

上海市精品课程教材

数控编程与工艺 实验实训指导

侯培红 主编

0006

G54G17G49G40;

T01M6;

M03S800;

G91G01Z-5.;

G90G42D3G01Y-49.081

G1X24.270Y-11.54

G2X22.077Y-43.42

G3X22.077Y4.342

G2X24.27Y11.542R8

G1X31.809Y19.081;

G3X19.081Y31.809F



上海交通大学出版社

上海市精品课程教材

数控编程与工艺 实验实训指导

主 编 侯培红
副主编 石更强
主 审 李世基

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书为上海市级高职高专精品课程教材。

本书是为数控和机械电子类学生学习数控机床编程和操作知识而编写的。全书共分为两个部分:第一部分为数控编程与工艺实验指导,主要内容包括数控车床程序编制法和数控铣床程序编制法。第二部分为数控编程与工艺实训指导,主要内容包括数控车床的编程与操作实训、数控铣床的编程与操作实训和数控加工中心的编程与操作实训,具体介绍典型数控机床的操作使用、典型零件的编程项目训练、数控机床的零件实际加工步骤、考证样题等。本书内容通俗易懂,可操作性强。尤其是实验指导,是一种数控教学的新模式。

本书适合高职高专、成人高校、电大、本科院校二级职业技术学院、民办高校数控技术专业及其相关专业学生使用,也可作为本科、中职以及其他各类层次学校的数控编程实验和实训教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

数控编程与工艺实验实训指导/侯培红主编. —上海:
上海交通大学出版社,2008
上海市精品课程教材
ISBN978-7-313-05231-5

I. 数... II. 侯... III. ①数控机床—程序设计—高等学校:技术学校—教学参考资料②数控机床—加工工艺—高等学校:技术学校—教学参考资料
IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 063262 号

数控编程与工艺实验实训指导

侯培红 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:韩建民

上海锦佳装璜印刷发展公司 印刷 全国新华书店经销
开本:787mm×1092mm 1/16 印张:16.25 字数:402 千字

2008 年 6 月第 1 版 2008 年 6 月第 1 次印刷

印数:1~4050

ISBN978-7-313-05231-5/TG·063 定价:26.00 元

版权所有 侵权必究

前言

本书为上海市级高职高专精品课程教材。

按照高职高专人才培养目标要求:需培养学生有效地掌握编程方法和技巧,掌握编程和数控机床操作技能,本书就是根据这一目标编写的。全书共分为两部分,第一部分为数控编程与工艺实验指导,可以作为《数控编程与工艺》的配套教材使用。第一部分具体分为两单元:第一单元为数控车床程序编制法,主要实验内容为数控机床回零操作;利用绝对、增量或混合编程方法编写简短程序;利用数控仿真软件熟悉并掌握键盘程序输入;通过数控仿真软件图形模拟功能观察和检验各个 G 代码和 M 代码的含义,并掌握外圆切削、割槽和倒角的编程特点;使用单一固定循环、多次粗切削循环、精加工循环、单次螺纹切削循环和多次螺纹切削循环等编写加工程序,并检验其含义。通过学习利用 G50 指令对刀设定编程坐标系原点,来学习数控机床相关按钮的使用和理解刀具相关点的含义,利用刀具补偿指令或刀具偏置指令对刀设定编程坐标系原点,学习定义毛坯、选择刀具、装夹工件和刀具,进行自动加工及尺寸测量。同时还要学会程序的保存和导入等。第二单元为数控铣床程序编制法,主要内容为通过编写简单程序,学习和理解绝对坐标和相对坐标的输入方式及其不同,学习数控铣床定义毛坯、选择刀具、装夹工件和刀具,学习利用 G92 指令对刀设定编程坐标系原点,编写刻字程序并进行自动加工,学习利用 G54 等零点偏置指令进行对刀的方法,利用刀具半径补偿功能编写内、外轮廓加工程序,并利用数控仿真软件进行观察和检验。运用刀具半径补偿功能进行粗、精加工余量及尺寸控制,并将其应用于采用同一程序不同刀具的零件加工,同时利用数控仿真软件进行观察和检验等。

第二部分为数控编程与工艺实训指导,可以作为《数控编程与工艺》的后续课程,即“数控机床编程与操作”的教材使用。主要内容为数控车床的编程与操作实训和数控铣床的编程与操作实训、数控加工中心的编程与操作实训。具体介绍典型数控机床的操作使用、典型零件的编程项目训练、数控机床的零件实际加工步骤、考证样题、考证参考题图等。

附录介绍了上海市职业技能培训中心数控高级(数控机床工三级)考证使用的机床面板及其操作步骤。

数控技术是一门综合性很强的学科,也是近年来飞速发展的学科之一。同时,数控编程与工艺是一门实践性很强的课程,主要通过讲授数控机床编程与如何操作使用数控机床,使学生有效地掌握编程方法和技巧,因此,实验实训就显得尤为重要。本书从实践的角度让学生由浅入深地认识、理解和学习数控机床编程和操作使用,立足于从加工精度和表面质量入手,从工艺系统的角度出发,即让学生在了解工件、刀具、夹具和机床装备的基础上,学习确定加工路线和切削参数,编写加工程序,完成零件加工,从而掌握数控机床编程与操作技术。本书尤其是实验指导,以全新的形式出现,是一种数控教学的新模式。

本书由上海工商外国语职业学院机电系侯培红主编,上海理工大学医疗器械与食品学院石更强任副主编,上海建桥学院机电系主任李世基主审,上海工商外国语职业学院机电系数控

技术教研室主任张德平任副主审。赵凌秀、吴卫奇、方金华、顾旻、李秀霞等参加了编写或提出了很多有益的建议,在此深表谢意。

本指导书适用于高职高专、成人高校、电大、本科院校二级职业技术学院、民办高校数控技术专业及其相关专业学生使用,也可以作为本科、中职以及其他各类层次学校的数控编程实验和实训教学用书。

由于编者水平有限,书中若有不当和错误之处,恳请使用本书的教师和广大读者提出宝贵的意见和建议,以便加以完善。

编者

2008年4月

目 录

第一部分 数控编程与工艺实验指导

第一单元 数控车床程序编制法

——使用“数控车床仿真软件”进行..... 3

实验一 通过模拟数控机床面板操作,实现数控机床回零(或回参考点)操作 3

实验二 数控车床程序输入面板(即 CRT/MDI)熟悉,G 功能/M 功能含义确认 8

实验三 利用记事本等进行程序编制,将程序导入并利用模拟功能进行轨迹检验..... 14

实验四 编制并检验数控加工程序,选择并安装工件,选择刀具,对刀(用 G50)
并加工 19

实验五 编制并检验数控加工程序,选择并安装工件,选择刀具,
对刀(用刀具补偿指令)并加工,进行测量..... 31

实验六 编制螺纹加工程序并检验,选择并安装工件,选择刀具,
对刀(用刀具补偿指令)并加工,进行测量..... 38

第二单元 数控铣床程序编制法

——使用“数控铣床仿真软件”进行 42

实验七 数控铣床的面板操作,数控铣床程序的输入或导入,G 功能/M 功能指令
含义确认,利用模拟功能进行轨迹检验..... 42

实验八 数控程序编制并检验,选择并安装工件,选择刀具,对刀(用 G92)并
加工 48

实验九 编制零件图(直线,外轮廓)数控加工程序并检验程序,
选择并安装工件,选择刀具,对刀(用 G54 零点偏置指令)并加工,进行测量 ... 56

实验十 编制零件图(直线,圆弧,内轮廓,刀补应用)数控加工程序并检验程序,
选择并安装工件,选择刀具,对刀(用 G54 零点偏置指令)并加工,进行测量 ... 64

实验十一 编制并检验数控加工程序(零点偏置,子程序,长度补偿),选择并
安装工件,选择刀具,对刀(用 G54 零点偏置指令)并加工,进行测量 68

实验报告 73

第二部分 数控编程与工艺实训指导

第一章 绪言	99
第二章 数控车床的编程与操作实训	103
第一节 数控车床的种类	103
第二节 数控车床的操作使用	106
第三节 数控车床加工工艺概述与工艺分析	111
第四节 数控车床的编程与实际操作	122
第三章 数控铣床的编程与操作实训	152
第一节 数控铣床的种类	152
第二节 数控铣床附件、刀具的使用	155
第三节 数控铣床的操作使用	159
第四节 数控铣床加工工艺概述与工艺分析	164
第五节 数控铣床的编程与实际操作	174
第四章 数控加工中心的编程与操作实训	190
第一节 数控加工中心的种类	190
第二节 加工中心的工具系统及辅助设备	193
第三节 数控加工中心操作使用实训	196
第四节 数控加工中心加工工艺概述与工艺分析	211
第五节 加工中心操作实例	224
附录	241
上海市职业技能培训中心数控高级(数控机床工三级)考证使用的机床面板及 其操作步骤	241
参考资料	254

第一部分 数控编程与 工艺实验指导

第一单元 数控车床程序编制法

——使用“数控车床仿真软件”进行

实验一 通过模拟数控机床面板操作， 实现数控机床回零(或回参考点)操作

一、开机、数控仿真系统进入

鼠标左键点击“开始”按钮，在“程序”菜单中弹出“数控加工仿真系统”的子菜单，在接着弹出的子菜单中点击“加密锁管理程序”，如图 1-1 所示。

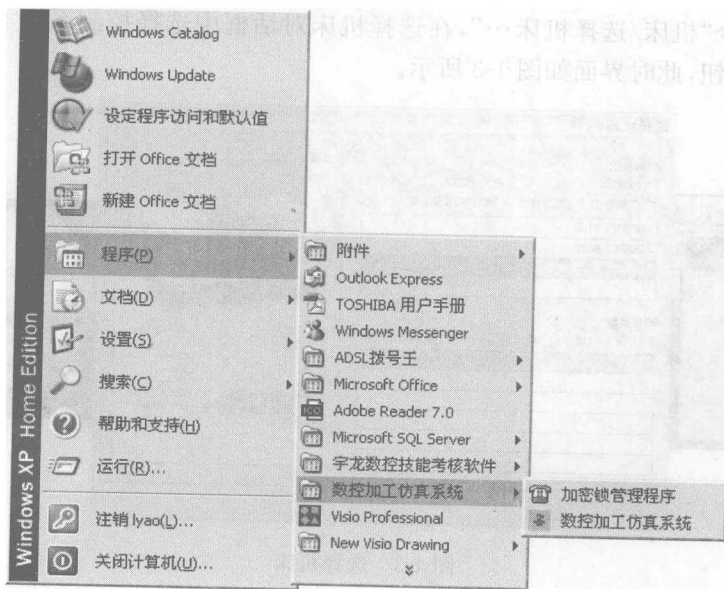


图 1-1 进入数控加工仿真系统界面

加密锁程序启动后，屏幕右下方工具栏中出现  图标，表示加密锁管理程序启动成功。此时重复上面的步骤，在最后弹出的菜单中点击“数控加工仿真系统”，系统弹出“用户登录”界面，如图 1-2 所示。

进入数控加工仿真系统有以下两种方法：

- (1) 点击“快速登录”按钮，直接进入。
- (2) 输入用户名和密码，再点击“登录”按钮进入。



图 1-2 用户登录界面

二、数控机床(车床或铣床)与系统的选择(FANUC0i)

点击菜单命令“机床/选择机床…”,在选择机床对话框中选择控制系统类型和相应的机床,并按“确定”按钮,此时界面如图 1-3 所示。

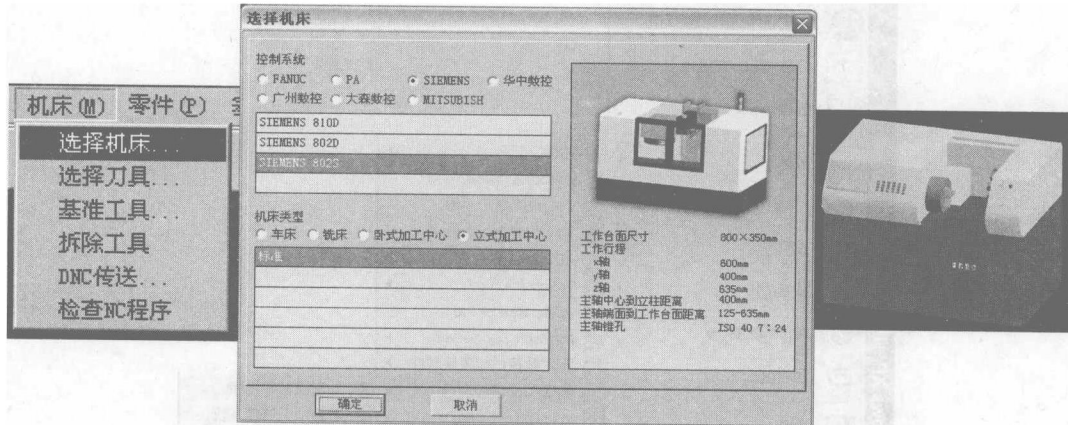


图 1-3 选择机床

三、数控机床操作面板主要内容的熟悉

为了更好地了解数控车床操作面板上各个按键的功能。掌握数控车床的调整,做好加工前的准备工作,首先需要熟悉面板操作。

FANUC 0i MDI 键盘操作说明如下:

1) MDI 键盘说明

图 1-4 为 FANUC0i 系统的 MDI 键盘(右半部分)和 CRT 界面(左半部分)。MDI 键盘用于程序编辑、参数输入等功能。MDI 键盘上各个键的功能列于表 1-1。

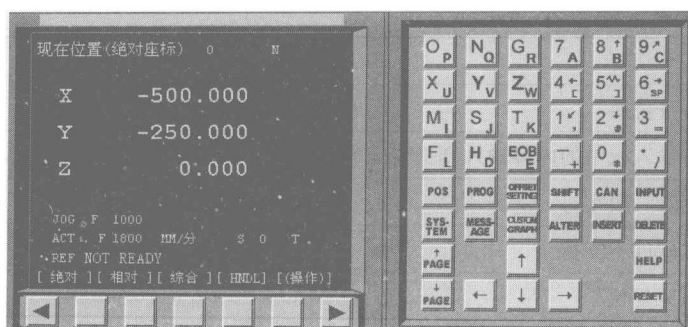


图 1-4 FANUC 0I MDI 键盘

表 1-1 MDI 键盘说明

MDI 软键	功 能
	软键 实现左侧 CRT 中显示内容的向上翻页;软键 实现左侧 CRT 显示内容的向下翻页
	移动 CRT 中的光标位置。软键 实现光标的向上移动;软键 实现光标的向下移动;软键 实现光标的向左移动;软键 实现光标的向右移动
	实现字符的输入,点击 键后再点击字符键,将输入右下角的字符。例如,点击 键,将在 CRT 的光标所在位置输入“O”字符,点击软键 后再点击 键,将在光标所在位置处输入 P 字符;软键 中的“EOB”将输入“;”号表示换行结束
	实现字符的输入,例如:点击软键 ,将在光标所在位置输入“5”字符,点击软键 后再点击 键,将在光标所在位置处输入“]”
	在 CRT 中显示坐标值
	CRT 将进入程序编辑和显示界面
	CRT 将进入参数补偿显示界面
	本软件不支持
	本软件不支持
	在自动运行状态下将数控显示切换至轨迹模式
	输入字符切换键
	删除单个字符
	将数据域中的数据输入到指定的区域

(续表)

MDI 软键	功 能
	字符替换
	将输入域中的内容输入到指定区域
	删除一段字符
	本软件不支持
	机床复位

2) 机床位置界面

点击  按钮进入坐标位置界面。点击菜单软键[绝对]、菜单软键[相对]、菜单软键[综合],CRT 界面将对应相对坐标(见图 1-5)、绝对坐标(见图 1-6)、和综合坐标(见图 1-7)。

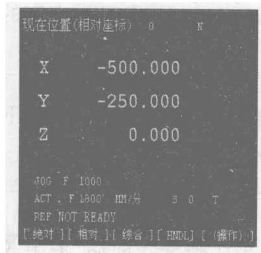


图 1-5 相对坐标界面



图 1-6 绝对坐标界面



图 1-7 综合坐标界面

四、回参考点(或回零)操作

1. 数控车床回参考点操作(车床准备)

1) 激活车床

点击“启动”  按钮,此时机床电机和伺服控制的指示灯  变亮。

检查“急停”按钮是否松开至  状态,若未松开,点击“急停”  按钮,将其松开。

2) 车床回参考点

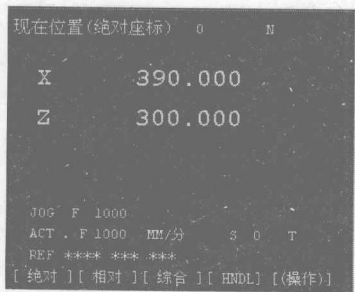


图 1-8 数控车床回参考点

检查操作面板上回原点指示灯  是否亮,若指示灯亮,则已进入回原点模式;若指示灯不亮,则点击“回原点”  按钮,转入回原点模式。

在回原点模式下,先将 X 轴回原点,点击操作面板上的“X 轴选择”  按钮,使 X 轴方向移动指示灯  变亮,点击“正方向移动”  按钮,此时 X 轴将回原点,X 轴回原点灯  变亮,CRT 上的 X 坐标变为“390.00”。同样,再点击“Z 轴选择”  按钮,使指示灯变亮,点击  按钮,Z 轴将回原点,Z 轴回

原点,  灯变亮, 此时 CRT 界面如图 1-8 所示。

2. 数控铣床回零操作实验(机床准备)

1) 激活机床

点击“启动”  按钮, 此时机床电机和伺服控制的指示灯  变亮。检查“急停”按钮是

否松开至  状态, 若未松开, 点击“急停”  按钮, 将其松开。

2) 机床回参考点

检查操作面板上回原点指示灯  是否亮, 若指示灯亮, 则已进入回原点模式; 若指示灯不亮, 则点击“回原点”  按钮, 转入回原点模式。

在回原点模式下, 先将 X 轴回原点, 点击操作面板上的“X 轴选择”  按钮, 使 X 轴方向移动指示灯  变亮, 点击  按钮, 此时 X 轴将回原点, X 轴回原点灯  变亮, CRT 上的 X 坐标变为“0.000”。同样, 再分别点击 Y 轴  , Z 轴  方向按钮, 使指示灯变亮, 点击  按钮, 此时 Y 轴、Z 轴将回原点, Y 轴、Z 轴回原点灯  变亮。此时 CRT 界面如图 1-9 所示。



图 1-9 数控铣床回零

实验二 数控车床程序输入面板(即 CRT/MDI)熟悉, G 功能/M 功能含义确认

为了更好地了解数控车床操作面板上各个按键的功用。掌握数控车床的调整及加工前的准备工作。掌握程序输入及修改方法。通过对数控加工仿真系统的操作,了解数控机床的基本运动、加工对象及其用途。

一、FANUC 0i 车床标准面板操作

图 2-1 为 FANUC 0i 车床的标准面板,标准面板的按钮说明如表 2-1 所示。

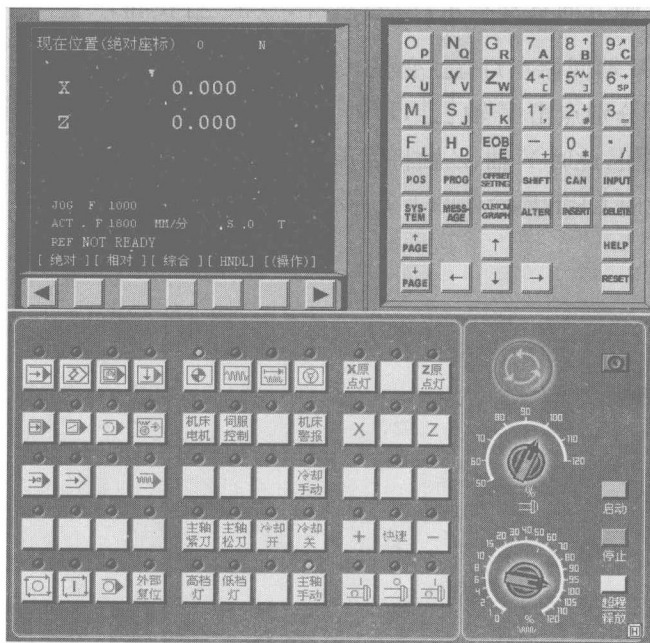


图 2-1 FANUC 0i 车床标准面板

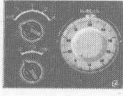
表 2-1 面板按钮说明

按钮	名称	功能说明
	自动运行	此按钮被按下后,系统进入自动加工模式
	编辑	此按钮被按下后,系统进入程序编辑状态,用于直接通过操作面板输入数控程序和编辑程序
	MDI	此按钮被按下后,系统进入 MDI 模式,手动输入并执行指令
	远程执行	此按钮被按下后,系统进入远程执行模式即 DNC 模式,输入输出资料
	单节	此按钮被按下后,运行程序时每次执行一条数控指令

(续表)

按钮	名称	功能说明
	单节忽略	此按钮被按下后,数控程序中的注释符号“/”有效
	选择性停止	当此按钮按下后,“M01”代码有效
	机械锁定	锁定机床
	试运行	机床进入空运行状态
	进给保持	程序运行暂停,在程序运行过程中,按下此按钮运行暂停。按“循环启动”按钮 恢复运行
	循环启动	程序运行开始;系统处于“自动运行”或“MDI”位置时按下有效,其余模式下使用无效
	循环停止	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
	回原点	机床处于回零模式;机床必须首先执行回零操作,然后才可以运行
	手动	机床处于手动模式,可以手动连续移动
	手动脉冲	机床处于手轮控制模式
	手动脉冲	机床处于手轮控制模式
	X 轴选择按钮	在手动状态下,按下该按钮则机床移动 X 轴
	Z 轴选择按钮	在手动状态下,按下该按钮则机床移动 Z 轴
	正方向移动按钮	手动状态下,点击该按钮系统将向所选轴正向移动。在回零状态时,点击该按钮将所选轴回零
	负方向移动按钮	手动状态下,点击该按钮系统将向所选轴负向移动
	快速按钮	按下该按钮,机床处于手动快速状态
	主轴倍率选择旋钮	将光标移至此旋钮上后,通过点击鼠标的左键或右键来调节主轴旋转倍率
	进给倍率	调节主轴运行时的进给速度倍率
	急停按钮	按下急停按钮,使机床移动立即停止,并且所有的输出如主轴的转动等都会关闭
	超程释放	系统超程释放

(续表)

按钮	名称	功能说明
	主轴控制按钮	从左至右分别为:正转、停止、反转
	手轮显示按钮	按下此按钮,则可以显示出手轮面板
	手轮面板	点击  按钮,将显示手轮面板
	手轮轴选择旋钮	手轮模式下,将光标移至此旋钮上后,通过点击鼠标的左键或右键来选择进给轴
	手轮进给倍率旋钮	手轮模式下将光标移至此旋钮上后,通过点击鼠标的左键或右键来调节手轮步长。X1、X10、X100 分别代表移动量为 0.001mm、0.01mm、0.1mm
	手轮	将光标移至此旋钮上后,通过点击鼠标的左键或右键来转动手轮
	启动	启动控制系统
	关闭	关闭控制系统

二、利用绝对值、增量值与混合值编程编制数控程序并进行输入演练

1. 程序管理界面

点击  按钮进入程序管理界面,点击菜单软键[LIB],将列出系统中所有的程序(见图 2-2),在所列出的程序列表中选择某一程序名,点击  按钮将显示该程序(见图 2-3)。



图 2-2 显示程序列表

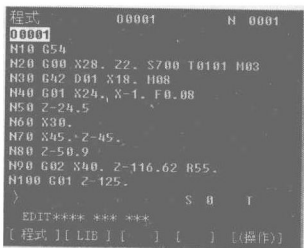


图 2-3 显示当前程序