3 熔断器	24	3.6.2 S7-200 系列可编程序控制器的 硬件配置	77
2.2.4 主令电器	27	3.6.3 S7-200 系列 CPU 的接线	78
2.2.5 断路器	31	3.7 S7-200 系列可编程序控制器 基本指令及编程	80
2.2.6 开关	34	3.7.1 指令构成	81
2.3 数控机床电气基本控制电路	36	3.7.2 S7-200 基本指令及程序编制	84
2.3.1 电气控制系统图	36	3.7.3 梯形图编程的基本规则	97
2.3.2 三相异步电动机的起动控制	40	3.8 S7-300/400 系列 PLC 简介	97
2.3.3 三相异步电动机降压起动 控制电路	42	3.9 S7-200 系列 PLC 的 应用举例	100
2.3.4 三相异步电动机的制动控制	45	3.9.1 异步电动机正、反转 PLC 控制	100
2.3.5 其它典型控制环节	49	3.9.2 三相异步电动机的 Y- Δ 降压 起动控制	102
2.3.6 电气控制的保护环节	51	3.9.3 自动往返 PLC 控制	104
2.4 实验与实训	53		
2.4.1 三相交流电路的测量实验	53		
2.4.2 低压电器识别实训	54		
2.4.3 三相异步电动机的长动、正、反转 控制实验	55		
2.4.4 三相异步电动机的顺序			

II 数控机床电气控制

本章小结	107	6.2 步进电机与进给驱动系统	176
综合练习题	108	6.2.1 步进电机的结构与分类	176
第4章 计算机数控系统	113	6.2.2 步进电机工作原理	176
4.1 概述	113	6.2.3 步进电机驱动装置及其应用	177
4.2 典型数控系统简介	114	6.3 直流伺服电机及其速度 控制系统	179
4.2.1 SIEMENS 数控系统	114	6.3.1 直流伺服电机	179
* 4.2.2 FANUC 数控系统	116	6.3.2 直流主轴电机及其驱动控制	180
* 4.2.3 华中数控系统	117	6.4 交流伺服电机及其速度控制	182
4.3 计算机数控装置的结构	119	6.4.1 交流伺服电机	183
4.3.1 硬件结构	120	6.4.2 变频控制器	185
4.3.2 软件结构	124	6.4.3 变频器在数控机床上的应用	187
4.4 数控装置的信息处理	128	6.4.4 主轴调速控制	188
4.5 数控装置的通信	130	6.4.5 主轴准停控制	189
4.6 数控装置的接口与连接	132	6.5 实验与实训	192
4.6.1 HNC-21/22 数控装置 接口及连接	133	6.5.1 变频器变频调速控制实验	192
4.6.2 西门子 802C 数控装置 接口及连接	139	6.5.2 主轴编码器的安装与 故障诊断实训	193
* 4.7 数控系统的抗干扰	139	本章小结	195
本章小结	143	综合练习题	195
综合练习题	143	第7章 PLC 在数控机床上的应用	198
第5章 数控机床检测装置	147	7.1 概述	198
5.1 概述	147	7.2 PLC 与数控机床的控制	199
5.2 脉冲编码器	148	7.3 PLC 与 CNC 装置及机床 之间的信号处理	202
5.2.1 光电式脉冲编码器	149	* 7.4 S7-200 系列 PLC 在数控 机床上的应用实例	204
5.2.2 编码器在数控机床上的应用	154	7.4.1 PLC 与 PMC	204
5.3 其它检测装置	156	7.4.2 数控机床润滑系统的 控制实例	206
5.3.1 旋转变压器	156	7.4.3 数控机床急停、进给保持 控制实例	208
5.3.2 感应同步器	157	7.5 FANUC 系列 PMC 在数控 机床上的应用实例	209
5.3.3 磁尺	158	7.5.1 FANUC 系列 PMC 数控机床	209
5.3.4 光栅	160	7.5.2 工件加工计数控制实例	212
5.3.5 接近开关	162		
本章小结	166		
综合练习题	166		
第6章 数控机床伺服驱动控制	169		
6.1 概述	169		

* 7.5.3 主轴控制实例	213	电路的分析	238
* 7.5.4 刀库换刀控制实例	216	8.4.4 电气控制电路的改造	239
7.6 电动刀架实验	217	8.4.5 整机电气参数调试	242
本章小结	218	* 8.5 数控铣床电气控制电路	
综合练习题	219	分析简介	244
第 8 章 数控机床电气控制电路分析		8.6 实验与实训	246
及设计	221	8.6.1 数控车床电气故障分析	
8.1 数控机床电气控制电路基础	221	与检修	246
8.2 SINUMERIK 802C 数控		* 8.6.2 普通车床的数控改造实训	247
系统的接口与连接	222	本章小结	248
8.3 数控机床电气控制电路的		综合练习题	249
设计	226	第 9 章 数控机床常见故障的诊断	
8.3.1 普通机床电气控制线路的		与排除	250
设计	226	9.1 数控机床常用的维修方法	250
8.3.2 数控机床电气控制电路的		9.2 数控机床常见机械故障的	
设计	227	排除方法	251
8.3.3 PLC 的设计原则及步骤	229	9.3 数控机床常见电气故障的	
8.3.4 数控机床电气控制电路		诊断与排除	253
设计实例	230	9.3.1 数控机床常见电气故障的	
* 8.4 普通车床数控改造	232	诊断	253
8.4.1 机械结构的改造	232	9.3.2 数控机床常见电气故障的	
8.4.2 数控系统配置	235	排除方法	255
8.4.3 数控车床电气控制		参考文献	257

第 1 章 数控机床概述

1.1 数控机床的组成、分类及特点

近几年来,机械加工业大量采用数控机床取代传统的普通机床进行机械加工,普通机械逐渐被数控机械所代替。数控机床是综合了微电子、计算机、信息处理、自动检测、自动控制、电机与拖动、电子和电力、精密测量、气液压及现代机械制造等多种先进技术的机电一体化产品。数控机床的心脏是数控装置,具有高精度、高效率、柔性自动化等特点决定了发展数控机床是我国机械制造业技术改造的必由之路,是工厂自动化的基础。数控机床在机械制造行业已成为大、中型企业的主要技术装备。

1. 基本概念

数控即数字控制(Numerical Control,简称 NC):是一种借助数字、字符或其它符号对某一工作过程(如加工、测量、装配等)用数字化信息进行编程控制的自动化方法。

数控技术即 NC 技术:是指用数字化信息发出指令并实现自动控制的技术。

计算机数控系统(Computerized Numerical Control,简称 CNC):是以计算机为控制核心的数字控制系统。

数控机床(Numerical Control Machine Tools):是指装了数控系统的机床或是采用数字控制技术对机床加工过程进行自动控制的一类机床。

采用数控技术的控制系统称为数控系统。

2. 数控机床的组成

数控机床一般由输入/输出装置、数控装置、可编程控制器、伺服系统和辅助控制装置、检测反馈系统以及机床本体组成。

数控机床是以数字化信息实现机床控制的,是一种高效能自动化加工设备,数控车床与普通车床相比,传动链简单,主轴转动和进给轴移动分别由主轴电机和进给电机来驱动,辅助运动是由 PLC(Programmable Logic Controller,可编程序逻辑控制器)控制。如它把刀具与工件之间的相对位置、机床电动机的起动和停止、主轴变速、主轴卡盘的松紧、在刀库中选刀、冷却泵的起动和停止等各种操作和顺序动作等信息,用代码化的数字信息通过控制介质送入数控装置或计算机,经译码处理与运算,发出各种指令控制机床伺服系统和其它执行元件,使机床自动加工出所需的工件。

对数控机床的质量而言,功能的强弱主要取决于计算机数控系统(CNC)装置性能的优劣,如运动速度与精度等,主要取决于进给伺服驱动系统。

3. 数控机床的分类

数控机床的品种规格繁多,分类方法也不相同,这里只介绍按工艺用途的分类。

2 数控机床电气控制

(1) 金属切削类数控机床

金属切削类数控机床有数控车床、数控铣床、数控钻床、数控磨床、数控镗铣床、加工中心等。

(2) 金属成形类数控机床

金属成形类数控机床是指采用挤、压、冲、拉等成形工艺的数控机床,有数控弯管机、数控压力机、数控冲剪机、数控折弯机、数控旋压机等。

(3) 数控特种加工机床

数控特种加工机床有数控电火花线切割机床、数控激光加工机床、数控电火花成形加工机床与数控火焰切割机。

(4) 测量、绘图类数控机床

测量、绘图类数控机床有数控绘图机、数控坐标测量机、数控对刀仪、三坐标测量仪等。

4. 数控机床的特点

数控机床的特点是当加工工件改变时,除了重新装夹工件和更换刀具外,其它只需改变该零件的加工程序,而不需要对机床作任何调整。这种通用、灵活、能迅速适应工件变更的特性称为柔性。传统的自动加工机械没有这种柔性特点,数控机床因为采用了计算机控制,所以增强了机床的柔性。数控机床的突出特点有:对零件加工的适应性强、灵活性好;加工精度高、加工质量稳定;加工生产效率高;能完成复杂型面的加工;减轻劳动强度,改善劳动条件;有利于生产管理。

1.2 数控技术的发展

1.2.1 数控技术的发展历史

1. 数控技术的发展历史

1952年,由美国帕森斯公司和麻省理工学院在实验室合作研制成功世界上第一台三坐标数控立式铣床,用它来加工直升机叶片轮廓检查用样板。从第一台数控机床问世至今,随着自动控制技术、微电子技术、计算机技术、精密测量技术及机械制造技术的发展,经历了电子管、晶体管、集成电路、小型计算机、微处理器或微型计算机、智能数控等六代数控系统,使数控机床得到了迅速发展,不断地更新换代。

第一代 1952年,电子管。

第二代 1960年,晶体管元件问世,数控系统中广泛采用晶体管和印制电路板。

第三代 1965年,小规模集成电路的出现,使数控系统的可靠性得到了进一步提高,进入第三代。

第四代 1970年,出现了以小型计算机代替专用硬接线装置,以控制软件实现数控功能的计算机数控系统,即CNC系统,使数控机床发展进入第四代。

第五代 1974年美日等国首先研制出以微处理器为核心的数控系统。由于中、大规模集成电路的集成度和可靠性高、价格低廉,微处理器数控系统得到了广泛的应用,使数控机床发展进入第五代。

第六代 90年代后,基于PC-CNC的智能数控系统是充分利用现有PC机的软硬件资源,规范设计的新一代数控系统,使数控机床的发展进入第六代。

我国从1958年开始研制数控机床,到20世纪60年代末70年代初,已经研制出一些晶体管式的数控系统,并用于生产。1991年以来,一方面从日本、德国、美国等国家购进数控系统,另一方面积极开发、设计、制造具有自主知识产权的中、高档数控系统,并且取得了可喜的成果。我国的数控产品已覆盖了车、铣、镗、钻、磨、加工中心及齿轮机床、折弯机、火焰切割机、柔性制造单元等,品种达500多种。中、低档数控系统已具有批量生产能力。

2. 数控机床电气控制系统的发展历史

数控机床电气控制系统是由数控装置系统、进给伺服系统、主轴伺服系统、机床强电控制系统等组成。数控系统又是数控机床电气控制系统的控制核心。电气控制系统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

逻辑控制又称为开关量控制,采用“0”、“1”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还可分为手动控制系统和自动控制系统。

电气拖动的控制方式经历了一个从低级到高级的发展过程。在60年代电气拖动的控制出现了一个大的飞跃,即顺序控制器。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。随着计算机技术的发展,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,因而具有通用性强、功率级输出、接线简单、编程容易、抗干扰性强、工作可靠等一系列优点。近年来,机械制造业已实现设计、制造一体化。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、设计、装配、试验和质量管理这一整套过程实现全自动化。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。数控机床的控制系统无疑已被微机控制所取代,成为CNC或MNC系统。机床电气自动化的水平在电气控制技术迅速发展的进程中将不断推向新的高峰。

(2) 连续控制系统

连续控制系统是对电压、转速等进行连续自动控制的系统,这类系统通常具有负反馈的闭环控制系统,同时伴有功率大、精度高、抗干扰能力强的特点。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系统均属于连续控制系统。

(3) 混合控制系统

既采用数字控制又采用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。如通过D/A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。

3. 数控机床电气控制系统分类

(1) 按运动轨迹分类

1) 点位控制系统

数控机床只要求精确地控制刀具相对工件从一个坐标点移动到另一个坐标点,在移动过程中不进行任何切削加工,为了精确定位和提高生产率,一般先快速移动到终点附近,然后再减速

移动到定位点,以保证良好的定位精度。这类数控机床主要有数控钻床、数控冲床等,如图 1-1(a)所示。

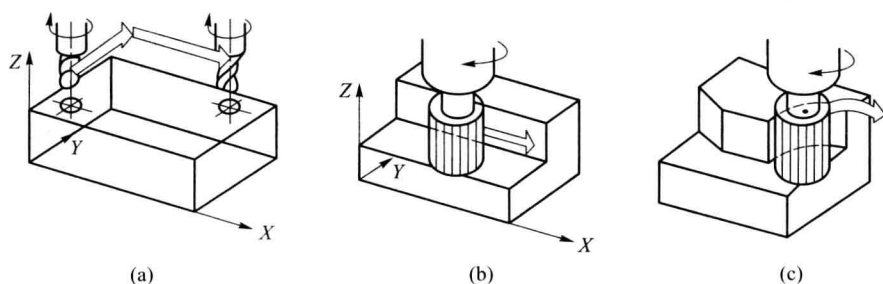


图 1-1 数控机床的运动轨迹

2) 直线控制系统

直线控制系统是指控制刀具或机床工作台以合适速度,沿着某一坐标轴方向进行直线切削加工的控制系统,并要求具有准确的定位功能,控制两点之间刀具移动的轨迹应是一条直线。一般的简易数控系统均属于直线控制系统,如图 1-1(b)所示。

3) 轮廓控制系统

轮廓控制系统又称连续控制系统,能对两个或两个以上坐标轴同时进行连续控制。加工时不仅要控制起点和终点,还要对整个加工过程中每点的速度和位置进行控制。这类机床有数控铣床、加工中心等,如图 1-1(c)所示。

(2) 按伺服系统分类

伺服系统按控制方式来分,有开环控制系统、闭环控制系统、半闭环控制系统。目前,数控机床上用得最多的是半闭环控制系统和闭环控制系统两种。

1) 开环控制系统

开环控制系统没有位置检测反馈装置,以步进电机作为驱动元件,由步进驱动装置和步进电机组成。

2) 半闭环控制系统

半闭环控制系统是闭环控制系统的一种派生。以交、直流伺服电机作为驱动元件,由位置比较、速度控制、伺服电机等组成,它与闭环控制系统的不同之处仅在将检测元件装在传动链的旋转部位,只检测电机的旋转角度而不检测机械间隙等。

3) 闭环控制系统

闭环控制系统带有位置检测反馈装置,位置检测装置安装在机床工作台上,直接测量工作台的实际位移,并与 CNC 装置的指令值进行比较,比较后的差值去控制机床的移动部件。闭环控制系统以交直流伺服电机作为驱动元件,用于高精度设备的控制,精度很高。

1.2.2 数控技术的发展趋势

从目前世界上数控技术及其装备发展的趋势来看,数控系统正在向电气化、电子化、高速化、精密化等方面高速发展,其主要研究热点有以下几个方面:

1. 性能发展方面

(1) 高精、高速、高效化

效率、质量是先进制造技术关键的性能指标。若采用高速 CPU(Central Processing Unit, 中央处理器)芯片、RISC(Reduced Instruction Set Computing, 精简指令集)芯片、多 CPU 控制系统、高分辨率检测元件、交流数字伺服系统、配套电主轴、直线电机等可极大地提高效率,提高产品的质量和档次,缩短生产周期和提高市场竞争能力。在今后的几年,超精密数控机床将向精密化、高速化、智能化和纳米化发展,汇合而成新一代的数控机床。

(2) 柔性化

数控系统采用新一代模块化设计,功能覆盖面更宽,可靠性更强,可满足不同用户的需求。同一群控系统能根据不同生产流程,自动进行信息流动态调整,发挥群控系统的功能。

(3) 多轴化

多轴联动加工,即零件在一台数控机床上一次装夹后,可进行自动换刀、旋转主轴头、旋转工作台等操作,完成多工序、多表面的复合加工,不仅光洁度高,而且效率也大幅度提高。

(4) 软、硬件开放化

用户可根据自己的需要,对数控系统软件进行二次开发,用户的使用范围不再受生产商的制约。

(5) 实时智能化

在数控技术领域,实时智能控制的研究和应用正沿着:自适应控制、模糊控制、神经网络控制、专家控制、学习控制、前馈控制等方面发展。如故障诊断专家系统,当系统出了故障时,诊断、维修等实现智能化。

2. 功能发展方面

(1) 用户界面图形化

用户界面是数控系统与使用者之间的对话接口,图形用户界面要适合各种用户包括非专业用户的使用,通过窗口和菜单进行操作,可实现图形模拟、图形动态跟踪、仿真和快速编程等功能。

(2) 科学计算可视化

信息交流已不再局限于用文字和语言表达,可以直接使用图形、图像、动画等可视信息。可视化技术可用于 CAD/CAM、参数自动设定、刀具补偿、显示及加工过程的可视化仿真等。如最近厦门创壹软件有限公司开发的数控机床虚拟实现技术,用可视化 3D 技术展示了对数控机床的故障诊断与维修等功能。

(3) 插补和补偿多样化

插补方式有直线插补、圆弧插补、圆柱插补、空间椭圆曲面插补、螺纹插补、极坐标插补、多项式插补等。补偿功能有垂直度补偿、间隙补偿、圆弧插补时过象限的误差补偿、螺距和测量系统误差补偿、刀具半径补偿、温度补偿等。

(4) 高性能的内置 PLC

数控系统内装高性能的 PLC,可直接用梯形图或高级语言编程,可在线调试和在线编辑修改,建立自己的应用程序。

(5) 多媒体技术应用

计算机具有综合处理声音、文字、图像和视频信息的能力。在数控系统中,应用多媒体技术

对各种信息可进行综合化、智能化处理。

3. 体系结构发展方面

(1) 集成化

采用高度集成化 CPU、RISC 芯片和大规模可编程集成电路,及专用集成电路芯片,提高数控系统的集成电路密度和软硬件运行速度及系统的可靠性。

(2) 模块化

实现数控系统的集成化和标准化,将 CPU、存储器、位置伺服、PLC、输入输出接口、通信等模块,作成标准的系列化产品,构成不同档次的数控系统。

4. 智能化、开放式新一代数控系统

(1) 智能化

智能化体现在自动编程、加工过程智能监控、在线检测等。今后的数控系统将计算机智能技术、网络技术、多媒体技术、CAD/CAM、伺服控制、自适应控制、动态数据管理及动态刀具补偿、动态仿真等高新技术融于一体,形成严密的制造过程,即称为智能闭环控制体系,这种技术是利用传感器获得适时的信息,以增强制造者取得最佳产品的能力;智能数控系统通过对影响加工精度和效率的物理量进行检测、建模、提取特征、自动感知加工系统的内部状态及外部环境,快速做出实现最佳目标的智能决策,对进给速度、切削深度、坐标移动、主轴转速等工艺参数进行实时控制,使机床的加工过程处于最佳状态。

(2) 开放式

开放式体系结构使数控系统有更好的柔性、适应性、通用性、扩展性,并向网络化、智能化方向发展。目前开放式数控系统主要有三种形式:

1) 全开放式系统

全开放式系统是基于 PC 机的数控系统,以 PC 机作为平台,采用实时操作系统去开发数控系统的各项功能,并通过伺服卡传送数据,去控制电动机在坐标轴上的运动。

2) 嵌入式系统

嵌入式系统是 CNC 系统加 PC 的系统,CNC 系统控制坐标轴电动机的运动,PC 用于人机界面和网络通信。

3) 融合式系统

融合式系统在 CNC 系统的基础上增加 PC 主板,提供键盘操作,实现人机界面功能。

(3) 网络化

数控装备的网络化将极大地满足生产线、制造系统、制造企业对信息集成的需求。机床可进行远程控制和无人化操作,可在任意一台机床上对其它机床进行编程、运行、操作、设定参数,不同机床的画面可同时显示在每一台机床的屏幕上。适合于大规模现代化生产管理和无人车间的网络化管理,还可实现远程诊断故障和调整。

第2章 数控机床电气控制基础

学习目标

- (1) 掌握数控机床常用低压电器的结构、工作原理、功能、规格、主要技术参数、型号意义、使用方法及其在控制线路中的作用。
- (2) 掌握数控机床图形符号、文字符号、电气原理图的画法规则,会安装调试交流电动机正、反转控制线路及联锁控制线路。
- (3) 掌握控制线路的基本环节及一些典型线路的工作原理、分析方法,组成电气控制线路的基本规律,自锁、互锁及正、反转控制规律的典型应用。
- (4) 要具备正确选用机床常用电器的能力、分析机床控制电路基本环节的能力和看懂电气控制原理图的能力及分析复杂机床控制线路的能力。

2.1 常用低压电器基本知识

随着工业、农业、科学现代化技术的发展,电能的应用越来越广泛,电器对电能的生产、输送及分配与应用起着控制、检测、调节和保护的作用。在电力系统和电力拖动控制系统中应用极为广泛,有些电气元件正朝着新的领域扩展。

低压电器通常指工作在交流电压 1200 V,或直流电压 1500 V 及以下的电路中起通断、保护、控制或调节作用的电器产品,例如接触器、继电器等。工作在交流电压 1200 V,或直流电压 1500 V 及以上电路中的电器产品叫做高压电器,如高压断路器、高压隔离开关、高压熔断器等。

低压电器是电力拖动自动控制系统的基本组成元件,电气技术人员必须熟练掌握低压电器的结构、原理,并能正确选用和维护。

2.1.1 常用低压电器的分类

低压电器用途广泛,功能多样,种类很多,分类方法各异。

1. 按用途分类

1) 控制电器 控制电器是用于控制电动机的起动、制动、调速等动作的电器,如开关电器、信号控制电器、接触器、继电器、电磁起动器、控制器等。

2) 主令电器 主令电器是用于自动控制系统中发送控制指令的电器,例如主令开关、行程开关、按钮、万能转换开关等。

3) 保护电器 保护电器用于保护电动机和生产机械,使其安全运行,如熔断器、电流继电

器、热继电器、避雷器等。

4) 配电电器 配电电器是用于电能的输送和分配的电器,例如低压隔离器、断路器、刀开关等。

5) 执行电器 执行电器是用于完成某种动作或传动功能的电器,例如电磁离合器、电磁铁等。

2. 按工作原理分类

1) 电磁式电器 电磁式电器是依据电磁感应原理来工作的电器,例如直流接触器、交流接触器及各种电磁式继电器等。

2) 非电量控制电器 非电量控制电器是靠外力或某种非物理量的变化而动作的电器,例如刀开关、行程开关、按钮、速度继电器、压力继电器、温度继电器等。

3. 按执行机能分类

1) 有触头电器 有触头电器是利用触头的接触和分离来通断电路的电器,例如接触器、电磁阀、电磁离合器、刀开关、继电器等。

2) 无触头电器 无触头电器是利用电子电路发出检测信号,达到执行指令并控制电路目的的电器,例如电子接近开关、电感式开关、电子式时间继电器等。

4. 常用低压电器分类

1) 接触器 有交流接触器、直流接触器。

2) 继电器

电磁式继电器 有电压继电器、电流继电器、中间继电器。

时间继电器 有直流电磁式继电器、空气阻尼式继电器、电动式继电器、电子式继电器。

其它继电器 有热继电器、速度继电器、温度继电器、压力继电器等。

3) 熔断器 有瓷插式熔断器、螺旋式熔断器、填料封闭管式熔断器、快速熔断器、自复式熔断器等。

4) 开关电器 有框架式断路器、塑料外壳式断路器、快速直流断路器、限流式断路器、漏电保护器、刀开关。

5) 行程开关 有直动式行程开关、滚动式行程开关、微动式行程开关。

6) 其它电器 有按钮、指示灯等。

2.1.2 常用低压电器的基本结构

从结构上看,低压电器一般都具有感测与执行两个基本组成部分。感测部分大都是指电磁机构,执行部分一般是指触头。

1. 电磁机构

电磁机构是各种电磁式电器的感测部分,它的主要作用是将电磁能转换为机械能,带动触点动作,完成接通或分断电路。电磁机构主要由吸引线圈、铁心和衔铁等几部分组成。按动作方式,可分为直线运动式和转动式等,如图 2-1 所示。

电磁机构的工作原理是:当线圈通入电流后,将产生磁场,磁通经过铁心,在衔铁和工作气隙形成闭合回路,产生电磁吸力,将衔铁吸向铁心。同时衔铁还要受到复位弹簧的反作用力,只有当电磁吸力大于弹簧的反力时,衔铁才能可靠地被铁心吸住。电磁机构又常

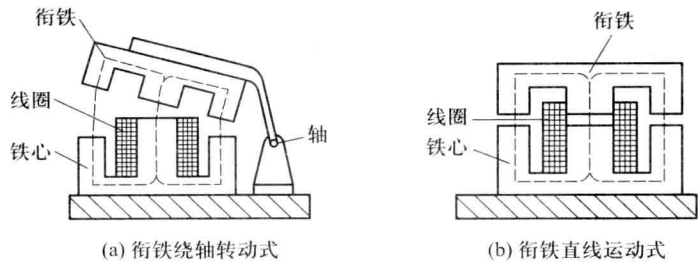


图 2-1 交流接触器电磁系统结构图

称电磁铁。

电磁铁可分为交流电磁铁和直流电磁铁。交流电磁铁为减少交变磁场在铁心中产生的涡流与磁滞损耗，一般采用硅钢片叠压后铆成，线圈有骨架，且成短粗形，以增加散热面积。而直流电磁铁线圈通入直流电，产生恒定磁通，铁心中没有磁滞损耗与涡流损耗，只有线圈本身的铜损，所以铁心用电工纯铁或铸钢制成，线圈无骨架，且成细长形。

2. 触头系统

触头是电器的执行部件，是用来接通或断开被控制电路。按其结构形式可分为桥型触头和指型触头，如图 2-2 所示。按其接触形式可分为点接触、线接触和面接触三种，如图 2-3 所示。

桥式触头有点接触和面接触两种，点接触适用于小电流电路，面接触适用于大电流电路。指式触头为线接触，在接通和分断电路时产生滚动摩擦，以利于去除触头表面的氧化膜，这种触头形式适用于大电流电路且操作频繁的场所。为了增强触头接触时的导电性能，在触头上装了触头弹簧，是为了增加动、静触头间的接触压力，减小接触电阻并消除接触时产生的振动。

根据用途的不同，触头按其原始状态可分为常开触头（动合触头）和常闭触头（动断触头）两类。电气元件在没有通电或不受外力作用的常态下处于断开状态的触头，称为常开触头，反之则称为常闭触头。

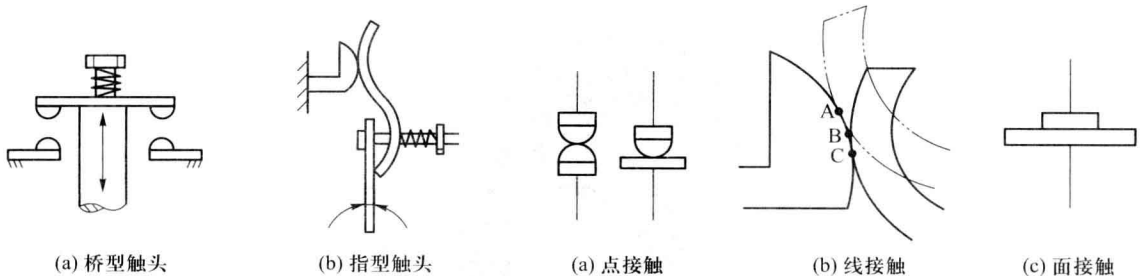


图 2-2 触头的结构形式

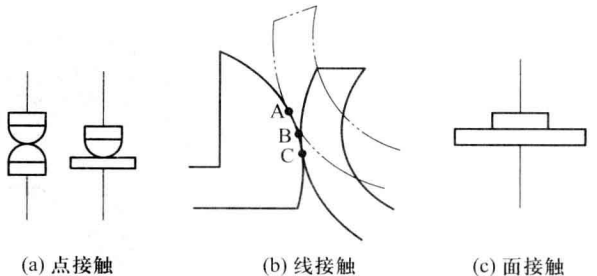


图 2-3 触头的接触形式

3. 灭弧装置

当触头瞬间分断大电流电路时，会在动、静触头间产生大量的带电粒子，形成炽热的电子流，产生强烈的电弧。电弧会烧伤触头，并使电路的切断时间延长，妨碍电路的正常分断，严重时甚至会引起其它事故。为保证电器安全可靠工作，必须采用灭弧装置使电弧迅速熄灭。