



银领工程

高等职业教育技能型紧缺人才培养培训工程系列教材

数控技术应用专业领域

数控机床电气控制

廖兆荣 主编



高等教育出版社

银领工程

高等职业教育技能型紧缺人才培养培训工程系列教材

数控机床电气控制

廖兆荣 主编

高等教育出版社

内容提要

本书根据《教育部办公厅、国防科工委办公厅、中国机械工业联合会关于确定职业技术学院开展数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训工作的通知》精神,按照两年制高等教育数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养指导方案的要求而编写。全书从数控机床电气控制的角度,以数控机床的安全操作维护和故障诊断维修为主线,介绍了数控机床电气控制的组成、简单工作原理,针对数控机床电气控制常用器件的结构、原理、调试,从系统的角度,综合分析了数控机床电气控制故障诊断与维修的思路和方法。本书内容结构力求合理,分析简明扼要,实例从简单到复杂,综合应用实例针对性强。

本书适合数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训使用,也可供数控技术应用专业领域技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床电气控制/廖兆荣主编. —北京:高等教育出版社,2005.1

ISBN 7-04-015709-8

I. 数... II. 廖... 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(2004)第129623号

策划编辑 赵 亮 责任编辑 陈大力 封面设计 于 涛 责任绘图 朱 静
版式设计 王 莹 责任校对 王效珍 责任印制 韩 刚

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 廊坊市文峰档案文化用品有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 16.5
字 数 400 000

版 次 2005年1月第1版
印 次 2005年7月第2次印刷
定 价 20.90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:15709-00

出版说明

为了认真贯彻《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》,落实《2003—2007 年教育振兴行动计划》,缓解国内劳动力市场技能型人才紧缺现状,为我国走新型工业化道路服务,自 2001 年 10 月以来,教育部在永州、武汉和无锡连续三次召开全国高等职业教育产学研经验交流会,明确了高等职业教育要“以服务为宗旨,以就业为导向,走产学研结合的发展道路”,同时明确了高等职业教育的主要任务是培养高技能人才,这类人才,既要能动脑,更要能动手,他们既不是白领,也不是蓝领,而是应用型白领,是“银领”,为我国高等职业教育的进一步发展指明了方向。

培养目标的变化直接带来了高等职业教育办学宗旨、教学内容与课程体系、教学方法与手段、教学管理等诸多方面的改变,与之相应,也产生了若干值得关注与研究的新课题。对此,我们组织有关高等职业院校进行了多次探讨,并从中遴选出一些较为成熟的成果,组织编写了“银领工程”丛书。本丛书围绕培养符合社会主义市场经济和全面建设小康社会发展要求的“银领”人才的这一宗旨,结合最新的教改成果,反映了最新的职业教育工作思路和发展方向,有益于固化并更好地推广这些经验和成果,很值得广大高等职业院校借鉴。同时,我们的想法和做法还得到了教育部领导的肯定,教育部副部长吴启迪也专门为首批“银领工程”丛书提笔作序。

“银领工程”丛书适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

高等教育出版社

2004 年 9 月

前 言

数控技术是制造业实现自动化集成生产的基础,而数控机床电气控制是继电器接触器控制、伺服系统、可编程控制器控制、自动控制系统、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。

全书共分 10 个模块。模块一介绍数控机床电气控制的组成、简单工作过程、分类、性能指标要求和发展趋势;模块二从电力拖动系统的运动分析和自动控制理论基础方面,介绍数控机床电气控制中必需的运动分析和控制基础;模块三介绍数控机床中常用低压电器的结构、原理、调整、选用和维修;模块四介绍继电器接触器控制的基本控制环节;模块五从如何分析电气控制原理的角度,介绍电气原理图的分析、典型机床的结构原理和维修;模块六介绍数控机床中常用的可编程控制器结构、原理、编程和调试维修;模块七介绍数控机床常用驱动装置的结构、简单原理、调试和维修;模块八简单介绍数控机床中数控装置的结构和原理,而模块九介绍数控机床中典型数控系统的结构、连接、调试和维修;模块十则从数控机床应用出发,介绍数控机床安全操作和维护、数控机床电气控制各部件故障诊断维修的思路和方法。

通过本书的学习,可以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,对数控机床电气控制方面的故障,能进行简单的分析、诊断和维修。

本书由廖兆荣担任主编,并编写模块一、模块二、模块七和模块十;张勇忠任副主编,并编写模块五、模块六、模块八和模块九;陈顺科编写模块三和模块四。

由于编者水平有限,书中不当之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2004 年 9 月

目 录

模块一 数控机床电气控制概况	1	模块五 典型机床电气控制	85
学习单元一 电力拖动系统的运动		学习单元一 电气制图与识图方法	85
分析	11	学习单元二 CA6140 车床电气控制	88
学习单元二 自动控制基础	16	学习单元三 X62W 铣床结构及电气控制	
模块三 数控机床常用低压电器	31	要求	91
学习单元一 低压电器基本知识	31	学习单元四 X62W 万能铣床电气	
学习单元二 电力开关电器	33	控制	93
学习单元三 控制信号电器	38	学习单元五 典型机床电气故障分析与	
学习单元四 接触器和继电器	43	维修	96
学习单元五 保护电器	49	模块六 可编程控制器及其应用	102
学习单元六 执行电器	55	学习单元一 可编程控制器概况	102
学习单元七 数控机床位置检测		学习单元二 可编程控制器的组成及工作	
装置	58	原理	105
学习单元八 低压电器认识与调整		学习单元三 FANUC - PMC 的指令	
实验	64	系统	111
学习单元九 位置检测装置的应用		学习单元四 SIMATIC S7 - 300PLC 及其指	
实验	65	令系统	122
模块四 电气控制基本环节	69	学习单元五 可编程控制器在数控机床上的	
学习单元一 三相异步电动机的全压起动		应用实例	132
控制	69	学习单元六 可编程控制器编程与调试	
学习单元二 三相异步电动机的降压起动		实训	139
控制	74	模块七 数控机床驱动装置	141
学习单元三 三相异步电动机的制动		学习单元一 数控机床驱动装置概况	141
控制	77	学习单元二 步进电机驱动装置	147
学习单元四 三相异步电动机正反转控制		学习单元三 变频电动机驱动装置	152
实验	82	学习单元四 交流伺服电机驱动	
学习单元五 三相异步电动机星形三角形		装置	157
降压起动控制实验	83	学习单元五 数控机床主轴驱动装置	165
学习单元六 三相异步电动机能耗制动		学习单元六 步进电机驱动系统的调试及	
实验	84	使用	175
		学习单元七 变频调速系统的构成、调整及	
		使用	179

学习单元八 交流伺服系统的构成、调整及使用	184	模块十 数控机床维护与维修	223
模块八 数控装置结构与原理	191	学习单元一 数控机床的安全操作与维护	223
学习单元一 数控装置的硬件结构	191	学习单元二 数控机床维修管理与维修方法	227
学习单元二 数控装置的软件结构	196	学习单元三 数控系统的参数设置与备份方法	231
学习单元三 数控装置的信息处理	202	学习单元四 数控装置常见故障分析和维护	234
学习单元四 数控装置的通信	206	学习单元五 进给伺服系统常见故障诊断和维修	236
模块九 典型数控系统	208	学习单元六 主轴伺服系统的故障诊断与维修	242
学习单元一 FANUC 0i 数控装置	208	学习单元七 PLC 控制常见故障诊断与维修	244
学习单元二 FANUC 0i 伺服系统	211	学习单元八 其它故障分析与维修	245
学习单元三 FANUC 0i 主轴模块	214	学习单元九 数控系统的参数设置与调整训练	247
学习单元四 FANUC 0i 电源模块	216	参考文献	253
学习单元五 FANUC 0i 数控系统连接	219		
学习单元六 数控系统的连接及调试实训	222		

模块一

数控机床电气控制概况

模块学习目标

- 了解数控机床加工过程及特点;
- 掌握数控机床电气控制系统的组成和工作特点;
- 理解数控机床电气控制系统主要性能指标及要求;
- 熟悉数控机床电气控制的分类和发展方向。

模块学习内容

数控编程加工技术人员除了掌握数控机床的编程和操作外,还必须理解数控机床的性能要求,掌握数控机床电气控制系统的组成和工作特点,以充分发挥数控机床的作用、判断数控机床性能能否保证零件的加工质量,并在数控机床发生故障时,能简单分析故障原因并进行简单处理,避免故障的扩大,及时与维修人员进行沟通,为数控机床的故障修理提供足够的信息,从而保证数控机床长期稳定地无故障运行。

一、数控机床加工过程及特点

工业、农业、科学和国防现代化建设,要求机械产业不断地提供各种先进的设备,如电力机车、内燃机车、起重运输机械、装卸机械、工程机械、养路机械等设备。为制造和维修这些技术设备,就必须具备制造各种金属零件的设备,如铸造、锻造、焊接、冲压和切削加工设备等。机械零件的形状精度、尺寸精度和表面粗糙度要求较高,主要靠切削加工来达到,特别是形状复杂、精度要求高和表面粗糙度要求高的零件,往往需要经过几道甚至几十道切削加工工序才能完成。

利用刀具对金属毛坯进行切削,从而加工出机械零件的工作机械称为金属切削机床,简称机床。机床是现代机械制造业中最重要的加工设备,在一般机械制造厂中,机床所担负的加工工作量,约占机械制造总工作量的 40% ~ 60%。

机床的性能直接影响机械产品的性能、质量和经济性,因此,它是国民经济中具有战略意义的基础工业,机床的拥有量及其先进程度将直接影响到国民经济各部门生产发展和技术进步的能力。

数控机床是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、解决工艺难题,而且又具有一定柔性的生产设备,正逐步取代普通机床。数控机床的广泛使用,给机械制造业的生产方式、产品结构和产业结构带来了深刻的变化,其技术水平高低和拥有量多少,是衡量一个国家和企业现代化水平的重要标志。

1. 数控机床加工过程

普通机床的整个加工过程,需要通过技术工人手工操作来完成;而数控机床可以按事先编制的加工程序,自动地对工件进行加工,如图 1.1 所示。

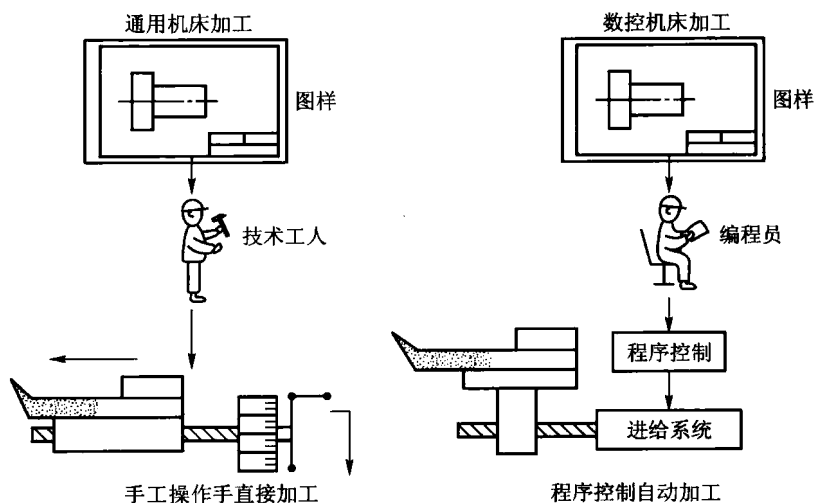


图 1.1 普通机床与数控机床加工的比较

数控机床的加工过程如下(图 1.2):

- (1) 根据加工零件尺寸、形状和技术要求,确定零件的加工工艺过程和加工参数;
- (2) 按规定的格式和代码,编制数控机床能执行的数控加工程序;
- (3) 采用按键输入或通信输入的方式,将数控加工程序输入到数控机床的数控装置;

(4) 数控机床的数控装置自动处理数控加工程序、进行刀具轨迹计算,发出各种信号控制数控机床的伺服系统和机床强电控制系统,驱动电动机带动主轴旋转或工作台移动,并协调控制数控机床的主运动、进给运动和辅助运动,直至零件自动加工完毕。

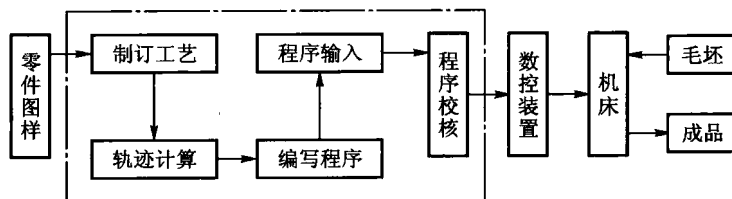


图 1.2 数控机床加工过程

由此可看出,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,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。

2. 数控机床特点

- (1) 能完成很多普通机床难以加工,或者根本不能加工的复杂型面的加工;
- (2) 采用数控机床可以提高零件的加工精度,稳定产品的质量;
- (3) 采用数控机床可比普通机床提高 2~3 倍生产率,对复杂零件的加工,生产率可以提高十几倍甚至几十倍;
- (4) 数控机床具有柔性,只需更换程序,就可适应不同品种及尺寸规格零件的自动加工;
- (5) 大大减轻了工人的劳动强度。

二、数控机床电气控制系统组成及其工作过程

数控机床电气控制系统由数控装置(CNC)、进给伺服系统、主轴伺服系统、机床强电控制系统(包括可编程控制器控制系统和继电器接触器控制系统)等组成,如图 1.3 所示。

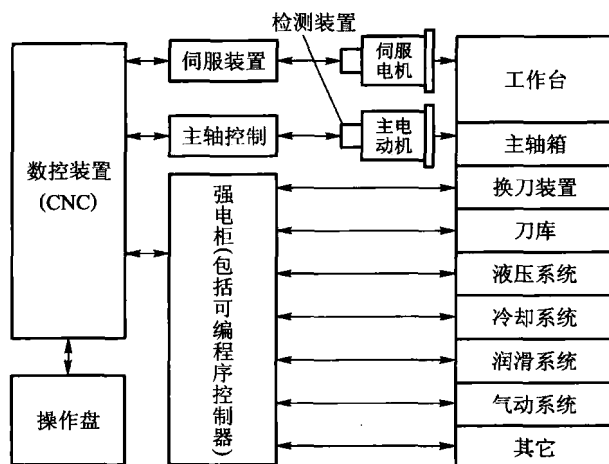


图 1.3 数控机床电气控制系统组成

数控装置是数控机床电气控制系统的控制中心。它能够自动地对输入的数控加工程序进行处理,将数控加工程序信息按两类控制量分别输出:一类是连续控制量,送往伺服系统;另一类是离散的开关控制量,送往机床强电控制系统,从而协调控制机床各部分的运动,完成数控机床所有运动的控制,实现数控机床的加工过程。

进给伺服系统由进给轴伺服电机(一般内装速度和位置检测器件)和进给伺服装置组成。进给伺服系统驱动机床各坐标轴的切削进给,提供切削过程中所需要的转矩、运转速度。

主轴伺服系统包括主轴电机(含速度检测器件)和主轴伺服装置,实现对主轴转速的调节控制,有的主轴伺服装置还含有主轴定向控制功能。

机床强电控制系统,除了对机床辅助运动和辅助动作(包括电动系统、液压系统、气动系统、冷却箱及润滑油箱等)的控制外,还包括对保护开关、各种行程极限开关和操作盘上所有元件(包括各种按键、操作指示灯、波段开关)的检测和控制。在机床强电控制系统中,可编程控制器

(PLC)可替代机床上传统的强电控制系统中大部分机床电器,从而实现对润滑、冷却、气动、液压和主轴换刀等系统的逻辑控制。

三、数控机床电气控制系统分类

数控机床电气控制系统的种类很多,虽然控制对象不同,但原理却基本相似。

(一) 按运动轨迹分类

1. 点位控制系统

点位控制系统只是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,移动过程中不进行任何切削加工,点与点之间移动轨迹、速度和路线决定了生产率的高低。为了提高加工效率,保证定位精度,系统采用“快速趋近,减速定位”的方法实现控制。这类数控机床有数控钻床、数控镗床和数控冲床等。数控钻床点位控制如图 1.4 所示,A 孔和 B 孔的钻孔加工,可以按两种路线加工。

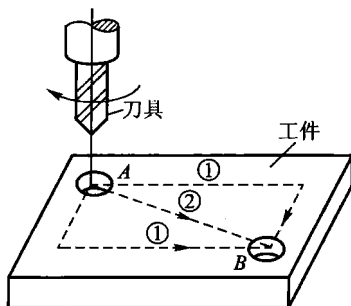


图 1.4 数控钻床点位控制

2. 直线控制系统

直线控制系统不仅要求具有准确的定位功能,而且要控制两点之间刀具移动的轨迹是一条直线,且在移动过程中刀具能以给定的进给速度进行切削加工。

直线控制系统的刀具运动轨迹一般是平行于各坐标轴的直线;特殊情况下,如果同时驱动两套运动部件,其合成运动的轨迹是与坐标轴成一定夹角的斜线。这类数控机床有数控车床、数控镗铣床等。数控铣床直线控制如图 1.5 所示。

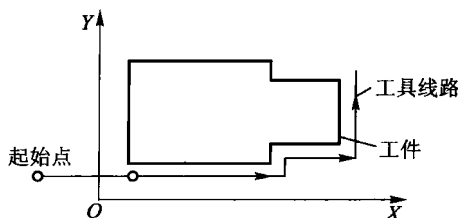


图 1.5 数控铣床直线控制

3. 轮廓控制系统

轮廓控制系统能同时控制两个或两个以上坐标轴,需要进行复杂的插补运算,即根据给定的

运动代码指令和进给速度,计算刀具相对工件的运动轨迹,实现连续控制。这类数控机床有数控车床、数控铣床、数控线切割机床、数控加工中心等,数控线切割机床轮廓控制如图 1.6 所示。

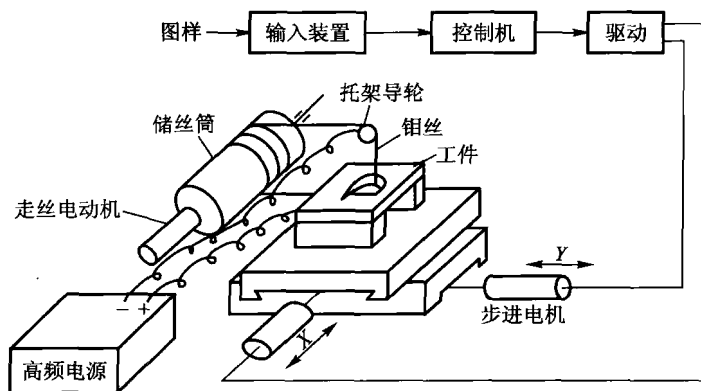


图 1.6 数控线切割机床加工示意图

（二）按伺服系统分类

数控系统根据输入的程序指令及数据,经插补运算得到位置控制指令,并通过进给伺服系统完成各坐标轴的位置控制。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。

早期的数控机床采用电液伺服驱动的较多,当前,数控机床一般采用全电气伺服驱动系统,分为步进电机、直流电动机以及交流电动机三大类,其中步进电机使用在一些要求不高的经济型数控机床上,直流伺服电机从 20 世纪 70 年代到 80 年代中期在数控机床中占据了主导地位,目前大多数进给伺服系统采用的是交流伺服电机。

1. 开环控制系统

开环控制系统没有检测反馈装置,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,如图 1.7 所示。

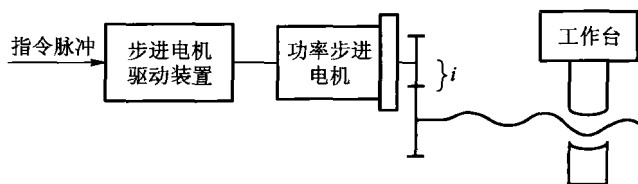


图 1.7 开环控制系统框图

在开环控制系统中,CNC 装置输出的指令脉冲经驱动电路进行功率放大,控制步进电机转动,再经机床传动机构带动工作台移动。这类系统结构简单、价格低廉,调试和维修都比较方便,但无位置闭环控制,精度主要取决于步进电机及传动机构的精度,因而精度较差。

2. 半闭环控制系统

半闭环控制系统位置检测装置安装在电动机或丝杠轴端,通过角位移的测量,间接测量机床工作台的实际位置,并与 CNC 装置的指令值进行比较,用差值进行控制。半闭环控制系统以交、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,如图 1.8 所示。

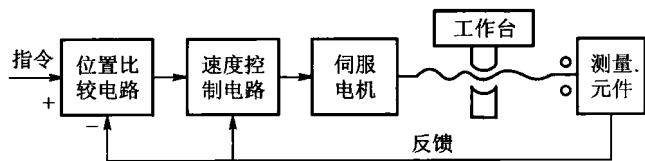


图 1.8 半闭环控制系统框图

半闭环控制系统只检测电机的旋转角度而不检测机械间隙等,所以整个位置系统位置环增益可以较大,且调试比较容易,稳定性较好。对部分环节造成的误差可以控制,精度比开环高,传动链上有规律的误差,如间隙及螺距误差等,可由数控系统加以补偿。但是传动机构的误差过大或其误差不稳定时,则数控系统难以补偿。

3. 闭环控制系统

闭环控制系统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,用差值进行控制。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,如图 1.9 所示。

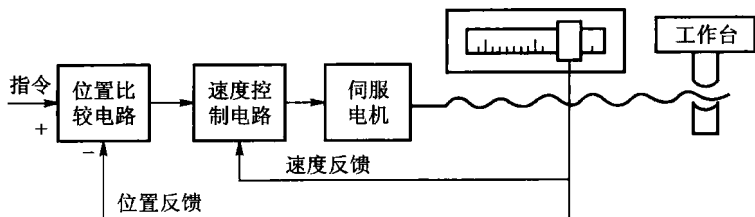


图 1.9 闭环控制系统框图

闭环控制系统直接从机床的移动部件上获取位置实际移动值,通过反馈控制,可调节全部传动环节造成的误差,其精度很高,检测装置的精度对系统的精度影响大。但由于在位置环中存在着延迟、间隙等非线性环节,因此影响系统的稳定性,调试较困难。

四、数控机床电气控制系统主要性能指标及要求

（一）数控机床的运动性能指标

1. 数控机床的可控轴数和联动轴数

数控机床的可控轴数是指数控机床数控装置能够控制的坐标数量。数控机床可控轴数与数控装置的运算处理能力、运算速度及内存容量等有关。国外先进数控装置的可控轴数已经达到了 24 轴,我国目前数控装置可控轴数最多为 6 轴,图 1.10 为 6 轴加工中心示意图。

数控机床的联动轴数,是指机床数控装置可同时进行运动控制的坐标轴数。目前有两轴联动、3 轴联动、4 轴联动、5 轴联动等。3 轴联动数控机床能三坐标联动,可以加工空间复杂曲面。

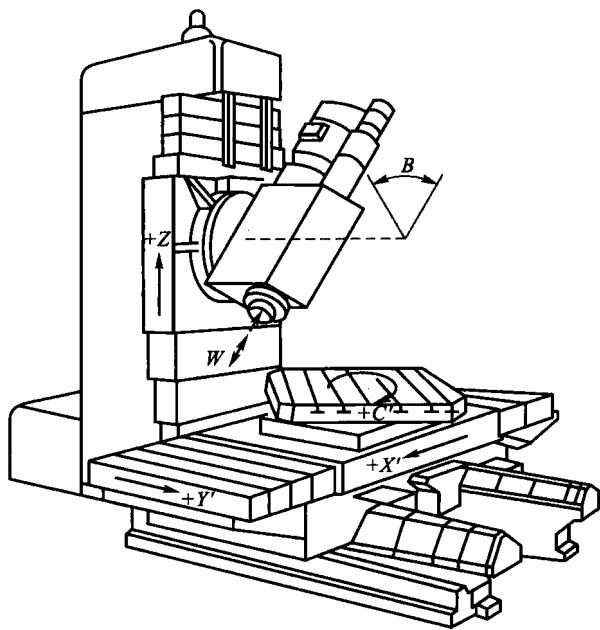


图 1.10 6 轴加工中心示意图

4 轴联动、5 轴联动数控机床可以加工飞行器叶轮、螺旋桨等零件。

2. 主轴转速

数控机床主轴一般均采用直流或交流调速主轴电动机驱动,选用高速轴承支承,保证主轴具有较宽的调速范围和足够高的回转精度、刚度及抗震性。目前,数控机床主轴转速已普遍达到 $5\,000 \sim 10\,000 \text{ r/min}$,甚至更高,有利于对各种小孔加工,提高零件加工精度和表面质量。

3. 进给速度

数控机床的进给速度是影响零件加工质量、生产效率以及刀具寿命的主要因素。它受数控装置的运算速度、机床运动特性、刚度等因素的限制。目前我国数控机床的进给速度可达 $10 \sim 15 \text{ m/min}$,国外先进数控机床的进给速度可达 $15 \sim 30 \text{ m/min}$ 。

4. 坐标行程

一般数控机床坐标轴 X 、 Y 、 Z 的行程大小,构成数控机床的空间加工范围,即加工零件的大小。坐标行程是直接体现机床加工能力的指标参数。

5. 刀库容量和换刀时间

刀库容量和换刀时间对数控机床的生产率有着直接的影响。刀库容量是指刀库能存放加工所需要刀具的数量。中小型数控加工中心多为 $16 \sim 60$ 把刀具,大型加工中心可达 100 把刀具。换刀时间是指带有自动交换刀具系统的数控机床,将主轴上使用的刀具与装在刀库上的下一工序需用的刀具进行交换所需要的时间。目前国内数控机床换刀时间为 $10 \sim 16 \text{ s}$,国外先进数控机床换刀时间一般为 $4 \sim 5 \text{ s}$ 。

（二）数控机床的精度指标

1. 定位精度

定位精度是指数控机床工作台等移动部件移动到指令位置的准确程度,即实际移动位置与指令要求位置的一致性,移动部件实际位置与指令位置之间的误差称为定位误差。被控制机床坐标的误差(即定位误差)包括驱动此坐标轴控制系统(伺服系统、检测系统、进给系统等)的误差,也包括移动部件导轨的几何误差等。定位误差将直接影响零件加工的位置精度。

2. 重复定位精度

重复定位精度是指在同一条件下,用相同的方法,重复进行同一动作时,控制对象到达同一指令位置的一致程度。即在同一台数控机床上,应用相同程序相同代码加工一批零件,所得到的连续结果的一致程度,也称为精密度。重复定位精度受伺服系统特性、进给系统的间隙、刚性以及摩擦特性等因素影响。

3. 分辨率与脉冲当量

分辨率是指两个相邻的分散细节之间可以分辨的最小间隔。对数控机床电气控制系统而言,分辨率是可以控制的最小位移增量,其数值的大小决定数控机床的加工精度和表面质量。数控装置发出一个脉冲信号,机床移动部件的位移量叫做脉冲当量。脉冲当量是设计数控机床原始数据之一,目前普通精度级的数控机床的脉冲当量一般采用 0.001 mm/脉冲,精密或超精密数控机床的脉冲当量采用 0.000 1 mm/脉冲。脉冲当量越小,数控机床的加工精度和加工表面质量越高。

五、数控机床电气控制系统的发展状况

数控机床电气控制系统的发展,与数控系统、伺服系统、可编程控制器发展密切相关。

（一）数控系统的发展状况

随着微电子技术和计算机技术的飞速发展,数控系统的功能不断增多,柔性不断增强,性能价格比不断提高,当前数控系统正朝着下面几个方向发展。

1. 高速度高精度化

数控系统的高速度高精度化要求数控系统在读入加工指令数据后,能高速度计算出伺服电机的位移量,并能控制伺服电机高速度准确地运动。此外,要实现生产系统的高速度化,还必须要要求主轴转速、进给率、刀具交换、托板交换等实现高速度化。提高微处理器的位数和速度是提高 CNC 速度的最有效的手段。目前较新的数控系统大多数采用 32 位微处理器。

2. 智能化

数控系统应用高技术的重要目标是智能化。智能化技术主要体现在以下几个方面:

(1) 自适应控制技术 通常数控机床是按照预先编好的程序进行控制,但随机因素,如毛坯余量和硬度的不均匀、刀具的磨损等难以预测,为了确保质量,一般要在编程时采用较保守的切削用量,从而降低了加工效率。自适应控制系统(AC, adaptive control)可对机床主轴转矩、功率、切削力、切削温度、刀具磨损等参数值进行自动测量,并由 CPU 进行比较运算后,发出修改主轴转速和进给量大小的信号,确保 AC 系统处于最佳切削状态,从而在保证加工质量条件下,使加工成本最低或生产率最高。

(2) 附加人机会话自动编程功能 建立切削用量专家系统和示教系统,从而提高编程效率和降低对编程操作人员技术水平要求。

(3) 具有设备故障自诊断功能 数控系统出了故障,控制系统能够进行自诊断,并自动采取排除故障的措施,以适应长时间无人操作环境的要求。

3. 小型化

蓬勃发展的机电一体化设备,对 CNC 系统提出了小型化的要求。日本新开发的 FS16 和 FS18 都采用了三维安装方法,电子元器件以高密度地安装,大大地缩小了系统的占有空间。此外,它们还采用了新型 TFT 彩色液晶薄型显示器,使 CNC 系统进一步小型化,这样可更方便地将它们装到机械设备上。

4. 计算机群控

计算机群控也叫做计算机直接数控系统(DNC),它是用一台大型通用计算机为数台数控机床进行自动编程,并直接控制一群数控机床的系统。

根据机床与计算机结合方式的不同,计算机群控大致可分为间接型、直接型和计算机网络等不同的方式。

在间接型群控系统中,把来自通用计算机存储的程序,通过连接装置(如电缆)分别送到机床群中每台机床的普通数控系统中。大型通用计算机也称中央计算机,它们有足够的存储容量,可以统一存储和管理大量的零件程序。

在直接型群控系统中,机床群中每台数控机床不必带有普通数控系统,只需装设具有伺服控制电路和操作面板的机床控制装置即可,而机床的数控机能和插补运算功能全部由中央计算机来完成。在这种系统中,各台数控机床不能独立工作,一旦计算机出了故障,各台数控机床都将停止运行。

在计算机网络群控系统中,各台数控机床都有独立的、由小型计算机构成的数控系统,并与中央计算机连接成网络,实现分级控制。由于每台数控专用计算机价格比较便宜,又都有应用软件,并且相对具有独立性,所以整个网络不再由一台计算机去分时完成所有数控系统的功能,全部机床可连续进行工作。

5. 具有更高的通信功能

一般的数控系统都具有 RS-232C 和 RS-422 高速远距离串行接口,可以按照用户级的格式要求,同上一级计算机进行多种数据交换。高档的数控系统应具有直接数控(DNC)接口,以实现几台数控机床之间的数据通信,直接对几台数控机床进行控制。

(二) 伺服系统的发展状况

早期的数控机床伺服系统多采用晶闸管直流驱动系统,即通过调整晶闸管可控整流器,调整直流电动机的电枢电压,实现额定转速以下的恒转矩调速;调整直流电动机的励磁电流,以实现额定转速以上的恒功率调速。并且采用了闭环控制,以获得良好的动静态特性。但是由于直流电动机受机械换向的影响和限制,大多数直流驱动系统适用性差,维护比较困难,而且其恒功率调速范围较小。20 世纪 80 年代以后,随着交流调速理论、微电子技术和大功率半导体技术的发展,交流驱动系统进入实用阶段,在数控机床的伺服驱动系统中得到了广泛的应用。目前,交流伺服驱动系统已经基本取代了直流伺服驱动系统。

(三) 可编程控制器的发展状况

1960 年,在美国出现第一台可编程序逻辑控制器(PLC, programmable logic controller)以来,经过多年的发展,PLC 现在已成为一种最重要、高可靠性、应用场合最多的工业控制微型计算机。

它应用大规模集成电路、微型计算机技术和通信技术的发展成果,逐步形成了具有多种优点的微型、小型、中型、大型、超大型等各种规格的 PLC 系列产品,应用于从继电器控制系统到监控计算机之间的许多过程控制领域。可编程序控制器已和数控技术及工业机器人并列为工业自动化的三大支柱。

初期的 PLC 只是用于逻辑控制的场合,代替继电器控制系统。随着微电子技术的发展,PLC 以微处理器为核心,适用于开关量、模拟量和数字量的控制,它已进入过程控制和位置控制等场合的控制领域。目前,可编程序控制器既保留了原来可编程序逻辑控制器的所有优点,又吸收和发展了其它控制装置的优点,包括计算机控制系统、过程仪表控制系统、集散系统、分散系统等。在许多场合,可编程序控制器可以构成各种综合控制系统,例如构成逻辑控制系统、过程控制系统、数据采集和控制系统、图形工作站等。

思考与练习

- 1.1 与普通机床相比,数控机床有什么特点?
- 1.2 试通过数控机床加工过程说明数控机床的工作原理。
- 1.3 数控机床电气控制系统由哪几个部分组成?各部分的基本作用是什么?
- 1.4 数控机床有哪些运动性能指标?有哪些精度性能指标?
- 1.5 数控机床电气控制有哪些类型?
- 1.6 什么是点位控制、直线控制、轮廓控制?三者有何区别?
- 1.7 什么是开环、半闭环、闭环控制系统?各有何特点?
- 1.8 数控机床电气控制的发展趋势如何?