

全国高职高专一体化教学  
(机械专业)通用教材

# 数控车床的编程与操作

主编 温希忠 高摇超

山东科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控车床的编程与操作 温希忠,高超主编

—济南:山东科学技术出版社,2012

ISBN 978-7-5326-3111-1

I. ①数... II. ①温...②高... III. ①数... ②数... ③数...

床:车床—程序设计②数控机床:车床—操作

摇 IV. ①...②...③...

摇中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 150000 号

全国高职高专一体化教学(机械专业)通用教材

## 数控车床的编程与操作

主编 温希忠 高超

---

出版者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 157 号

邮编:250022 电话:(0531)83622222

网址:www.sdtech.com.cn

电子邮件:sdtech@sdtech.com.cn

发行者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 157 号

邮编:250022 电话:(0531)83622222

印刷者:山东新华印刷厂临沂厂

地址:临沂市高新技术开发区

邮编:276017 电话:(0539)83622222

---

开本:787mm×1092mm 1/16

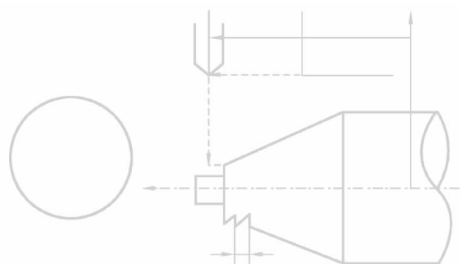
印张:12.5

版次:2012 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

---

ISBN 978-7-5326-3111-1

定价:25.00 元



## QIANYAN

随着现代科学技术的发展,特别是机电一体化技术的迅猛发展,数控机床的应用已经越来越普及,数控机床的通用、灵活、精度高、效率高等特点正为社会所认可。社会对于数控机床技术人才的要求也越来越高,数控机床的编程和操作人员的需求越来越多。

本书介绍了数控机床的基础理论知识,着重介绍了云梯系统,杂那系统数控车床的操作技能和编程,同时介绍了其他类型的数控车床和悦等数控车床自动编程软件的使用。本书突出技能训练,有很好的实用性。本教材既可以作为职业技术学院的培训教材,也可作为相关人员的参考用书。

本书的内容是编者多年来实际工作经验的总结,同时也借鉴了国内外同行的相关资料文献,在此谨表示感谢!由于编者水平有限,本书不当或错误之处在所难免,敬请指正。

编摇者

## 《数控车床的编程与操作》编者

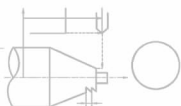
主编 温希忠 高超

副主编 韩长军 王照信 张伟 许新伟

编者 王永俊 左玉营 何强 刘峰善 刘建平



摇第四节摇标准循环.....	页源
摇第五节摇编程与加工实例.....	页猿
第六章摇大森 II 系统数控车床编程与操作.....	页园
摇第一节摇数控机床简介.....	页园
摇第二节摇数控系统面板介绍.....	页员
摇第三节摇数控车床的操作.....	页源
摇第四节摇基本形状的切削.....	页怨
摇第五节摇固定循环指令.....	页员
摇第六节摇调用子程序.....	页远
第七章摇悦群牌数控车自动编程.....	页员
摇第一节摇数控加工的概述.....	页员
摇第二节摇刀具的管理.....	页源
摇第三节摇轮廓粗车.....	页怨
摇第四节摇轮廓精车.....	页缘
摇第五节摇车槽.....	页怨
摇第六节摇钻中心孔.....	页猿
摇第七节摇螺纹固定循环.....	页源
摇第八节摇车螺纹.....	页远
摇第九节摇其他功能.....	页愿
第八章摇其他典型数控系统.....	页愿
摇第一节摇华中世纪星 5100 系统介绍.....	页愿
摇第二节摇广州 980TC 系统介绍.....	页怨
第九章摇数控机床的日常维修和调试.....	页怨
摇第一节摇避免机床损坏的注意事项.....	页怨
摇第二节摇数控机床的维护保养.....	页园
摇第三节摇日常修理.....	页园
摇第四节摇数控机床开机调试.....	页缘
参考文献.....	页员



# 第一章 数控技术基础

## 第一节 数控机床的系统组成及其基本原理

### 一、数控技术基本概念

#### 数控

数控(NC)是数字控制(Numerical Control)的简称,系采用数字化信号(数值和符号)对机床进行自动控制的一种方法。

#### 数控机床

采用数控技术的机床称为数控机床。国际信息处理联盟(ISO)第五技术委员会对数控机床的定义是:数控机床是一种装有程序数控系统的机床,该系统逻辑地处理具有特定代码和其它符号编码指令规定的程序。与普通机床靠手工操作进行加工相对应,数控机床的运动是在程序(加工指令信息)控制下自动完成的。

#### 计算机数控系统

用计算机代替数控装置的系统称为计算机数控系统(CNC)。美国电子工业协会(IEEE)所属的数控标准化委员会对CNC的定义是:CNC是用一个存储程序的计算机,按照存储在计算机内的读写存储器中的控制程序去执行数控装置的部分或全部功能,在计算机之外的惟一装置是接口,CNC系统是由程序、输入输出设备、计算机数控装置、可编程控制器(PLC)、主轴驱动装置和进给驱动装置等组成,如图1-1所示。

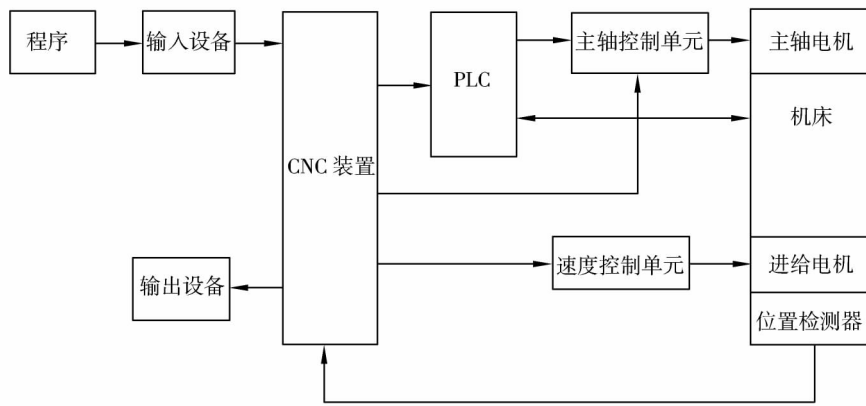


图 1-1 计算机数控系统框图

现代数控装置是以微型计算机为主体,统称为数控装置。使用微型计算机的数控系统,数控装置的性能和可靠性能得到了很大提高、成本不断下降、性能价格比优越,推动了数控机床的发展。

### 数控机床的工作过程及原理

数控机床是数字技术与机床相结合的产物,从狭义的方面看,数控一词就是“数控机床”的代名词,从广义的范围来看,数控技术本身在其他行业中有更广泛的应用,称为广义数字控制。数控机床就是将加工过程的各种机床动作,由数字化的代码表示,通过某种载体将信息输入数控系统,控制计算机对输入的数据进行处理,来控制机床的伺服系统或其他执行元件,使机床加工出所需要的工件,其过程见图 1-1。

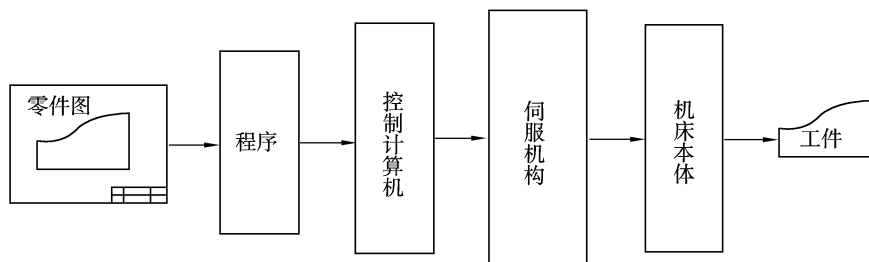


图 1-1 数控加工的过程

(1) 根据图样进行加工工艺分析,确定加工方案、工艺参数和位移数据。

(2) 用规定的程序代码和格式编写零件加工程序单;或用自动编程软件进行图形输入操作,直接生成零件的加工程序文件。

(3) 程序的输入或输出:手工编写的程序通过数控机床的操作面板输入,软件生成的程序通过计算机的串行通信接口(如 RS-232C 等)直接传输到数据机床的数控单元。

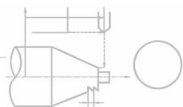
(4) 输入到数控单元的加工程序,进行试运行、刀具路径模拟等。

(5) 通过对数控机床的正确操作,运行程序,完成零件的加工。

数控机床的基本工作原理:首先根据零件图样,结合加工工艺进行程序编制,然后通过键盘或其它输入设备(如穿孔纸带、软盘等)将程序输入到数控装置,数控装置将指令进行译码、寄存和插补运算后,向各坐标的伺服系统发出指令信号,驱动伺服电动机转动,并通过传动机构,使刀具与工件相对位置按被加工零件的形状轨迹进行运动,并通过位置检测反馈以确保其定位精度。同时通过数控系统实现其它必要的辅助动作,如自动变速、冷却润滑液的自动开停、工件的自动夹紧、放松及刀具的自动更换等,配合进给运动完成零件的自动加工。

## 二、数控机床的组成及其各部分功能

数控机床由控制介质、数控系统、伺服系统、反馈装置、辅助装置和机床本体等部分组成,如图 1-2 所示。



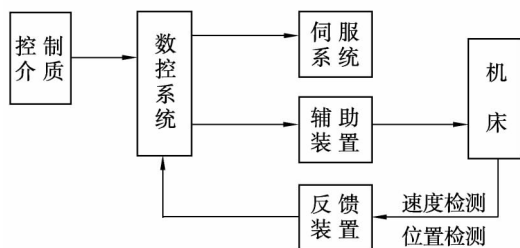


图 1-1 数控系统的组成框图

### 1.1 控制介质

控制介质又称信息载体,是人与计算机间联系的中间媒介物质,反映了数控加工中的全部信息。

### 1.2 数控系统

数控系统是机床实现自动加工的核心,是整个数控机床的灵魂所在。主要由输入装置、监视器、主控系统、可编程控制器(PLC)、输入输出接口等组成。

监视器由显示器和操作键盘组成。显示器有数码管、液晶显示屏等多种形式。主要显示数控程序、各种参数、插补值、坐标位置、故障信息、人机对话编程菜单、零件图形、动态刀具运动轨迹等。

主控制系统由存储器、控制器等部分组成。控制方式分运算处理控制和时序逻辑控制两类。主控制器数据内的插补运算模块是根据所读入的程序,通过译码、编译等信息处理后,进行相应的刀具轨迹插补运算,并通过与各坐标伺服系统的位置、速度反馈信号比较,从而控制机床各坐标轴的位移。时序逻辑控制主要由可编程控制器(PLC)来完成,它根据机床加工中的各个动作要求进行协调,按各检测信号进行逻辑判别,从而控制机床各部件有条不紊地工作。

### 1.3 伺服系统

伺服系统是数控系统与机床本体之间的电传动联系环节,主要由伺服电动机、驱动控制系统及位置检测反馈装置等组成,用于实现数控机床的进给伺服控制和主轴伺服控制。

(1) 进给伺服系统 它是数控机床的进给运动执行部分,包括位置控制单元、速度控制单元、伺服电动机、测量反馈单元等部分。它接受计算机发来的各种动作命令,驱动伺服电动机运动。伺服电动机分有步进电动机、直流伺服电动机和交流伺服电动机。进给伺服系统的性能直接影响到数控机床的加工精度和生产效率。

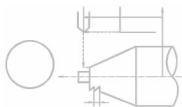
(2) 主轴伺服系统 它是机床切削加工时传递扭矩的部件,一般分为齿轮有级变速和电气无级调速两种类型。它由主轴驱动控制系统、主轴电动机及主轴机械传动机构等组成。

### 1.4 反馈装置

反馈装置主要包括光电脉冲编码器、光栅位置传感器和直线感应同步器等装置。

### 1.5 辅助装置

辅助装置主要包括自动换刀装置、自动交换工作台机构、工件夹紧放松机构、回转工



作台、液压控制系统、润滑装置、切削液装置、排屑装置、过载和保护装置等。

### 2. 数控机床本体

数控机床本体是指机械结构实体,由传动机构、工作台、床身及主轴等部分组成。数控机床与普通机床相比,它的整体布局、外观造型、传动机构、刀具系统及操作机构等多方面发生了很大变化,具体归纳如下。

(1) 采用高性能主动及主轴部件,具有传递功率大、刚度高、抗震性好及热变形小等优点。

(2) 进给传动采用高效传动件,具有传动链短、结构简单、传动精度高等特点。一般采用滚珠丝杠副、同步齿形带等,以保证传动精度。

(3) 具有完善的刀具自动交换和管理系统(特别是加工中心)。

(4) 在加工中心上一般有工件自动交换、工件夹紧和放松机构。

(5) 机床本身具有很高的动、静刚度。采用贴塑导轨、直线滚动导轨、静压导轨等精度高、摩擦因数小的部件。

(6) 采用全封闭罩壳。由于数控机床是自动完成加工的,所以为了操作安全一般采用移动门结构的全封闭罩壳,对机床加工部件进行封闭。

## 第二节 摇数控机床的分类

### 一、按数控装置类型进行分类

#### 1. 点位控制数控机床

点位控制又称点到点控制,其特点是要求机床移动部件从一点移到另一点有准确的定位,在移动过程中不进行加工。图 1-1-1 为点位控制机床(如数控钻床)加工示意图,刀具在相应的点定位后才进行加工。点位数控机床对两点之间运动轨迹没有严格要求。

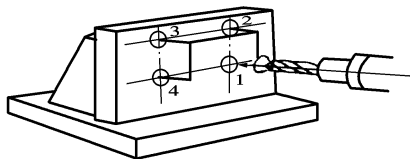
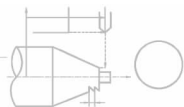


图 1-1-1 摇点位控制机床加工示意图

为了实现快速而精确的定位,两点间位置的移动一般先以快速移动,待接近定位点时再慢速趋近定位点,以保证定点精确。这类数控机床主要有数控钻床、数控镗床和数控冲床等。特点是成本低、结构简单,其相应的数控装置称为点位控制数控系统。



### 直线控制数控机床

直线控制也称平行控制。其特点是除了控制点与点之间准确定位外,还要保证两点间的移动轨迹是一条直线,且对移动速度也要进行控制,因为机床在两点间移动时要进行切削加工。其移动路线与机床坐标是平行的,即同时控制的坐标轴只有 1 个,一般只能加工矩形、台阶形等零件。

这类机床有数控车床、数控铣床、数控镗床等。一般情况下,这类数控机床有两三个坐标轴,但同时控制的坐标轴只有 1 个。其相应的数控装置称为直线控制数控系统。

为了保证在刀具磨损或更换刀具后,仍可加工出合格的零件,这类数控机床常具有刀具半径补偿、刀具长度补偿和主轴转速控制功能。

图 5-2-1 是直线控制加工示意图。采用直线控制的机床有数控车床、数控铣床、数控磨床和加工中心等。

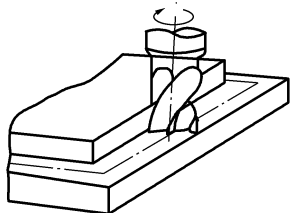


图 5-2-1 直线控制加工示意图

### 轮廓控制数控机床

轮廓控制又称为连续控制。其特点是能够对两个或两个以上运动坐标的位移和速度同时进行连续相关的控制,可以对曲面或曲线进行切削加工,要求数控装置具有插补运算功能。

这类机床有数控车床、数控铣床、数控镗床、数控线切割机和加工中心等,其相应的数控装置称为轮廓控制数控系统。图 5-2-2 是轮廓控制加工示意图。

这类机床按同时(联动)控制坐标轴数不同,又可分为下列 3 种形式。

(1) 二轴联动控制同时控制二轴运动,可加工曲线旋转面(数控车床)或加工曲线柱面(数控铣床),如图 5-2-3 所示。

(2) 二轴半联动控制主要用于三轴以上的数控机床,其中二轴联动,另一轴做周期运动。如图 5-2-4 所示,数控铣床上用球头铣刀加工三维空间曲面。

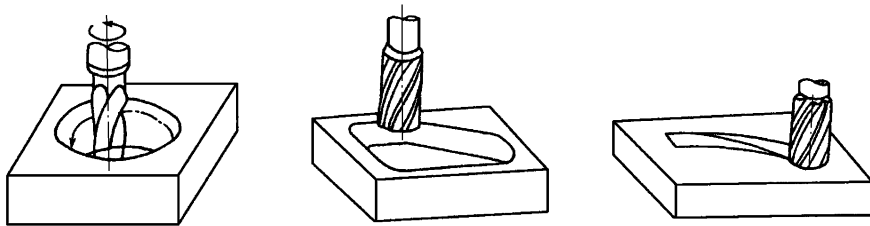


图 5-2-2 轮廓控制加工示意图 图 5-2-3 二轴联动 图 5-2-4 二轴半联动

(獭)三轴联动摇一般分为圆类:一类是载再在猿个坐标轴联动,如数控钻床、加工中心等,如图 员圆所示;另一类是除了同时控制载再在中两个坐标轴联动外,还同时控制围绕其中某一坐标轴旋转的旋转坐标轴,如加工中心除了纵向(在轴)、横向(载轴)圆个坐标轴联动外,还同时控制围绕在轴的主轴(悦轴)联动。

(源)四轴联动摇同时控制载再在猿个直线坐标轴与某一旋转坐标轴联动。如图 员圆为同时控制载再在猿个坐标轴与员个工作台回转轴联动的数控机床,可用于加工叶轮或圆柱凸轮。

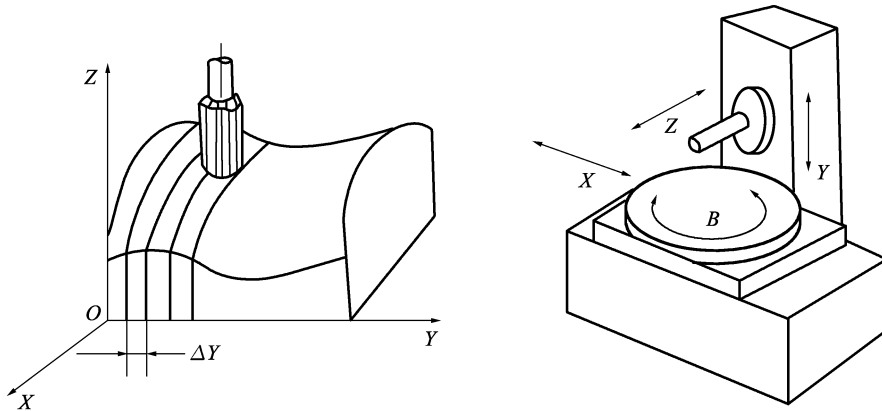
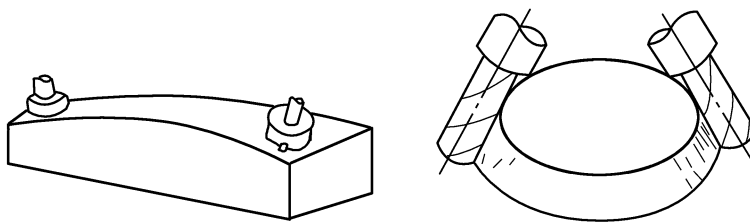


图 员圆 三轴联动图 图 员圆 四轴联动的数控机床

(缘)五轴联动摇除同时控制载再在猿个直线坐标轴联动以外,还同时控制围绕这些直线坐标轴旋转的粤月悦中任意两个坐标轴,形成同时控制缘个轴联动。这时刀具被定在空间的任意方向,如图 员圆所示。五轴联动适合于加工涡轮叶片、叶轮和机翼等。

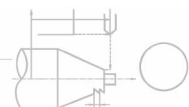


(粤)五坐标端铣 (遭)五坐标侧铣  
图 员圆 五轴联动的数控加工

## 二、按伺服控制方式进行分类

### 员 开环控制数控机床

这类机床的进给伺服驱动是开环的,即没有检测反馈装置,图 员圆是开环控制系统框图。



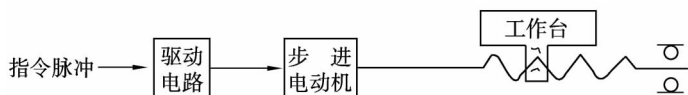


图 1-1-1 开环控制系统框图

这种系统通常采用步进电动机作驱动电动机。步进电动机的主要特征是数控装置输出指令脉冲每改变一次指令脉冲信号,步进电动机就转动一个步矩角,再通过齿轮变速箱带动丝杠旋转,把角位移转换为移动部件的直线位移。移动部件的移动速度与位移量是由输入脉冲的频率和脉冲数所决定。

由于开环系统没有反馈装置,系统的传动误差及步矩误差不能进行校正补偿,所以控制精度较低。但其最大特点是稳定性好、控制方便、结构简单、成本低、价格低廉、使用维修方便,广泛应用于精度要求不高的数控机床中。如经济型数控机床多采用此种控制方式。

#### 闭环控制数控机床

(1) 全闭环控制数控机床 闭环控制系统是在移动部件(如床鞍部件)上装有直线位置检测装置,将测量的实际位移量反馈到数控装置中,与输入的位移量进行比较,用差值进行控制,使移动部件按实际需要的位移量运动,实现移动部件的精确定位,如图 1-1-2 所示。

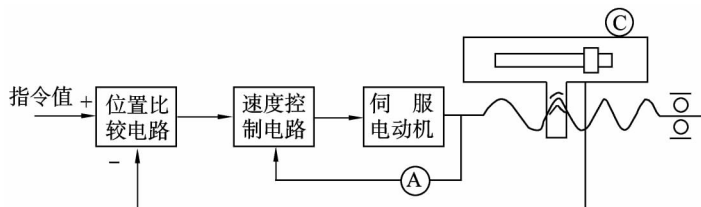
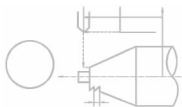


图 1-1-2 全闭环控制系统框图

由于闭环系统有位置反馈环节,这种反馈对包含有丝杠螺母副和齿轮传动副所带来的误差都可以得到补偿,故可达到很高的控制精度,可广泛应用在高精度的大型精密数控机床中。闭环控制系统调试安装较为复杂、价格昂贵。

(2) 半闭环控制数控机床 这种系统是在伺服电动机轴端或丝杠轴端装有角位移测量元件(旋转变压器、光电脉冲编码器、圆光栅等),通过测量角位移间接检测移动部件的直线位移,然后反馈到数控装置,与输入的位移量进行比较,用差值进行控制,故其控制精度较高。由于角位移测量装置比直线位移测量装置结构简单、安装方便、稳定性好、价格便宜、精度高于开环系统,故得到了广泛应用。但这种系统的丝杠螺母副、齿轮传动副等传动装置未包含在反馈系统中,故其精度还不如上面介绍的全闭环系统高。但如果选择精度较高的滚珠丝杠并消除间隙的齿轮副,再配以具有螺距误差和反向间隙补偿功能的数控装置,还是能够达到较高的加工精度。正因为如此,半闭环数控系统仍得到广泛地应用。图 1-1-3 为半闭环控制系统框图。



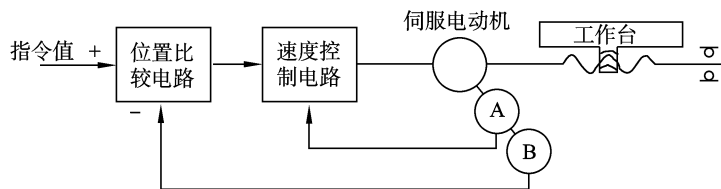


图 1-1-1 半闭环控制系统框图

(獭)混合控制数控机床将上述两种数控方式的特点有选择地集中起来,可以组成混合控制数控机床。

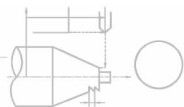
按数控系统功能水平进行分类

按功能水平不同,数控系统分为高、中、低三档。

(貳)经济型数控系统经济型数控系统又称简易数控系统,这一档次的数控机床通常仅能满足一般精度要求的加工,能加工形状较简单的直线、斜线、圆弧及带螺纹类的零件,采用的微机系统为单板机或单片机系统,具有数码显示或汉字字符显示功能,机床进给由步进电动机实现开环驱动,控制的轴数和联动轴数在二轴或三轴以下,进给分辨率为 $0.01\text{mm}$ ,快速进给速度可达 $10\text{m/min}$ 。这类机床结构一般都比较简单,精度中等,价格比较低廉,一般也不具有通信功能,如经济型数控线切割机床、数控钻床、数控车床、数控铣床及数控磨床等。

(参)普及型数控系统普及型数控系统通常被称为全功能数控系统,这类数控系统功能较多,除了具有一般数控系统的功能以外,还具有一定的图形显示功能及面向用户的宏程序功能等,采用的微机系统为 $16\text{位}$ 或 $32\text{位}$ 微处理机,具有 $\text{RS-232C}$ 通信接口,机床的进给多采用交流或直流伺服驱动,系统一般能实现三轴或四轴以下联动控制,进给分辨率为 $0.005\text{mm}$ ,快速进给速度为 $15\sim 20\text{m/min}$ ,其输入输出的控制一般可由可编程序控制器来完成,从而大大增强了系统的可靠性和控制的灵活性。这类数控机床的品种极多,几乎覆盖了各种机床类别,且其价格适中,目前的发展趋势是趋向于简单、实用、不追求过多的功能。

(肆)高档型数控系统高档型数控系统是用于加工复杂形状工件的多轴控制数控机床,且其加工工序集中自动化程度高、功能强,具有高度柔性,采用的微机系统为 $32\text{位}$ 以上微处理机系统。机床的进给大多采用交流伺服驱动,除了具有一般数控系统的功能以外,至少能实现三轴或四轴以上的联动控制,最小进给分辨率为 $0.001\text{mm}$ ,最大快速进给速度能达到 $20\text{m/min}$ 或更高,具有三维动画图形功能和图形用户界面,同时具有丰富的刀具管理功能、宽调速主轴系统、多功能智能化监控系统 and 面向用户的宏程序功能,还有很强的智能诊断和智能工艺数据库,能实现加工条件的自动设定,且能实现与计算机的联网和通信。这类系统功能齐全,价格昂贵,如具有三轴以上的数控铣床、大、重型数控机床、五面加工中心、车削中心和柔性加工单元等。



源按加工工艺及用途进行分类

(员)金属切削类摇指采用车、铣、镗、钻、磨、铰、刨等各种切削工艺的数控机床。它又分为如下两类。

①普通数控机床。这类数控机床和传统的通用机床一样,有车床、铣床、钻床、镗床、磨床等,其工艺性和通用机床相似。

②加工中心机床。它的特点是具有自动换刀机构的刀具库,工件经一次装夹后,通过自动更换刀具,能自动连续地在一台机床上对工件各加工面进行铣(车)、镗、钻、铰、攻螺纹等多工序加工。

(圆)金属成形类摇指采用挤、冲、压、拉等成形工艺的数控机床,如数控弯管机、数控折管机、数控旋压机、数控压力机等。

(猿)特种加工类摇数控特种加工设备有数控线切割机、数控电火花加工设备、数控火焰切割机、数控激光加工机等。

(源)测量、绘图类摇主要有三坐标测量仪、数控对刀仪、数控绘图仪等。

缘按软硬件进行分类

(员)硬件式数控系统(晕兑系统)摇这是早期的数控系统。这种数控装置中,输入、译码、插补运算、输出等控制功能全由逻辑电路来实现。这类数控系统通用性、灵活性等功能较差,维护代价高。

(圆)软件式数控系统(悦兑系统)摇这种系统以微型计算机或小型计算机为控制单元,其中主要功能几乎全由软件来实现,硬件可以通用,编制不同的软件,可实现不同的功能。通用的硬件为批量生产提供了条件,硬件的批量生产有利于保证质量、降低成本、缩短周期,便于推广应用,故现代的数控系统均无例外地采用悦兑系统。

## 第三节 摇数控机床的加工对象

### 一、采用数控机床加工的优势及特点

员可以加工具有复杂型面的工件。

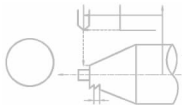
圆加工精度高,尺寸一致性好。

猿生产效率高。

源可以减轻工人劳动强度。

缘经济效益明显。

远可以精确计算成本和安排生产进度。



数控加工是智能制造技术和先进制造的基础。

数控机床与普通机床相比有很大优越性(见表 1-1)。

表 1-1 数控机床与普通机床的比较

数控机床	普通设备
操作者可在短时间内掌握操作和加工技能	要求操作者有长期的实践经验
加工精度高、质量稳定,较少依赖于操作者的技能水平	高质量、高精度的加工要求操作者具有高的技能水平
编制程序花费较多时间	适合加工形状简单、单一工序的产品
加工零件复杂程度高,适合于多工序加工	加工过程要求具有直觉和技巧
易于加工工艺标准化和刀具管理规范化	操作者以自己的方式完成加工,加工方式多样,很难实现标准化
适于长时间无人操作和加工自动化	是实现自动化加工的准备环节必不可少的,如材料的预去除及夹具的制作等
适于计算机辅助生产控制	很难提高加工的专门技术,不利于知识系统化和普及
生产率高	生产率低,质量不稳定

## 二、数控机床的使用范围

多品种、小批量生产的零件或新产品试制中的零件。

几何形状复杂的零件。

加工过程中必须进行多工序的零件。

用普通机床加工时,需要昂贵工装设备的零件。

必须严格控制公差,对精度要求高的零件。

工艺设计需多次修改的零件。

价格昂贵,加工中不允许报废的关键零件。

需要最短生产周期的零件。

各种机床的使用范围如图 1-1 所示,各种机床的加工批量与成本的关系如图 1-2 所示。

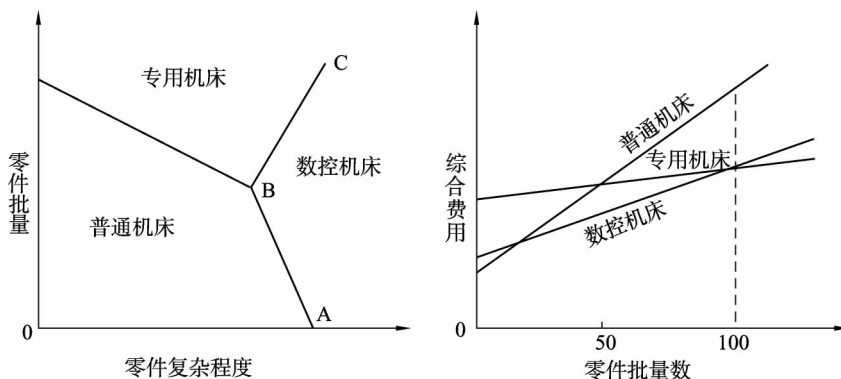
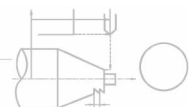


图 1-1 各种数控机床使用范围图 图 1-2 各种机床的加工批量与成本的关系



## 第四节 插补原理

### 一、插补基本概念

#### 插补

计算机数控系统最主要的任务就是由根据被加工零件的外形轮廓尺寸以及精度要求编制的加工程序,计算出机床各运动坐标轴的进给指令,分别驱动各运动坐标轴协调运动,从而获得刀具相对于工件的理想运动轨迹。这个处理过程必须采用插补实现。数控系统的插补是指根据给定的数学函数,在理想的轨迹和轮廓上的已知点之间进行数据密化处理的过程。

插补的任务就是根据进给速度的要求,在轮廓起点和终点之间计算出若干个中间点的坐标值。

在硬件式数控系统中,插补是由专门设计的硬件数字电路插补器完成的。在计算机数控系统中,插补可通过计算机的程序软件和硬件配合来实现,或者全部采用计算机的程序软件来实现。

直线和圆弧是构成工件轮廓形状的基本线条,所以大多数数控系统都具有直线和圆弧插补功能。在一些高档数控系统的扩展功能或宏程序中,配有抛物线、螺旋线、渐开线、椭圆等插补计算功能。

插补的精度是以脉冲当量的数值来衡量的,脉冲当量是数控机床的一个基本参数。所谓脉冲当量,就是对每一个脉冲信号机床执行部件的位移量,也称最小设定单位,其数值大小视数控机床的加工精度而定,它是脉冲分配计算中的基本单位。脉冲当量数值越小,插补运动的实际轨迹就越接近理想轨迹,数控机床加工精度越高。常用脉冲当量的数值有 0.01mm/脉冲、0.005mm/脉冲。目前我国有些数控机床的加工精度已达 0.001mm/脉冲,这标志着我国的机械加工已进入纳米加工领域。

#### 插补分类

插补功能的好坏直接影响系统控制精度和速度,是数控系统的主要技术性能指标,所以插补软件是数控系统的核心软件。多年来人们一直在寻找一种简单有效的插补方法,目前主要采用:

(1) 数字脉冲乘法器插补法:世界上第一台数控机床的数控装置的插补方法采用的是脉冲乘法器,由美国麻省理工学院研制,也称 积数法,这是一种直线插补器。

(2) 逐点比较法,也称代数运算法:它是由富士通公司(现日立公司)发明的,富士通公司消化积数的第一台数控机床所用系统后,对数控系统进行了创新,发明了逐点比较法,也称为富士通醉步逼近法。

