



新世纪高职高专教改项目成果教材

XINSHIJI GAOZHI GAOZHUAN JIAOGAI XIANGMU CHENGGUO JIAOCAI

数控技术应用及机械 CAD/CAM 系列

# 数控加工编程 及操作实训指导

王振宇 主编



高等教育出版社

新世纪高职高专教改项目成果教材  
数控技术应用及机械 CAD/CAM 系列

# 数控加工编程及操作实训指导

王振宇 主编

高等教育出版社

## 内容提要

本书重视实践技能的培养,通过大量编程实例的介绍,使读者有机会运用所学数控编程知识,达到巩固知识、培养能力的目的。读者亦可从实例中总结出各类数控机床编程的思路和办法。

全书在内容上分为数控车床篇、数控铣床篇、加工中心篇及数控相关技术篇。每篇有若干个实训项目,每个实训项目由实训目的与要求,实训设备、刀具与材料,相关知识要点,实训指南,实训内容 6 部分构成。附录中介绍了 YH - CNC 数控仿真软件。书后附有一张助学光盘,内含多媒体课件和助学数控模拟软件。利用数控模拟软件可以进行数控机床操作的模拟。

本书可作为普通高等院校、高等职业技术学院和中等职业学校数控技术应用专业、机电类专业的教学用书,也可作为工程技术人员学习数控编程技术的参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

数控加工编程及操作实训指导/王振宇主编.

-北京:高等教育出版社,2006.5

ISBN 7-04-019354-X

I.数... II.王... III.数控机床-程序设计-高等学校:技术学校-教材 IV.TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 043178 号

策划编辑 徐进 责任编辑 贺玲 封面设计 于涛 责任绘图 吴文信  
版式设计 王莹 责任校对 金辉 责任印制 毛斯璐

---

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
总 机	010-58581000		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	<a href="http://www.landaco.com">http://www.landaco.com</a>
印 刷	北京机工印刷厂		<a href="http://www.landaco.com.cn">http://www.landaco.com.cn</a>
		畅想教育	<a href="http://www.widedu.com">http://www.widedu.com</a>
开 本	787×1092 1/16	版 次	2006 年 5 月第 1 版
印 张	11.5	印 次	2006 年 5 月第 1 次印刷
字 数	270 000	定 价	18.90 元(含光盘)

---

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 19354-00



## 数控技术应用及机械 CAD/CAM 系列

■ 数控原理与典型数控系统	王凤蕴
■ 数控加工工艺及设备	赵长明
■ 数控加工工艺与编程	陈洪涛
■ 数控加工编程及操作 (配盘)	顾京
■ 数控加工编程及操作实训指导 (配盘)	王振宇
■ 数控机床编程及应用	于春生
■ 数控机床故障诊断与维修	夏庆观
■ 数控机床加工工艺、编程及操作实训	张超英
■ 机床数控技术及应用 (非数控专业)	李宏胜
■ 机械CAD/CAM (配盘)	方新
■ CAD/CAM 应用软件——Pro/ENGINEER 训练教程 (配盘)	陈国聪
■ CAD/CAM 应用软件——UG 训练教程 (配盘)	王学军
■ CAD/CAM 应用软件——MasterCAM 训练教程	韩昱
■ CAD/CAM 应用软件——AutoCAD 2000 训练教程	何友义

# 前 言

本书作为普通高等教育“十五”国家级规划教材的配套教材,是根据“高职高专教育专业人才培养目标及规格”的要求,结合教育部“高职高专教育机电类专业人才培养规格和课程体系改革与建设的研究与实践”课题(教高司函[2001]193号、[2002]38号 II21-5)的研究成果,并总结了编者在数控机床应用领域的教学和工程实践经验而编写的。

全球制造业的重心正在向我国转移,我国制造业的技术进步将成为参与国际化竞争的必备条件。数控机床是先进制造技术的基础设备,是典型的计算机控制的机电一体化产品。掌握数控编程技术是充分利用好这类装备的关键,也是提高数控加工技术水平的重要标志。为了了解编程的基本原理及方法,学习编程指令仍为最基本的训练内容之一。本书重视实践技能的培养,通过大量编程实例的介绍,使读者可以有机会运用和巩固所学知识,培养能力,并可从中总结各类数控机床编程的思路和办法。

本书是与普通高等教育“十五”国家级规划教材《数控加工编程及操作》配套的实训指导教材,是针对数控编程的培训和应用而编写的,内容分为数控车床篇、数控铣床篇、加工中心篇及数控相关技术篇,并在附录中介绍了 YH-CNC 数控仿真软件。各篇主要内容如下:

数控车床篇共 8 个实训项目,主要介绍数控车削加工所需的基本理论、工艺和编程知识。

数控铣床篇共 6 个实训项目,主要介绍数控铣削加工所需的基本理论、工艺和编程知识。

加工中心篇共 3 个实训项目,主要介绍加工中心加工所需的基本理论、工艺和编程知识。

数控相关技术篇共 3 个实训项目,主要介绍数控机床与计算机的通信方法、常见报警现象排除、数控加工刀具选用等数控加工所需的相关知识。

本书在教学内容的安排上不同于过去传统的理论教材。每个实训项目的相关知识概述部分,在配套理论课程教材所介绍的编程知识基础上进行了延伸和拓宽,对编程中常用的复合功能指令作了深入剖析,并附有丰富的案例,期望能为读者提供解决复杂编程问题的思路和方法。在机床操作方面也作了详细的介绍,并可以用书后所附光盘中的数控模拟软件进行模拟操作或仿真,期望能让读者学完本教材后能顺利适应数控机床操作。此外,每个项目都有练习以供检验知识的掌握程度。目的在于结合具体的实践项目,广泛培养学生的动手能力、综合应用能力和创新能力。

书后所附光盘中有本教材的多媒体教学课件,内有大量动画和图片用于辅助学习,并有 YH-CNC 数控仿真模拟软件学习版,以便读者练习操作和程序仿真。此外,光盘中还有部分有关数控加工的技术资料及实用软件。

熟能生巧,只要努力学习、不断实践,本书将会使您受益。在学习的大道上没有坦途,根据各人的原有知识及现有的数控机床设备,您很快就会发现,找到问题的最佳解决办法并不容易。解决单项案例的最好办法不仅取决于技术环境、数控机床加工的工艺范围,还取决于个人对生产加工模式的偏爱。本书中介绍的方法是作者的建议,而准备好的答案未必是完备的最佳解决方案,希望读者参与研讨。最后,希望您学习之后能喜欢本书,并能很快获得成功。

本书由无锡职业技术学院王振宇主编,顾京参与编写。编写中得到了南京宇航自动化技术研究所易钢经理和肯纳刀具有限公司杨晓经理的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,加之编写时间仓促,书中难免有疏漏和不当之处,恳请广大读者批评指正。联系电话:0510-85916516。E-mail:wzyqq@yahoo.com。

编者

2005年6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给予严厉打击。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)58581897/58581896/58581879

**传 真：**(010)82086060

**E - mail：**dd@hep.com.cn

**通信地址：**北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

**邮 编：**100011

购书请拨打电话：(010)58581118

# 目 录

<b>数控车床篇</b> .....	1
实训一 数控车床操作与模拟仿真 .....	2
实训二 设置加工坐标系及对刀 .....	15
实训三 单一固定循环指令编程 .....	20
实训四 G71 粗车循环指令编程 .....	27
实训五 G72 端面粗车循环指令编程 .....	35
实训六 G73 封闭切削循环指令编程 .....	40
实训七 螺纹切削指令编程 .....	44
实训八 典型零件的数控车削编程及加工 .....	52
<b>数控铣床篇</b> .....	63
实训九 数控铣床操作及对刀 .....	64
实训十 应用子程序编程 .....	71
实训十一 比例缩放功能指令编程 .....	76
实训十二 坐标系旋转功能指令编程 .....	82
实训十三 应用宏程序编程 .....	85
实训十四 零件的数控铣削编程及加工 .....	98
<b>加工中心篇</b> .....	103
实训十五 加工中心操作及对刀 .....	104
实训十六 固定循环指令编程 .....	110
实训十七 典型零件的编程及加工 .....	129
<b>数控相关技术篇</b> .....	135
实训十八 数控机床与计算机的通信方法 .....	136
实训十九 常见报警现象排除 .....	143
实训二十 数控加工刀具选择 .....	152
<b>附录</b> .....	166
<b>参考文献</b> .....	174



# 数控车床篇

## 实训一

# 数控车床操作与模拟仿真

### 1.1 实训目的与要求

1. 熟悉 YH - CNC 数控车床模拟加工的使用过程。
2. 熟悉数控车床操作面板上各个按键的功用。
3. 掌握数控车床的调整及加工前的准备工作以及程序输入及修改方法。

### 1.2 实训设备

FANUC 0i 数控系统的数控车床或 YH - CNC 数控车床模拟软件(软件使用方法详见附录)

### 1.3 相关知识要点

#### 1.3.1 FANUC 0 - TD 数控系统操作

数控系统操作面板由显示屏和 MDI 键盘两部分组成(图 1.1),其中显示屏主要用来显示相关坐标位置、程序、图形、参数、诊断、报警等信息,而 MDI 键盘包括字母键、数值键以及功能按键等,可以进行程序、参数、机床指令的输入及系统功能的选择。

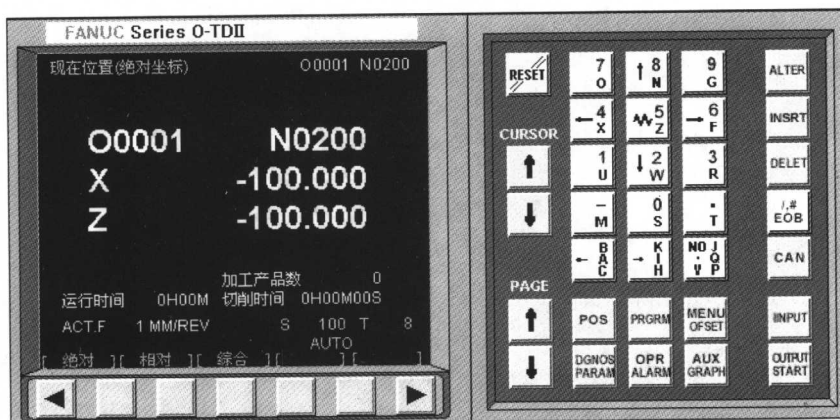



图 1.1 数控系统操作面板


#### 1. 数字/字母键


数字/字母键(图 1.2)用于输入数据到输入区域,系统自动判别取字母还是取数字。例如


 键的输入顺序是:K→J→I→K→…循环。


### 2. 编辑键

 替代键。用输入的数据替代光标所在的数据。


 删除键。删除光标所在的数据,或者删除一个数控程序,或者删除全部数控程序。


 插入键。把输入域之中的数据插入到当前光标之后的位置。


 修改键。消除输入域内的数据。

 回车换行键。结束一行程序的输入并且换行。

### 3. 页面切换键


 数控程序显示与编辑页面。


 位置显示页面。位置显示有三种方式,用 PAGE 按键选择。

 参数输入页面。按第一次进入坐标系设置页面,按第二次进入刀具补偿参数页面。进入不同的页面以后,用 PAGE 按键切换。

### 4. 翻页按键(PAGE)


PAGE


 向上翻页。

 向下翻页。

### 5. 光标移动(CURSOR)

CURSOR


 向上移动光标。

 向下移动光标。

### 6. 输入键

 输入键。把输入域内的数据输入参数页面或者输入一个外部的数控程序。

### 7. 输出键

 输出键。把当前数控程序输出到计算机。

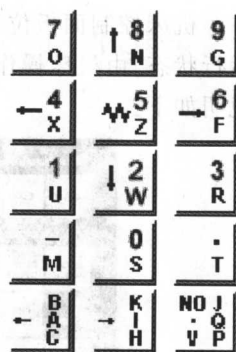


图 1.2 数字/字母键

### 1.3.2 机床控制面板操作

机床控制面板位于数控系统操作面板的下方(图 1.3),主要用于控制机床的运动和选择机床运行状态,由机床操作模式选择旋钮、数控程序运行控制开关等多个部分组成,每一部分的详细说明如下:

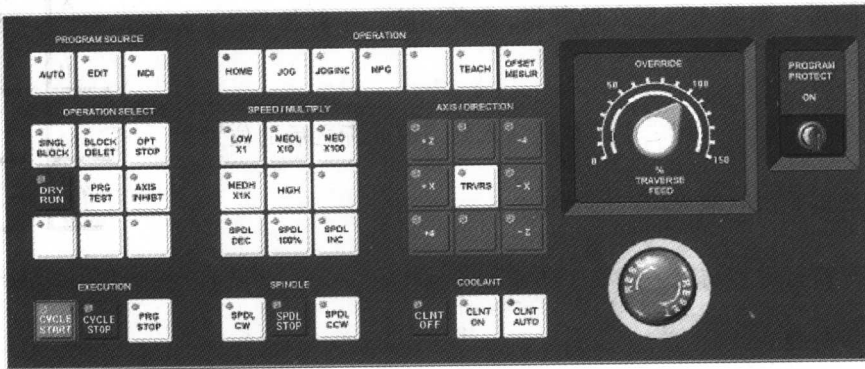


图 1.3 机床控制面板

#### 1. 机床操作模式选择按钮(图 1.4)

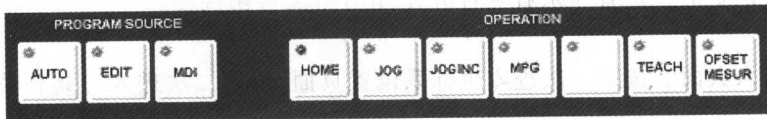


图 1.4 机床操作模式选择按钮

AUTO:进入自动加工模式。

EDIT:用于直接通过操作面板输入数控程序和编辑程序。

MDI:手动数据输入。

HOME:回参考点。

JOG:手动方式,手动连续移动台面或者刀具。在此按钮保持按压期间,刀具连续不断地移动。


JOG INC:手动脉冲方式,每按一次按钮,刀具移动一段预定的距离。


MPG:快速手轮方式,手轮方式移动台面或刀具。


#### 2. 数控程序运行控制开关

数控程序运行控制开关为



其中:  程序运行开始,但是只有当机床操作模式选择按钮在“AUTO”和“MDI”位置时按下此按钮才有效,其他模式时按下无效。


 程序运行停止,在数控程序运行中,按下此按钮停止程序运行。


 进给暂停。

### 3. 机床主轴手动控制开关

机床主轴手动控制开关为

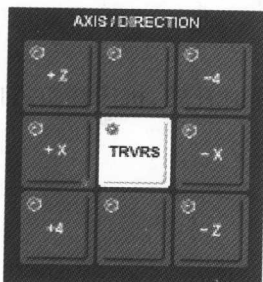


其中： 手动开动机床主轴正转。

 手动开动机床主轴反转。

 手动关闭机床主轴。

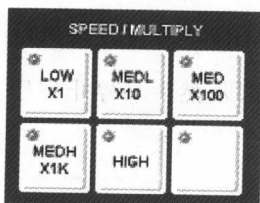
### 4. 手动移动机床台面按钮



选择移动轴:选择正方向移动按钮,机床台面往移动轴正方向运动;选

择负方向移动按钮,机床台面往移动轴负方向运动。

### 5. 单步进给量控制旋钮

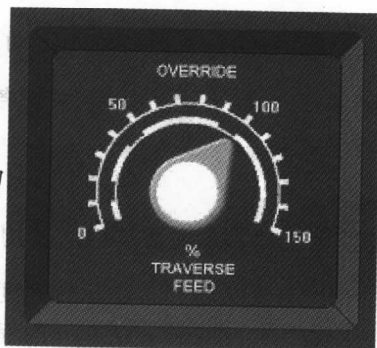


选择手动台面时每一步的距离:  $\times 1$  为  $0.001 \text{ mm}$ ,  $\times 10$  为  $0.01 \text{ mm}$ ,  $\times$

$100$  为  $0.1 \text{ mm}$ ,  $\times 1 \text{ K}$  为  $1 \text{ mm}$ 。

### 6. 进给速度(F)调节旋钮

进给速度调节旋钮为



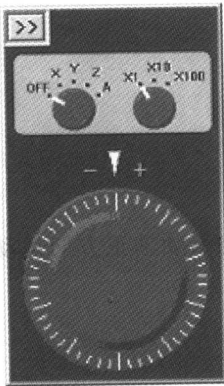
程序中的进给速度可通过调节旋钮选择进给速度的百分值(%)来减小或增加,调节范围为0%~150%。这个特性用于检查程序。例如,当在程序中指定进给速度为100 mm/min时,设定倍率刻度为50%,则机床按50 mm/min的速度移动。但是,在螺纹切削期间倍率无效,并且维持程序指定的进给速度。机床操作的方法是在自动运行之前或运行中,将机床操作面板上的进给倍率刻度盘设定到适当的百分值(%)。在模拟软件中的操作方法是置光标于旋钮上,点击鼠标左键转动。

#### 7. 主轴速度调节按钮



调节主轴速度,速度调节范围为0%~120%。

#### 8. 手轮



“手轮”顺时针转,机床往正方向移动;“手轮”逆时针转,机床往负方向移

动。

#### 9. 单步执行开关



置于“ON”位置,每次执行一条数控指令。按一次“CYCLE START”按钮,刀具执行一个程序段,然后就停止,再按一次“CYCLE START”按钮,刀具执行下一程序段,然后又停止程序。可以用此方法检查程序。

#### 10. 选择暂停按钮



置于“ON”位置,“M01”代码有效。

#### 11. 机床锁住开关



按下操作面板上的机床锁住开关,程序运行,机床各轴不运动,但显示器上各轴位置在改变。有些机床每个轴都有一个机床锁住开关。对于这类机床,按下各轴的机床锁住开关相应轴不动。机床锁住开关适用于程序的语法检查。

#### 12. 机床空运行



置于“ON”位置,各轴以固定的速度运动。不安装工件时使用机床空运行,只检查刀具的运动,刀具的移动速度用操作面板上的倍率开关来选择。空运转速度由1410号参数设定。


在开始加工之前,可以执行自动运行检查。它用来检查所建立的程序是否能正确操纵机床。

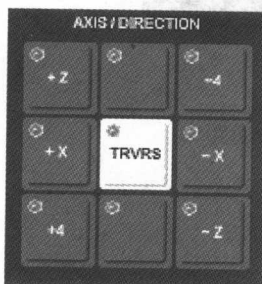


这个检查可以由实际运转机床(机床空运行)来实现,或观察位置显示的改变而不运转机床(机床锁开关)来实现。

## 1.4 实训指南

### 1. 返回参考点



- (1) 将模式按钮置于  位置。
- (2) 选择各轴,按住按钮即可返回参考点。




### 2. 手动移动机床

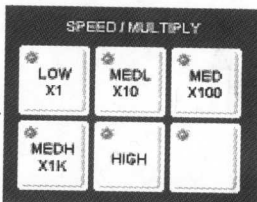
手动移动机床的方法有三种:

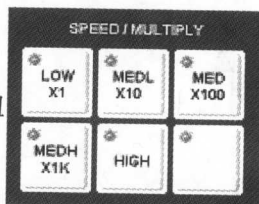
方法一:连续移动。这种方法用于较长距离的机床运动。

- (1) 将模式按钮置于“JOG”位置: .
- (2) 选择移动轴,按下方向按钮。按住按钮,机床沿选定轴运动,松开后停止运动。
- (3) 用按钮  调节移动速度。


方法二:手动(JOG)。这种方法用于微量调整,比如用在对基准操作中。

- (1) 将模式按钮置于“JOG INC”位置: .
- (2) 选择移动轴,按下方向按钮,每按一次机床沿选定轴移动一步。

- (3) 用单步进给量控制按钮  调节每一步的移动距离。

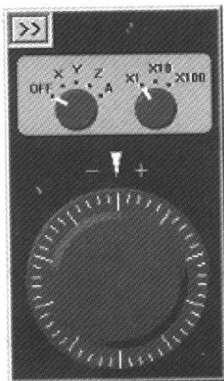


方法三:操纵“手轮”(MPG)。这种方法用于微量调整。在实际生产中,使用手轮操作者可容易地调整机床的工作位置。

- (1) 将模式按钮置于“MPG”位置: .

(2) 在模拟软件中的操作方法是把光标置于“手轮”之上

,按住鼠标左键

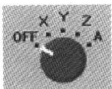


使手轮旋转,松开鼠标左键,机床移动停止。

(3) 用单步进给量控制旋钮



(4) 用

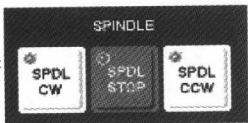


选择移动轴。

### 3. 开、关主轴

(1) 将模式按钮置于“JOG”、“JOG INC”或“MPG”位置。

(2) 按



按钮开、关机床主轴。

### 4. 启动程序加工零件

(1) 将模式按钮置于“**AUTO**”位置



(2) 选择一个数控程序。

(3) 按数控程序运行控制开关中的



### 5. 试运行程序

试运行程序时,机床和刀具不切削零件,仅运行程序。

(1) 将机床锁住开关置于“**ON**”位置



(2) 选择一个数控程序。

(3) 按数控程序运行控制开关中的



### 6. 单步运行

将单步执行开关



置于“**ON**”位置,在数控程序运行过程中,每按一次



执行一条指



令。


### 7. 选择一个数控程序

有两种方法进行选择,例如选择编号为“O7”的数控程序,步骤如下:

方法一:按编号搜索。


(1) 选择默认模式放在 EDIT。

(2) 键入搜索的程序编号“O7”。按 , 键入字母“O”, 按 , 键入数字“7”。

(3) 按 CURSOR , 开始搜索。找到后,“O7”显示在屏幕右上角程序编号位置,NC 程序显示在屏幕上。

方法二:选择机床操作模式为 AUTO。


(1) 键入搜索的程序编号“O7”。按 , 键入字母“O”, 按 , 键入数字“7”。

(2) 按 , 开始搜索,“O7”显示在屏幕右上角,编号为“O7”的 NC 程序显示在屏幕上。

## 8. 删除一个数控程序

选择机床操作模式为 EDIT。


(1) 键入要删除的程序的号码“O7”。按 , 键入字母“O”, 按 , 键入数字“7”。

(2) 按 , 编号为“O7”的 NC 程序被删除。


## 9. 删除全部数控程序

选择机床操作模式为 EDIT。

(1) 按 。

(2) 按 , 键入字母“O”。


(3) 键入数字“9999”。


(4) 按 , 全部数控程序被删除。

## 10. 搜索一个指定的代码

一个指定的代码可以是一个字母或一个完整的代码,例如“N0010”、“M”、“F”、“G03”等。搜索一个指定代码是在当前数控程序内进行。操作步骤如下:



(1) 将机床操作模式置于 AUTO 或 EDIT。

(2) 按 , 选择一个 NC 程序,输入需要搜索的字母或代码。

(3) 按 CURSOR , 开始在当前数控程序中搜索。

## 11. 编辑 NC 程序(删除、插入、替换操作)

(1) 机床操作模式置于 EDIT。

(2) 选择 , 输入被编辑的 NC 程序名,如“O7”,按 CURSOR  即可编辑。