

新世纪劳动技能与劳动力转移培训教材

# 数控车工快速入门

主 编 陈朝阳

副主编 曾锡琴

 **北京理工大学出版社**  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

## 内 容 简 介

本书内容包括数控车床的基础知识、数控车削加工工艺、数控车床编程基础、FANUC 系统数控车床的编程与操作、SIEMENS 系统数控车床的编程与操作等知识，并在文后附有入门基础知识，包括机械制图、公差与配合和常用工量具等。内容上力求精简、实用，针对当今市场上广泛使用的数控系统，讲解分析其编程方法及操作。学员学习后可直接上机操作，即学即用，避免所学的知识与实际脱节。

本书适合技工学校学生的数控培训教材，也适合进城务工农民、企业下岗职工、复退转业军人的上岗培训教材。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目 (CIP) 数据

数控车工快速入门/陈朝阳主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2008. 1

新世纪劳动技能与劳动力转移培训教材

ISBN 978-7-5640-1332-5

I. 数… II. 陈… III. 数控机床: 车床—车削—技术培训—教材 IV. TG519. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 200891 号

---

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心)  
68911084(读者服务部)

网 址 / [http:// www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京圣瑞伦印刷厂

开 本 / 880 毫米×1230 毫米 1/32

印 张 / 6. 625

字 数 / 172 千字

版 次 / 2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷

印 数 / 1~4000 册

责任校对 / 张 宏

定 价 / 14. 00 元

责任印制 / 周瑞红

---

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

# 新世纪劳动技能与劳动力转移培训 教材编委会

主任 张伟贤  
副主任 潘白海 蒋倩 卢玉章 袁梁梁 姚国铭  
王立新 高建明 李凤云 张晓松 邱玲敏

## 参编单位

江苏省劳动和社会保障厅  
江苏城市职业学院武进校区  
江苏技术师范学院  
江苏工业学院  
常州信息职业技术学院  
常州轻工职业技术学院  
常州纺织技术学院  
常州机电职业技术学院  
常州高级技工学校  
常州武进职业教育中心学校  
常州市劳动和社会保障局就业管理处  
常州科教城现代工业中心  
常州凯达轧辊集团有限公司

# 前言

数控车工快速入门

当前，数控加工技术正在迅速发展并逐步普及。随着数控技术的发展，数控机床价格逐步走向理性化，并越来越低廉。国内数控机床的应用也急剧上升，因此，市场就急需一大批熟练掌握数控车床编程和操作的技术型应用人才。国家正在大力推进高等职业教育，培养高职学生，充实生产一线。但这远远不够。面对着大量的失地农民、下岗工人、进城务工人员、企业员工、转业退伍军人转岗等这部分社会群体，他们是一个城市的主要建设者之一，所以他们也应该接受职业技术的教育和技能培训。这是创建和谐社会的需要，也是社会主义四化建设的需要。针对这部分群体的特点，本书着重于把数控机床的编程和操作知识讲解得浅显易懂，使数控技术知识能在大众中得到推广，数控编程不再是想从事这种职业的人的不可逾越的知识屏障。本书也适于作为技工学校学生进行数控技术培训的教材。

本书内容包括数控车床的基础知识、数控车削加工工艺、数控车床编程基础、FANUC 系统数控车床的编程与操作、SIEMENS 系统数控车床的编程与操作等知识，并在文后附有入门基础知识，包括机械制图、公差与配合和常用工量具等。内容上力求精简、实用，针对当今市场上广泛使用的数控系统，讲解分析其编程方法及操作。学员学习后可直接上机操作，即学即用，避免所学的知识与实际脱节。

本书课题 1~5 由常州轻工职业技术学院（国家级数控实训基地）陈朝阳（数控、模具高级技师、讲师、工程师）编著。编者多年来从

事数控机床改造、数控编程操作生产、模具加工、数控车和加工中心编程和操作的培训教学等工作。书中知识点、实例均为编者的多年实践和教学培训经验的结晶。书后所附的入门基础知识由江苏广播电视大学武进学院曾锡琴编写。

由于编者水平有限，加上数控技术发展日新月异，书中的不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

# 目 录

数控车工快速入门

课题 1 数控车床的基础知识 .....	1
第一节 数控车床的组成 .....	2
第二节 常用的数控车床的分类 .....	7
第三节 数控车床的特点 .....	11
第四节 数控车床的日常维护 .....	11
第五节 数控车床的常见故障及其诊断 .....	15
课题 2 数控车削加工工艺 .....	19
第一节 数控车床刀具的选择与装夹 .....	20
第二节 数控车床切削用量 .....	26
第三节 数控车床车削加工工艺 .....	29
第四节 数控车床坐标系统 .....	34
第五节 数控车床对刀 .....	39
课题 3 数控车床编程基础 .....	42
第一节 数控车床编程基础知识 .....	43
第二节 数控车床的编程规则 .....	45
第三节 数控车床程序的指令代码 .....	47
第四节 数控车床程序的格式与组成 .....	51
第五节 手工编程中的零件轮廓点计算 .....	53
第六节 刀具补偿功能 .....	58

课题 4	FANUC 系统数控车床的编程与操作 .....	64
第一节	FANUC-0i 系统功能指令 .....	65
第二节	直线和圆弧基本指令的应用 .....	69
第三节	循环功能的应用 .....	76
第四节	螺纹加工 .....	85
第五节	典型零件的编程 .....	94
第六节	FANUC-0i 系统数控车床的操作 .....	100
课题 5	SIEMENS 系统数控车床的编程与操作 .....	116
第一节	SIEMENS 系统功能指令 .....	117
第二节	基本指令的应用 .....	120
第三节	循环功能的应用 .....	124
第四节	螺纹加工程序的编制 .....	131
第五节	综合零件编程实例 .....	136
第六节	SIEMENS 802D 系统数控车床的操作 .....	142
附	入门必备基础知识 .....	167
第一节	机械制图 .....	167
第二节	公差与配合 .....	185
第三节	常用工量具 .....	189
参考文献	.....	203

## 课题 1

# 数控车床的基础知识

- ◎第一节 数控车床的组成
- ◎第二节 常用的数控车床的分类
- ◎第三节 数控车床的特点
- ◎第四节 数控车床的日常维护
- ◎第五节 数控车床的常见故障及其诊断

### 【知识要点】

掌握数控车床的组成及各个部分作用；了解其工作原理；了解数控车床的特点及种类；掌握文明生产及数控车床的日常维护；了解数控车床的常见故障的种类；掌握检测故障的常规方法。

数控车床又称 CNC（计算机数字控制）车床，其主要用于对轴类或盘类零件的内外圆柱面、任意角度的圆锥面、圆弧面、复杂回转内外曲面和圆柱、圆锥螺纹等切削加工，并能进行切槽、钻孔、扩孔、铰孔及镗孔等工作。

与普通车床相比，数控车床具有加工精度稳定性好、加工灵活、通用性强的特点，能适应多品种、小批量生产自动化的要求，特别适合加工形状复杂的轴类或盘类零件。

## 第一节 数控车床的组成

### 一、数控车床的组成部分及作用

数控车床通常由程序载体、输入装置、数控装置、伺服系统、位置反馈系统和机床本体组成。

#### 1. 程序载体

储存有零件加工程序的载体，如穿孔带、录音磁带、软盘或硬盘等。

#### 2. 输入装置

将程序载体内的有关加工信息读入数控装置的设备。数控机床还可以不用任何程序载体，通过数控机床操作面板上的键盘，用手工将工件加工程序输入数控装置。

#### 3. 数控装置

数控装置是数控机床的核心。它根据输入的程序和数据，完成数值计算、逻辑判断、输入和输出控制等。数控装置一般由专用计算机、输入输出接口板及可编程序控制器等组成。

#### 4. 伺服系统

伺服系统包括伺服控制线路、功率放大线路、伺服电动机等执行装置，它接收数控装置发出的各种动作命令，驱动数控机床进给传动系统运动。

#### 5. 位置反馈系统

位置反馈系统的作用是通过位置传感器将伺服电动机的角位移或机床执行机构的直线位移转换成电信号，输送给数控装置，使之与指令信号进行比较，并由数控装置发出指令，纠正所产生的误差，使数控机床按工件加工程序要求的进给位置和速度完成加工。

#### 6. 机床本体

机床包括：主传动系统、进给系统以及辅助装置等。对于加工中

心, 还有刀库、自动换刀装置 (ATC) 和自动托盘交换装置等。

数控车床本体组成基本同普通车床的结构形式, 其结构上仍然是由床身、主轴箱、刀架、进给系统、尾座、液压系统、冷却系统、润滑系统、排屑器等部分组成。

数控车床的进给系统与普通车床的进给系统在结构上存在着本质的差别。普通车床的进给运动是经过挂轮架、进给箱、溜板箱传到刀架实现纵向和横向进给运动的。而数控车床是采用伺服电机经滚珠丝杠传到滑板和刀架, 实现  $Z$  向 (纵向) 和  $X$  向 (横向) 进给运动, 其结构较普通车床大为简化, 普通车床改造成数控车床, 在国内各中小型企业得到广泛的应用。简单的就是在普通车床上加上数控装置, 把原来的传动链断开, 纵向和横向进给两个方向运动分别由两台电动机 (伺服电机或步进电机) 驱动, 为了保证传动精度, 可将纵向和横向运动的梯形丝杠换成传动精度较高的滚柱丝杠螺母副。

近年来, 随着数控技术的发展, 数控机床一般都有了其自身的结构设计, 如图 1-1 为数控车床外形图。数控车床大都采用了机、电、液、气一体化布局, 全封闭或半封闭防护。

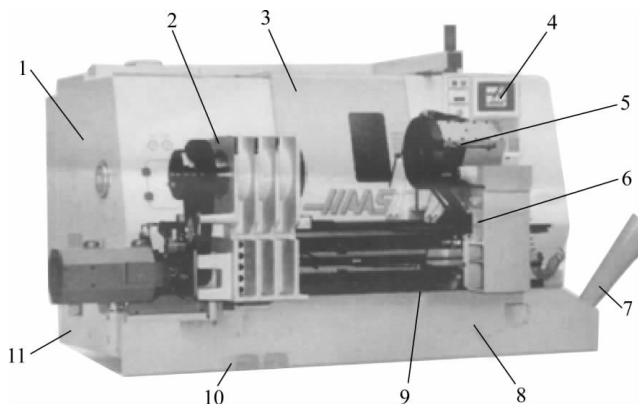


图 1-1 数控车床外形图

- 1—电气箱; 2—主轴; 3—机床防护门; 4—操作面板; 5—回转刀架; 6—尾座;  
7—排屑器; 8—冷却液箱; 9—滑板; 10—卡盘踏板开关; 11—床身

(1) 床身。数控车床的床身结构和导轨有多种形式，主要有水平床身、倾斜床身、水平床身斜滑鞍等。中小规格的数控车床采用倾斜床身和水平床身斜滑鞍较多。倾斜床身、多采用  $30^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $75^\circ$ 、 $90^\circ$  角，常用的有  $45^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $75^\circ$  角。大型数控车床和小型精密数控车床采用水平床身较多。如图 1-2 数控车床的布局形式。

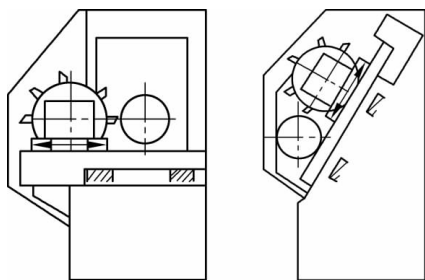


图 1-2 数控车床的布局形式

(2) 主传动系统及主轴部件。数控车床的主传动系统一般采用直流或交流无级调速电动机。通过带传动，带动主轴旋转，实现自动无级调速及恒切削速度控制。主轴电机可以采用变频调速或采用伺服电机。一般由于变频调速具有低速输出扭矩小的特点，为了能满足低速时的切削加工，所以常采用齿轮变速来提高扭矩的办法，故在数控车床上可以常配有高低挡速度变换手柄。自动化高的车床可以通过液压缸或汽缸来自动完成齿轮的速度换挡。数控车床按主轴位置可以分为立式数控车床和卧式数控车床。

立式数控车床的主轴垂直于水平面，并有一个直径很大的圆形工作台，供装夹工件用。这类数控机床主要用于加工径向尺寸较大、轴向尺寸较小的大型复杂零件。卧式数控车床的主轴轴线处于水平位置，它的床身和导轨有多种布局形式，是应用最广泛的数控车床。如图 1-3 为数控车床主轴部件。

(3) 进给传动系统。进给传动系统如图 1-4 所示。横向进给传动是带动刀架作横向（ $X$  轴直径方向）移动的装置，它控制工件的径向

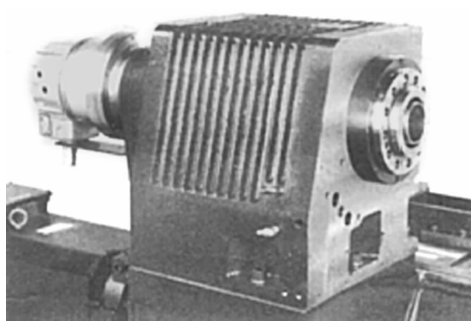
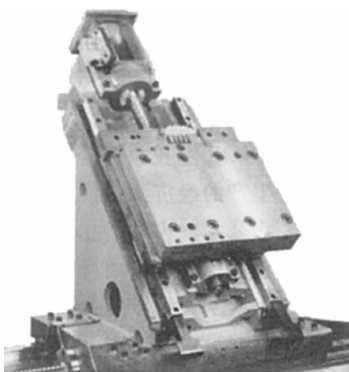


图 1-3 数控车床主轴部件

尺寸。纵向进给装置是带动刀架作轴向（ $Z$ 轴长度轴线方向）运动的装置，它控制工件的轴向尺寸。

图 1-4 数控车床  $X/Z$  进给溜板

（4）自动回转刀架。刀架是数控车床的重要部件，它安装各种切削加工刀具，其结构直接影响车床的切削性能和工作效率。

数控车床刀架分为转塔式和排刀式刀架两大类。转塔式刀架是普遍采用的刀架形式，它通过转塔头的旋转、分度、定位来实现机床的自动换刀工作。如图 1-5 为转塔式刀架。普通数控车床也常采用四刀位卧式回转刀架，如图 1-6 所示四刀位卧式回转刀架。两坐标连续控制的数控车床，一般都采用 6~12 工位转塔刀架。排式刀架主

要用于小型数控车床，适用于短轴或套类零件的加工。如图 1-7 排式刀架。

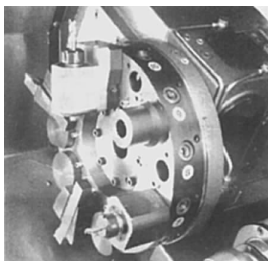


图 1-5 转塔式刀架

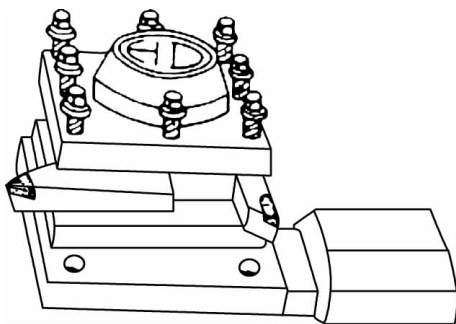


图 1-6 四刀位卧式回转刀架

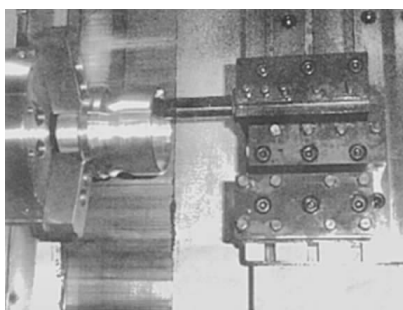


图 1-7 排式刀架

## 二、数控车床的主要技术参数

数控车床的主要技术参数有：最大回转直径，最大车削直径，最大车削长度，最大棒料尺寸，主轴转速范围，X/Z 轴快速移动速度，定位精度，重复定位精度，刀架行程，刀位数，刀具装夹尺寸，主轴头型式，主轴电机功率，进给伺服电机功率，尾座行程，卡盘尺寸，机床质量，轮廓尺寸（长×宽×高）等。

## 第二节 常用的数控车床的分类

### 一、常用的数控控制系统

#### 1. 国外的数控系统

当今世界上数控系统的种类规格及其繁多，在我国使用较广泛的数控系统有：日本的 FANUC（发那科）公司的 0T、0TC、0TD、0TE、160/180TC 等，德国的 SIEMENS（西门子）公司的 802S/802C、802D、810D、840D、840Di、840C 等，以及美国 ACRAMATIC 数控系统，西班牙 FAGOR（法格）数控系统，日本的三菱数控系统等。

#### 2. 国内的数控系统

国内经济型数控产品有：南京大方股份有限公司的 JWK 系列，南京江南数控工程公司 JN 系列，上海开通数控公司的 KT—300 系列等。

普及型数控产品有：北京机床研究所的 1060 系列，北京凯恩帝数控公司的 KND—500 系列，北京航天数控集团的 CASNUC—901/902 系列，广州数控设备厂 GSK980T 系列，大连大森公司的 R2F6000 型等。

高档数控产品有：珠峰公司的 CME988（中华 I 型）系列，北京航天数控集团的 CASNUC911MC（航天 I 型），华中数控公司的世纪星 21T 及中国科学院沈阳计算所 LT8520/30（蓝天 I 型）等。

### 二、常用的数控车床分类

数控车床品种、规格繁多，目前应用最多的是中等规格的两坐标连续控制的数控车床。

#### （一）按数控系统的功能分类

按数控系统功能数控车床可以分为：经济型数控车床、全功能型数控车床、车削中心。

### 1. 经济型数控车床

经济型数控车床一般有单显 CRT，程序储存和编辑功能，属于中档数控车床。多采用开环或半闭环控制。它的主电动机仍采用普通三相异步电动机，所以它的显著缺点是没有恒线速度切削功能。如图 1-8 所示，主要用于精度要求不高，有一定复杂性的零件。

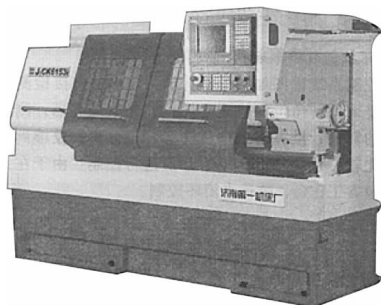


图 1-8 经济型数控车床

### 2. 全功能数控车床

全功能（或多功能）数控车床主轴一般采用能调速的直流或交流主轴控制单元来驱动，进给采用伺服电动机，半闭环或闭环控制，属于较高档次的数控车床。多功能数控车床具备的功能很多，特别是具备恒线速度切削和刀尖圆弧半径自动补偿功能，加工能力强。如图 1-9 所示。适宜加工精度高、形状复杂、工序多、循环周期长、品种多变的单件或中小批量零件的加工。

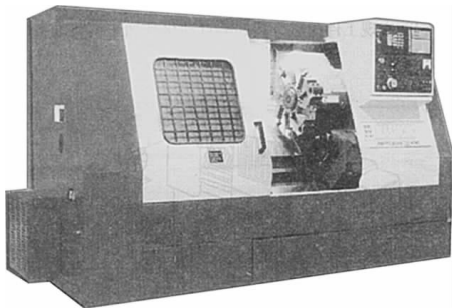


图 1-9 全功能型数控车床

### 3. 车削中心

车削中心在数控车床上增加刀库和  $C$  轴控制后,除了能车削、镗削外,还能对端面和圆周面上任意部位进行钻、铣、攻丝等加工;而且在具有插补的情况下,还能铣削曲面,这样就构成了车削中心,如图 1-10 所示。它是在转盘式刀架的刀座上安装上驱动电动机,可进行回转驱动,主轴可以进行回转位置的控制( $C$  轴控制)。车削加工中心可进行四轴( $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ 、 $C$ )控制,而一般的数控车床只能两轴( $X$ 、 $Z$ )控制。

车削中心的主体是在数控车床上配刀库和换刀机械手,可实现车、铣复合加工,如高效率车削、铣削凸轮槽和螺旋槽。

#### (二) 按数控车床的主轴位置分类

##### 1. 数控立式车床

数控立式车床主要用于加工径向尺寸大,轴向尺寸相对较小,且形状较复杂的大型或重型零件,适用于通用机械、冶金、军工、铁路等行业的直径较大的车轮、法兰盘、大型电机座、箱体等回转体的粗、精车削加工。如图 1-11 所示。

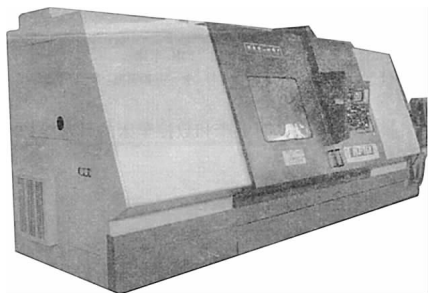


图 1-10 车削中心

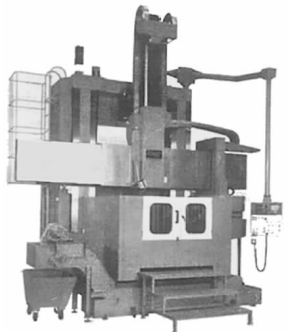


图 1-11 数控立式车床

##### 2. 数控卧式车床

卧式数控车床又称卧式数控水平导轨车床和卧式数控倾斜导轨车床。倾斜导轨可以使数控车床具有更大的刚性,并易于排除铁屑。见

图 1-2 所示的车床布局形式。

### (三) 按伺服系统的控制原理分类

#### 1. 开环控制系统的数控机床

该系统机床通常不带位置检测元件，使用步进电机作为执行元件。数控装置每发出一个指令，经驱动电路功率放大后就驱动步进电机旋转一个角度，再由传动机构带动工作台移动。

开环控制系统的数控机床由于受步进电机的步距精度和传动机构传动精度的影响，难实现高精度加工。普通机床的数控化改造一般采用该系统。

#### 2. 闭环控制系统的数控机床

该系统有位置检测元件和速度检测元件，数控装置将位移和速度指令信号与对应的检测元件测得的工作台实际位置和速度反馈信号进行比较，根据差值及指令位置及进给速度的要求，按一定的规律进行转换后，得到进给伺服系统的位置与速度指令信号。

该系统的数控机床可以获得比开环伺服系统精度更高、速度更快、驱动功率更大的特性指标。

#### 3. 半闭环控制系统的数控机床

如果将位置或速度检测元件安装在驱动电动机的端部，或安装在传动丝杠端部，间接测量执行部件的实际位置、位移，就是半闭环控制系统。此控制系统已得到广泛应用。

#### 4. 混合环控制方式

包括半闭环和闭环的混合形式。

## 三、数控车床的工作原理

数控机床接收程序单，CNC 装置进行处理、计算后，向机床各个坐标轴的伺服系统及辅助装置（一般指连接 PLC）发出指令，驱动机床各个运动部件及辅助装置进行有序的动作与操作，实现刀具与工件的相对运动，走出零件轮廓轨迹，最终加工出所要求的零件。