

### 图书在版编目(CIP)数据

数控原理与系统/王宏颖主编. —东营:中国石油大学出版社,2018.6

ISBN 978-7-5636-6104-6

I. ①数… II. ①王… III. ①数字控制系统—高等职业教育—教材 IV. ①TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 146017 号

如有印装质量问题,请与中国石油大学出版社发行部联系。  
服务电话:400-615-1233

书 名: 数控原理与系统

主 编: 王宏颖

---

责任编辑: 徐 伟 张云龙

封面设计: 刘文东

---

出 版 者: 中国石油大学出版社

(地址:山东省青岛市黄岛区长江西路 66 号 邮编:266580)

网 址: <http://cbs.upc.edu.cn>

电子邮箱: [upbook@upc.edu.cn](mailto:upbook@upc.edu.cn)

印 刷 者: 大厂回族自治县聚鑫印刷有限责任公司

发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 010-88433760)

开 本: 185 mm×260 mm

印 张: 12

字 数: 292 千

版 印 次: 2018 年 6 月第 1 版 2018 年 6 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5636-6104-6

印 数: 1—3 000 册

定 价: 38.00 元

## 数控系统基础知识

本项目介绍了数控系统的组成及工作原理,数控机床的分类,以及数控机床在加工及使用时的特点。通过本项目的学习应对数控系统的组成及工作原理有一个完整的认识,掌握开环、闭环、半闭环控制系统和点位、点位直线、轮廓控制系统的组成和特点。

### 任务 1 数控系统的组成及工作原理

#### 学习目标

- 掌握数控系统的组成。
- 了解数控系统的工作原理。

#### 知识要点

- 数控系统的工作原理。
- 数控系统特点。

#### 知识链接

随着科学技术的不断发展,机械产品日趋精密、复杂,改型也日益频繁,对机床的性能、精度、自动化程度等提出了越来越高的要求。机械加工工艺过程自动化是实现上述要求的重要技术措施之一,不仅能够提高产品质量和生产率,降低生产成本,还能改善工人的劳动条件。为此,许多企业采用自动机床、组合机床和专用机床组成自动或半自动生产线。但是,采用这种自动、高效的设备,需要很大的初期投资及较长的生产准备周期,只有在大批量的生产条件(如汽车、拖拉机、家用电器等工业主要零件的生产)下,才会有显著的经济效益。

## 一、数控机床的产生

在机械制造工业中,单件、小批量生产的零件约占机械加工总量的 70%~80%。科学技术的进步和机械产品市场竞争的日趋激烈,促使机械产品不断改型、更新换代,批量相对减少,质量要求越来越高。采用专用的自动机床加工这类零件就显得很不合理,而且调整或改装专用的“刚性”自动生产线投资大、周期长,有时从技术上甚至是不可能实现的。采用各类仿型机床,虽然可以部分地解决小批量复杂零件的加工,但在更换零件时需制造靠模和调整机床,生产准备周期长,而且由于靠模误差的影响,加工零件的精度很难达到较高的要求。

为了解决上述问题,满足多品种、小批量,特别是结构复杂、精度要求高的零件的自动化生产,迫切需要一种灵活的、通用的、能够适用于产品频繁变化的“柔性”自动化机床。随着计算机科学技术的发展,1952年,美国帕森斯(Parsons)公司和麻省理工学院(MIT)合作,研制了世界上第一台以数字计算机为基础的数字控制(numerical control, NC)三坐标直线插补铣床,从而使机械制造业进入了一个新阶段。

## 二、计算机数控的概念与发展

### 1. 计算机数控的概念

(1)数字控制。数字控制简称数控。用数值数据的控制装置在运行过程中不断地引入数值数据,从而对某一生产过程实现自动控制。

(2)数控机床。若机床的操作命令以数值数据的形式描述,工作过程按照规定的程序自动地进行,则这种机床称为数控机床(NC machine tools)。

(3)数控系统。在数控机床行业中,数控系统是指计算机数字控制装置、可编程序控制器、进给驱动与主轴驱动装置等相关设备的总称;有时则仅指其中的计算机数字控制装置。为区别起见,将其中的计算机数字控制装置称为数控装置。

### 2. 计算机数控的发展

从第一台数控机床问世至今,随着微电子技术的不断发展,数控装置也在不断地更新换代,先后经历了电子管(1952年)、晶体管(1959年)、小规模集成电路(1965年)、大规模集成电路及小型计算机(1970年)和微处理机或微型计算机(1974年)五代数控系统。

前三代数控装置属于采用专用控制计算机的硬接线(硬件)数控装置,一般称为 NC 数控装置。20世纪70年代初,随着计算机技术的发展,小型计算机的价格急剧下降,出现了采用小型计算机代替专用硬件控制计算机的第四代数控系统。这种数控系统不仅在经济上更为合算,而且许多功能可用编制的专用程序实现,并可将专用程序存储在小型计算机的存储器中,构成控制软件。这种数控系统称为计算机数控系统(computerized numerical control, CNC)。自1974年开始,以微处理机为核心的数控装置

(microcomputerized numerical control, MNC) 得到迅速发展。CNC 和 MNC 称为软接线(软件)数控系统。由于 NC 硬件数控系统早已被淘汰,而目前软件数控系统均采用 MNC,因而,许多书中将现代数控系统称为 CNC。

我国从 1958 年开始研制数控机床,20 世纪 60 年代中期进入实用阶段。自 20 世纪 80 年代开始,引进日本、美国、德国等国外著名数控系统和伺服系统制造商的技术,使我国的数控系统在性能、可靠性等方面得到了迅速发展。经过“六五”“七五”“八五”及“九五”科技攻关,我国已掌握了现代数控技术的核心内容。

### 三、数控系统的组成

数控系统是机电一体化设备,由输入/输出装置、数控装置、伺服驱动系统、反馈系统、辅助控制装置、机床本体组成。虽然数控系统的种类很多,但其基本结构大致相同,其组成如图 1-1 所示。

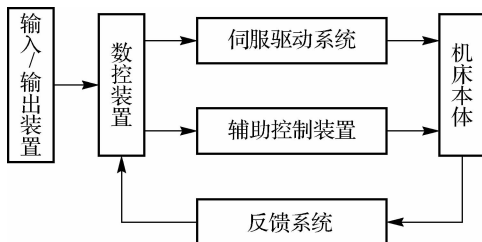


图 1-1 数控系统的组成

(1) 输入/输出装置。输入/输出装置是人与机床建立联系的主要途径,是进行人机信息交流和对话的交互设备。

输入装置的作用是将程序载体上的数控代码变成相应的电信号,传送并存入数控装置内。常用的输入装置有键盘、磁盘驱动器、光电阅读机、计算机通信接口等。其相应的载体为磁盘、穿孔纸带等。

最常见的输出装置是显示器,数控系统可以通过显示器为操作人员提供必要的信息,如程序信息、位置坐标值、报警信息等。

现代数控机床还可以通过手动(MDI)方式,将工件加工程序,用数控系统操作面板上的按键直接输入 CNC 单元;或者用与上级通信的方式直接将加工程序输入 CNC 单元。

(2) 数控装置。数控装置是数控机床的核心,数控机床的所有控制功能都由它来控制实现。数控装置的作用是接收由加工程序、控制面板、反馈系统等送来的各种信息,经处理和分配后,向各驱动机构(伺服系统)发出位置、速度等指令,驱动相应对象执行规定命令。在执行过程中。驱动、检测等机构的有关信息反馈给数控装置,经处理后发出新的执行命令。

(3) 伺服驱动系统。伺服驱动系统是执行数控装置所发指令的驱动机构,是数控系统与机床主体的联系纽带,它的作用是将数控装置输出的微弱电信号(脉冲电压约 5 V,脉冲电流为毫安级),经功率放大器等电子器件,放大为较强的电信号(驱动电压为几十伏至几百伏,电流可达几十安培),然后将上述数字量信息转换成模拟量(执行电动机轴的角位移和角速度)信息,从而驱动执行电动机带动机床运动部件按给定的速度和位置进行运动。

(4) 反馈系统。反馈系统的作用是将机床移动的实际位置、速度参数检测出来,转换成电信号并反馈到数控装置中,使数控装置判断机床的实际位置、速度是否与指令一致,并发出相应指令纠正所产生的误差。

(5) 辅助控制装置。辅助控制装置的主要作用是接收 CNC 单元输出的主运动换向、变速、启停、刀具的选择和交换,以及其他辅助装置动作等指令信号,经过必要的编译、逻辑判别、运算和功率放大后直接驱动相应的电器,带动机床机械部件、液压气动等辅助装置完成指令规定的动作。机床上的限位开关等开关信号经辅助控制装置处理后送 CNC 单元进行处理。

由于可编程控制器(PLC)具有响应快,性能可靠,易于使用、编程和修改,并可直接驱动机床电器,现已广泛作为数控机床的辅助控制装置。

(6) 机床本体。机床本体是数控机床的主体,是用于完成各种切削加工的机械部分。与传统机床相比,结构和性能上发生了较大的变化,具有结构简单、精度高、结构刚性好、可靠性高和传动效率高等特点。

#### 四、数控系统的工作原理

数控系统进行加工,首先必须将工件的几何数据和工艺数据按规定的代码和格式编制成数控加工程序,并用适当的方法将加工程序输入数控系统。数控系统对输入的加工程序进行数据处理,输出各种信息和指令,控制机床各部分按规定有序地动作。这些信息和指令包括各坐标轴的进给速度、进给方向和进给位移量,各状态控制的I/O 信号等。

(1) 目前加工程序的生成方法。

① 手工编程。分析零件图样,根据图样对零件材料、尺寸、形状、加工精度及热处理要求来确定工艺方案,进行工艺处理和数值计算。在此基础上,根据数控系统规定的功能指令代码和程序格式编写出数控加工程序单。

② CAD/CAM。经过计算机辅助设计和计算机辅助制造(CAD/CAM)处理,由计算机自动生成数控加工程序。

③ 人机对话。通过数控系统显示器(CRT)上的图形提示和参数确定,在数控系统中自动生成加工程序。

(2)程序输入数控系统中的方法。

①键盘输入方式。通过数控系统操作面板上的按键,将加工程序输入数控系统中,同时在 CRT 上进行编辑修改,有些数控系统还可进行轨迹模拟。

②穿孔纸带。将加工程序用自动穿孔机制作成穿孔纸带,通过读带装置将穿孔纸带上的代码逐段输入数控系统中去。

③软盘驱动器。利用数控系统上的软盘驱动器,可以将存储在磁盘上的加工程序转到数控系统的内存中。数控系统上磁盘的应用使数控系统能和通用个人计算机(PC)保持文件之间的传送。

④通信接口。对 CAD/CAM 生成的加工程序,通过计算机与数控系统上的通信接口,将加工程序传送至数控系统。

## 任务实施

### HED-21S 数控系统各组成部分的工作原理

#### 1. 任务目标

- (1)了解数控系统的特点、基本组成和应用。
- (2)了解数控系统常用部件的原理及作用。
- (3)熟悉数控系统综合实验台,了解数控系统综合实验台的连接和基本操作。

#### 2. 工具、仪器和设备

HED-21S 数控系统综合实验台一套、专用连接线一套。

#### 3. 相关知识

HED-21S 数控系统综合实验台是用于培养学生掌握数控系统的编程方法,以及数控系统电气设计、安装、调试、维修等实际动手能力的一套实验装置。该数控系统综合实验台采用模块化设计,便于组合和扩展,也便于检查和调试。利用该实验装置可以使学生掌握数控系统的控制原理、电气原理、电气设计方法、元器件的选用;掌握数控系统电气元件布置、安装、调试等方法。实验台能够模拟工业生产过程,达到工业现场实习效果。该实验台不仅可按照推荐的方式进行设计、安装、调试,也可根据各自对课程设置的要求,自行设计、安装、调试,更好地培养学生的动手能力和分析能力。

HED-21S 数控系统综合实验台集成了数控装置、变频调速主轴、三相异步电动机、交流伺服单元、交流伺服电动机、步进电动机驱动器、步进电动机、测量装置、十字工作台。图 1-2 所示为 HED-21S 数控系统综合实验台的组成框图。

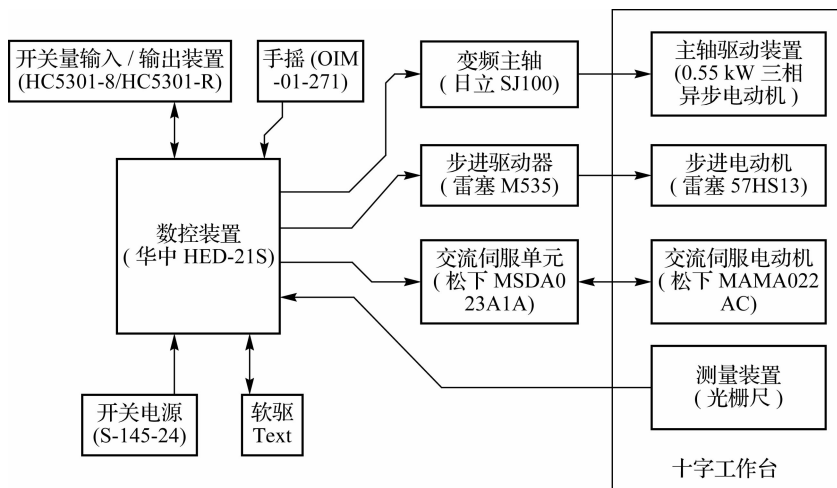


图 1-2 HED-21S 数控系统综合实验台的组成框图

HED-21S 数控系统综合实验台的组成如下。

(1) 数控装置。数控装置采用的是华中数控股份有限公司的“世纪星”HED-21S 车床数控装置。“世纪星”HED-21S 车床数控装置采用先进的开放式体系结构,内置嵌入式工业 PC,配置 7.7 英寸彩色液晶显示屏和通用工程面板,具备全汉字操作界面、故障诊断与报警装置、多种形式的图形加工轨迹显示和仿真装置,操作简便,易于掌握和使用。该数控装置集进给轴接口、主轴接口、手持单元接口、内嵌式 PLC 接口于一体,还可自由选配各种类型的脉冲接口、模拟接口的交流伺服单元或步进电动机驱动器。装置内部已提供标准车床控制的 PLC 程序,用户也可自行编制 PLC 程序。该数控装置采用国际标准 G 代码编程,与各种流行的 CAD/CAM 自动编程系统兼容,具有直线插补、圆弧插补、螺纹切削、刀具补偿、宏程序等功能,支持硬盘、电子盘等程序存储方式,可通过软驱、DNC、以太网进行程序交换,具有价格低、性能高、配置灵活、结构紧凑、易于使用、可靠性高的特点。

软驱单元提供 3.5 英寸软盘驱动器、RS232 接口、PC 键盘接口、以太网接口,需要通过转接线才可与 HED-21S 数控装置连接使用。

(2) 变频调速主轴单元。变频主轴采用的是日立 SJ100,变频器配三相异步电动机。变频器采用矢量控制,使用三相交流 380 V 电源,其最大功率(恒转矩)为 1.5 kW,输入电流为(恒转矩)3.9 A,最大输出电流(恒转矩)为 4.0 A,两个模拟输入量为 0~10 V,0~20 mA(或-10~10 V,0~20 mA)。电动机采用普通三相异步电动机,功率为 0.55 kW,转速为 1 390 r/min。

(3) 交流伺服驱动单元。交流伺服驱动单元采用的是松下 MSDA023A1A 伺服单元和 MAMA022AC 伺服电动机。MSDA023A1A 与 MAMA022AC 构成闭环控制系统,提供位置控制、速度控制、转矩控制三种控制方式(需设置交流伺服参数,并修改相应连线)。MAMA022AC 为小型小惯量电动机(功率 200 W,额定转速 3 000 r/min,额定转矩

0.64 N·m),配11线2500 P/r(P为脉冲单位)增量式码盘。

(4)步进驱动单元。步进驱动单元采用的是雷塞 M535 步进驱动器和 57HS13 步进电动机。M535 是细分型高性能步进驱动器,适合驱动中小型的任何两相或四相混合式步进电动机。电流控制采用先进的双极性等角度恒力矩技术,具有每秒两万次的斩波频率。在驱动器的侧边装有一排拨码开关组,可以用来选择细分精度,以及设置动态工作电流和静态工作电流。57HS13 是四相混合式步进电动机,步进角为  $1.8^\circ$ ,静转矩为  $1.3 \text{ N}\cdot\text{m}$ ,额定相电流为  $2.8 \text{ A}$ 。

(5)开关量输入/输出装置。开关量输入/输出装置采用的是 HC5301-8 输入接线端子板和 HC5301-R 继电器板,作为 HED-21S 数控装置 XS10、XS11、XS20、XS21 接口的转接单元使用,以方便连接及提高可靠性。

(6)工作台。工作台集成了雷塞 57HS13 型四相混合式步进电动机、MAMA022AC 型交流伺服电动机、光栅尺和笔架。机械部分采用了滚珠丝杠传动的模块化十字工作台,用于实现目标轨迹和动作。X 轴执行装置采用的是四相混合式步进电动机。步进电动机没有传感器,不需要反馈,用于实现开环控制。Y 轴执行装置采用的是交流伺服电动机。交流伺服单元和交流伺服电动机组成了一个速度闭环控制系统。安装在交流伺服电动机轴上的增量式码盘充当位置传感器,用于间接测量机械部分的移动距离,可与其他部件构成一个位置半闭环控制系统;也可通过安装在十字工作台上的光栅尺直接测量机械部分移动的距离,与其他部件构成一个位置全闭环控制系统。笔架可给出工作台的运动轨迹,便于观察数控程序运行的结果。

#### 4. 实验内容

1)感性认识数控系统综合实验台的各组成部分

(1)指出数控系统综合实验台的各个组成部件及其原理或作用。

(2)了解数控系统综合实验台各个组成部件之间的连接,认清各个信号线的来源和去向。

2)了解数控系统综合实验台的基本操作

了解数控系统综合实验台上电顺序,了解 HED-21S 数控车床数控装置的基本操作。进入数控系统,运行演示程序。

## 任务2 数控机床的分类

### 学习目标

- 掌握数控机床的分类。



知识要点

- 按控制方式分类与按用途分类的区别。

知识链接

数控机床的种类很多,为了便于了解和研究,可以从不同的角度对其进行分类。

一、按工艺用途分类

数控机床按工艺用途分类可分为以下类型。

1. 金属切削类数控机床

与传统的通用机床品种相适应的数控机床有数控车床(见图 1-3)、数控铣床(见图 1-4)、数控镗床、数控钻床、数控磨床、数控齿轮加工机床等。装有刀库和自动换刀装置,在一次装夹后,可以进行多种工序加工的数控机床,称为数控加工中心(machine center, MC)。数控加工中心目前主要有两类:一类是在镗、铣床基础上发展起来的,称为铣削加工中心(见图 1-5);另一类是在车床基础上发展起来的,称为车削加工中心。

AR



图 1-3 数控车床

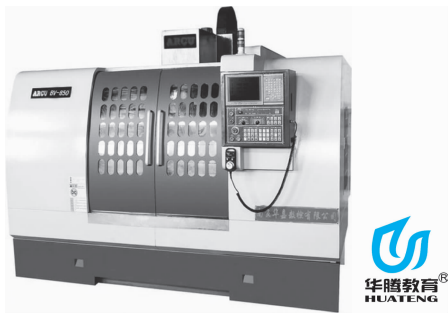


图 1-4 数控铣床



图 1-5 铣削加工中心

## 2. 金属成型类数控机床

金属成型类数控机床有数控液压折弯机(见图 1-6)、数控弯管机(见图 1-7)、数控压力机(见图 1-8)等。



图 1-6 数控液压折弯机

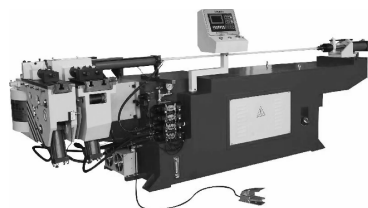


图 1-7 数控弯管机



图 1-8 数控压力机

## 3. 特种加工机床

数控特种加工机床有数控线切割机床(见图 1-9)、数控电火花加工机床(见图 1-10)、数控激光加工机床(见图 1-11)。



图 1-9 数控线切割机床



图 1-10 数控电火花加工机床

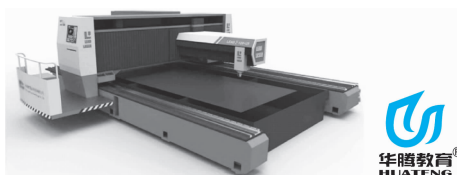


图 1-11 数控激光加工机床

#### 4. 其他类型数控机床

其他类型数控机床有数控三坐标测量机床(见图 1-12)等。



图 1-12 数控三坐标测量机床

AR

## 二、按控制方式分类

数控机床按控制方式分类可分为开环、闭环和半闭环系统。

### 1. 开环控制数控机床

这类数控机床不带位置检测反馈装置,CNC 单元发出的指令信号流是单向的。这种系统一般用功率步进电动机作伺服驱动元件,当插补结果需要某个轴运动一个单位长度(一个脉冲当量)时,向该轴伺服电路输出一个脉冲,经环形分配和功率放大后驱动步进电动机转动一步,通过丝杠转动使机床运动部件运动一个单位长度。开环数控系统的结构如图 1-13 所示。

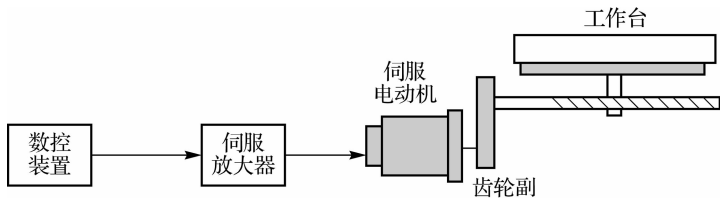


图 1-13 开环数控系统的结构示意图

开环数控系统具有工作稳定、调试方便、维修简单等优点,在精度和速度要求不高、驱动力矩不大的场合得到广泛应用。我国经济型数控机床一般都采用开环数控系统。

## 2. 半闭环控制数控机床

半闭环数控系统的位置测量装置安装在伺服电动机转动轴上或丝杠的端部,也就是说反馈信号取自电动机轴或丝杠上,而不是机床的最终运动部件,如图 1-14 所示。这种系统闭环环路内不包括机械传动环节,机械传动的精度的误差将反映到被加工工件的精度上。但由于半闭环控制系统可获得稳定的控制,而机械传动环节带来的误差可用补偿的办法消除,仍可获得满意精度。因此,大多数数控机床采用半闭环系统。

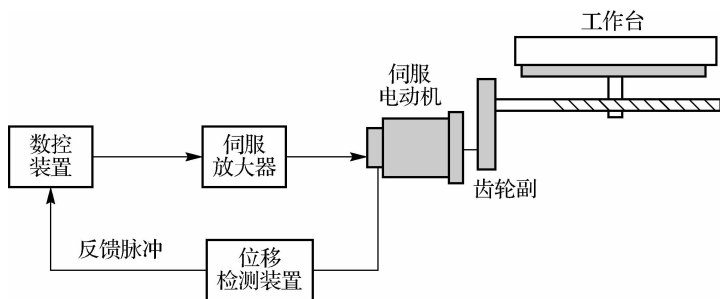


图 1-14 半闭环数控系统的结构示意图

## 3. 闭环控制数控机床

这类数控机床的特点是装有位置测量反馈装置。加工中直接安装在机床移动部件上的位移测量装置,随时、不断地测量机床移动部件的实际位移,并将测量到的实际位移值反馈到 CNC 单元中。插补得出的指令位移与反馈的实际位移相比较,根据其差值控制电动机的转速,进行误差修正,直到位移误差消除为止,如图 1-15 所示。

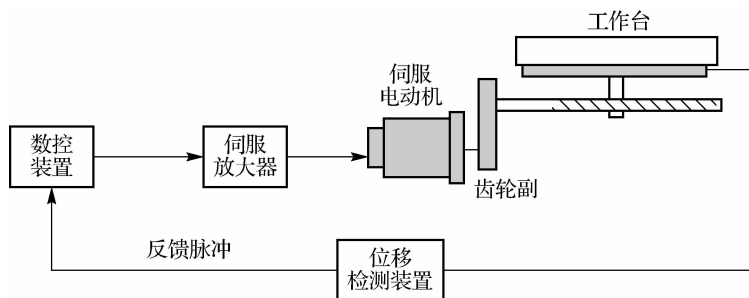


图 1-15 闭环数控系统结构示意图

采用闭环系统可以消除由于机械传动部件的精度误差给加工精度带来的影响,所以可以获得很高的精度。从理论上讲,闭环系统的运动精度主要取决于测量装置的位移测量精度,而与传动链的误差无关。闭环系统主要用于精度要求很高的数控镗铣床、数控车床、数控磨床等。

闭环控制系统一般采用直流或交流伺服电动机做伺服驱动元件。由于交流伺服电动机具有结构简单,动态响应好,输出功率大,价格低等优点,同时近年来新型功率开

关器件、专用集成电路和新的控制算法的发展,使交流伺服电动机在闭环控制系统中得到了广泛的应用,交流伺服电动机正在逐步取代直流伺服电动机。闭环控制系统的工作特点对机床的结构及传动链仍然提出了比较严格的要求,传动系统的刚性不足及间隙的存在、导轨的爬行等各种因素将增加调试的困难,甚至会使数控机床的伺服系统工作时产生振荡。

### 三、按运动方式分类

数控机床可分为点位控制、点位直线控制和轮廓(连续轨迹)切削控制数控机床。

#### 1. 点位控制数控机床

点位控制数控机床(见图 1-16)的特点是机床移动部件只能实现由一个位置到另一个位置的精确定位,在移动和定位过程中不进行任何加工。机床数控系统只控制行程终点的坐标值,不控制点与点之间的运动轨迹,因此,几个坐标轴之间的运动无任何联系,可以几个坐标同时向目标点运动,也可以各坐标依此运动。

这类数控机床主要有数控坐标镗床、数控钻床、数控冲床、数控点焊机等。

#### 2. 点位直线控制数控机床

点位直线控制数控机床(见图 1-17)的特点是机床移动部件不仅要实现由一个位置到另一个位置的精确移动定位,而且要控制工作台以一定的速度沿平行坐标轴方向进行直线切削加工(有些机床还可进行  $45^\circ$  斜率直线的加工)。这类数控机床主要有简易数控车床、数控镗铣床、加工中心等。

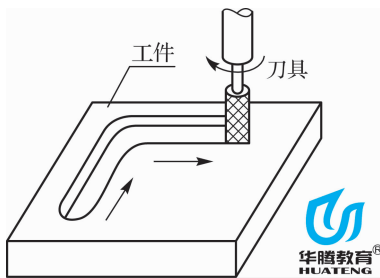


图 1-16 点位控制数控机床

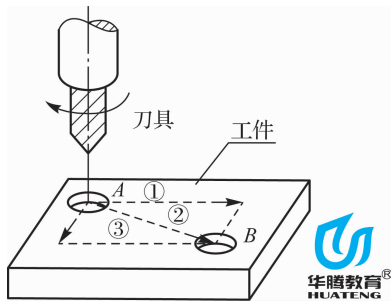


图 1-17 点位直线控制数控机床

#### 3. 轮廓切削控制数控机床

轮廓切削控制数控机床(见图 1-18)能够对两个或两个以上坐标轴同时进行切削加工控制,它不仅能控制机床移动部件的起点与终点坐标,而且能按需要严格控制刀具移动轨迹,以加工任意斜率的直线、圆弧、抛物线及其他函数关系的曲线或曲面。数控系统控制几个坐标按需要的函数关系同时协调运动,称为坐标联动。按照联动轴数,轮廓切削控制数控机床可以分为 2 轴联动、2.5 轴联动、3 轴联动、4 轴联动、5 轴联动等数控机

床。2.5 轴联动是三个主要坐标控制轴(X、Y、Z)中,任意两个轴联动,而另一轴是点位或点位直线控制。

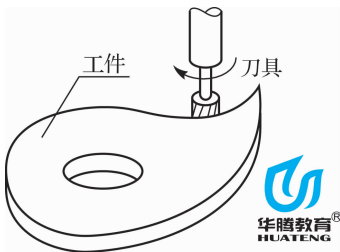


图 1-18 轮廓切削控制数控机床

#### 四、按数控机床的功能水平分类

按照控制系统的功能水平可把数控机床分为高、中、低(经济型)三种。但是,这种分类由于没有一个确切的定义,因而含义不明确,但可以给人们一个清晰的一般水平概念。数控机床水平的高低由主要技术参数、功能指标和关键部件的功能水平来决定。我们试图从以下几方面对高、中、低档数控机床进行分类。

##### 1. 主轴功能

主轴不能自动变速的为低档,可以自动无级变速的,甚至具有轴功能的数控机床(数控车床)为中、高档。

##### 2. 分辨率和进给速度

分辨率为 10 μm、进给速度为 8~15 m/min 为低档,分辨率为 1 μm,进给速度为 15~24 m/min 为中档,分辨率为 0.1 μm,进给速度为 15~100 m/min 为高档。

##### 3. 伺服进给类型

采用开环、步进电动机进给系统为低档;采用半闭环的直流伺服系统为中档;采用闭环控制的直流或交流伺服系统为高档。

##### 4. 联动轴数

低档数控机床联动轴数为 2~3 轴,中高档的则为 3~5 轴以上。

##### 5. 通信功能

低档数控机床一般无通信功能;中档可有 RS232C、RS485 等通信接口;高档的还有制造自动化协议(manufacturing automation protocol, MAP)通信接口,具有联网功能。

##### 6. 主 CPU

低档数控一般采用 8 位 CPU,中高档的数控已由 16 位 CPU 向 32 位 CPU 过渡,国外最新的数控已有选用 64 位 CPU,以提高运算速度。

##### 7. 显示功能

低档数控一般只有简单的数码显示或简单的 CRT 字符显示,而中档数控则具有较

齐全的 CRT 显示,不仅有字符,而且有图形、人机对话、自诊断功能;高档数控还可以有三维图形显示。

### 8. 内装 PLC

低档数控无内装 PLC,中高档数控都有内装 PLC,高档数控内装 PLC 功能很强,并具有轴控制的扩展功能。

## 任务实施

### 认识小型教学数控车床或铣床

#### 1. 任务目标

- (1)认识数控车床或铣床的部件组成和各部件之间的几何位置关系。
- (2)了解整机的几何精度要求。

#### 2. 仪器与设备

- (1)小型教学数控车床或铣床一台。
- (2)主轴检验棒一只。
- (3)百分表与磁力表架一套。
- (4)标准直角尺(200 mm×150 mm)一只。
- (5)平尺(250 mm)一只。
- (6)活动扳手两只,木柄起子两只。
- (7)内六角扳手一套。

#### 3. 实验内容

(1)在教师指导下将一台小型数控车床或铣床拆成几个主要部件(如床身部件、主轴箱部件、托板部件、刀架部件、尾座部件等),然后把它们组装在一起。

(2)拆卸前要认真检查机床的几何精度,组装后再次检查几何精度,且应达到拆卸前的精度值。

(3)学会分析影响机床几何精度的因素。

---

## 小 结

---

数控机床是机电一体化的典型产品,基本组成包括输入/输出装置、数控系统、伺服系统、辅助控制装置、反馈系统及机床本体。

本项目介绍了数控机床的产生和发展,数控机床的基本概念,数控机床的基本组成和分类,数控机床的特点和应用范围。