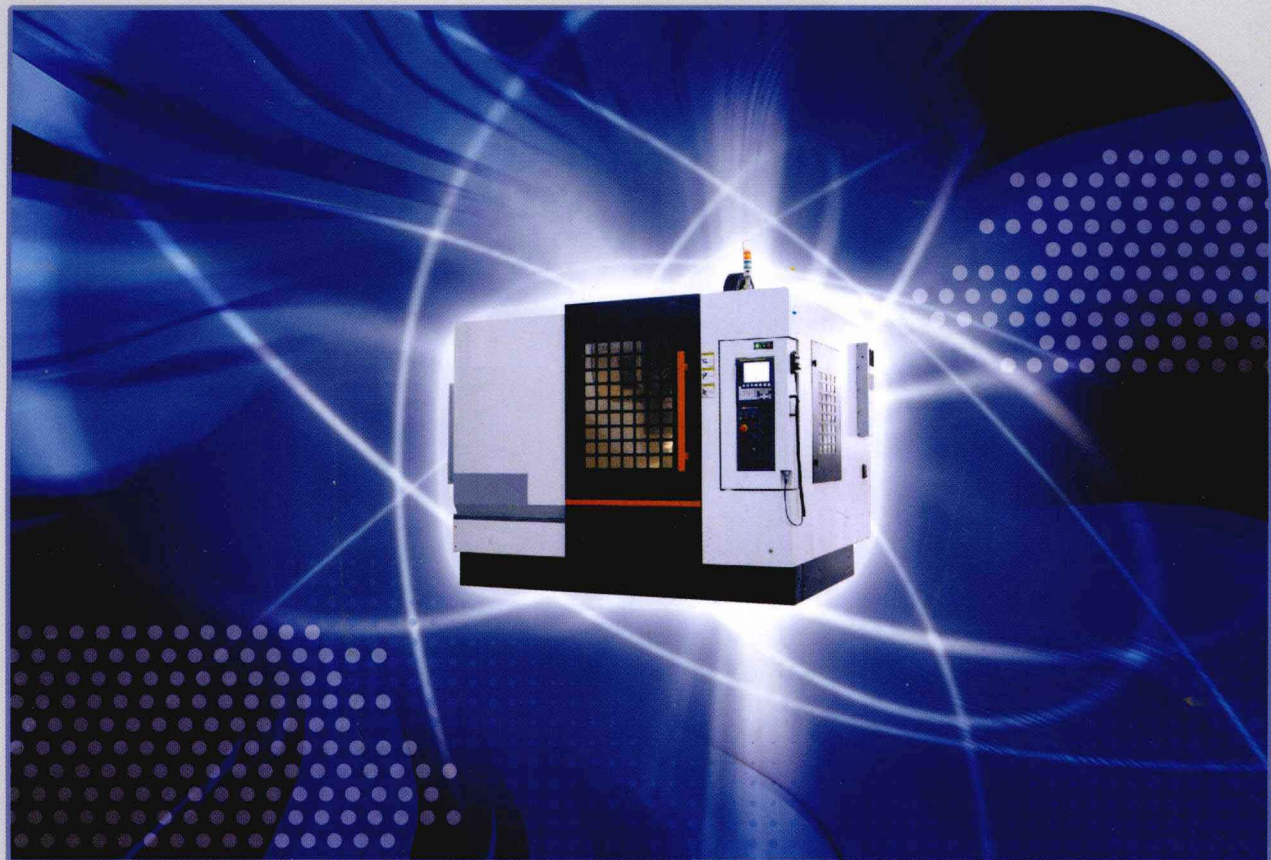




高等院校“十二五”精品课程建设成果



数控加工工艺 与编程一体化教程

SHUKONG JIAGONG GONGYI
YU BIANCHENG YITIHUA JIAOCHENG

主 编 刘佳坤 主 审 吕修海

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

高等院校“十二五”精品课程建设成果

数控加工工艺与编程 一体化教程

主 编 刘佳坤
副主编 孔凡坤 杨辉静 赵秀平 段性军
参 编 张光普 杨秀荣
主 审 吕修海



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

图书在版编目 (CIP) 数据

数控加工工艺与编程一体化教程 / 刘佳坤主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2012. 8

ISBN 978 - 7 - 5640 - 6617 - 8

I. ①数… II. ①刘… III. ①数控机床-加工-高等学校-教材②数控机床-程序设计-高等学校-教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 192670 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 / 北京地质印刷厂

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 24

字 数 / 549 千字

版 次 / 2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷

印 数 / 1~1500 册

定 价 / 55.00 元

责任编辑 / 张慧峰

责任校对 / 杨 露

责任印制 / 王美丽

前 言

本书从行业、企业的专业调研出发，依据机械加工行业对数控技术专业技能型人才的需求，按照系统化的知识学习和系统化的技能训练两条主线展开，相互交融，同时兼顾职业素质培养，全面培养数控高级工、数控加工工艺员职业能力。

系统化的知识学习包括数控车床、数控铣床、数控加工中心等工艺范围，零件图的读图与制图技巧，零件加工工艺设计内容与方法，编程指令内涵及编程方法，机床基本操作方法等，是实施零件加工的必备知识；系统化技能训练包括机床结构认识、读图与制图、零件工艺设计、加工程序编制、机床操作与参数设置、典型零件加工与精度检测等，是数控加工工艺员必备技能。知识学习、技能训练内容以及难易程度选取符合数控高级工国家职业资格要求。

本书针对市场主流数控系统车床（华中 22T 系统）、铣床（FANUC 0i - MD 系统），按照“项目—模块—任务”模式进行编写，理论、案例、实训有机结合。实训项目设计既引导学生进行单项和综合技能训练，又给予学生极大的自主、创新空间，同时注重通过实训项目设计促成良好职业素质养成。

本书由刘佳坤主编，吕修海教授主审。在编写教材过程中，编者得到了相关企业、数控专业教师和其他院校老师的大力支持，在此深表感谢。

本书按照项目引领、任务驱动方式进行编写，对工作任务内容依据需求进行了全新设计。由于时间仓促和编者水平有限，难免有欠妥及错误之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

项目1 数控车床部分	(1)
模块1 数控车床操作	(3)
任务1.1 面板操作	(3)
任务1.2 对刀操作	(14)
任务1.3 程序输入与校验操作	(20)
模块2 直线类零件加工	(26)
任务2.1 阶梯轴加工	(26)
任务2.2 台阶面加工	(35)
模块3 圆弧类零件加工	(43)
任务3.1 内外圆弧面加工	(43)
任务3.2 球面加工	(52)
模块4 螺纹类零件加工	(62)
任务4.1 直线螺纹加工	(62)
任务4.2 锥螺纹加工	(71)
模块5 套、槽类零件加工	(76)
任务5.1 套类加工	(76)
任务5.2 槽类加工	(82)
项目2 数控铣床/加工中心部分	(89)
模块6 数控铣床/加工中心操作	(91)
任务6.1 面板操作	(91)
任务6.2 对刀操作	(100)
任务6.3 程序输入与校验操作	(107)
模块7 轮廓类零件加工	(113)
任务7.1 平面的加工	(113)
任务7.2 轮廓的加工	(133)
模块8 孔类零件加工	(151)
任务8.1 钻孔的加工	(151)
任务8.2 镗孔的加工	(170)
模块9 箱体及槽类零件加工	(183)
任务9.1 箱体的加工	(183)
任务9.2 槽的加工	(191)
项目3 实体造型加工部分	(201)

模块 10 非圆曲线类零件造型	(203)
任务 10.1 二维图形的绘制	(203)
任务 10.2 实体造型特征	(223)
任务 10.3 曲面造型	(265)
模块 11 非圆曲线类零件加工	(292)
任务 11.1 平面铣削加工	(292)
任务 11.2 非圆曲面加工	(320)
任务 11.3 轮廓铣削加工	(340)

项目 1

数控车床部分

模块 1 数控车床操作

任务 1.1 面板操作

一、任务描述

通过查阅资料和机床使用说明书，在参观数控车床时与指导教师的交流，了解所参观的数控车床主要按钮的功能。

在数控车床上采用手动方法完成如图 1-1-1 所示轴类零件外表面的手动加工。

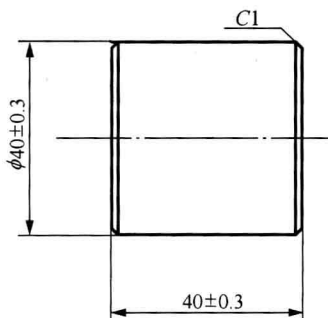


图 1-1-1 轴零件样图

要学会数控车床的面板操作，首先需要掌握数控车床上各个按钮的功能。此外，在完成本任务前，还需要了解数控车床、系统、面板按钮功能等方面的知识。

二、任务目标

1. 知识目标

- (1) 掌握数控车床面板上各个按钮的含义和用途；
- (2) 掌握手动回参考点的方法；
- (3) 掌握手摇进给操作和手动进给操作；
- (4) 掌握数控机床的开关机操作。

2. 技能目标

完成轴类零件外表面的手动加工。

三、相关知识

华中世纪星（HNC-22T）是基于 PC 的车床 CNC 数控装置，是武汉华中数控股份有限公司在国家“八五”“九五”科技攻关重大科技成果——华中Ⅱ型（HNC-2）高性能数控

装置的基础上，为满足市场要求，开发的高性能经济型数控装置。

华中世纪星（HNC-22T）采用彩色 LCD 液晶显示器，内装式 PLC，可与多种伺服驱动单元配套使用。具有开放性好、结构紧凑、集成度高、可靠性好、性价比高、操作维护方便的特点。

华中世纪星 HNC-22T 车床数控系统简介

华中世纪星 HNC-22T 车床数控系统操作面板如图 1-1-2 所示，它包括五个组成部分：急停操作按键、数控车床操作按键、数控车床键盘按键、显示窗口、功能软键。下面分别介绍各部分的功能。

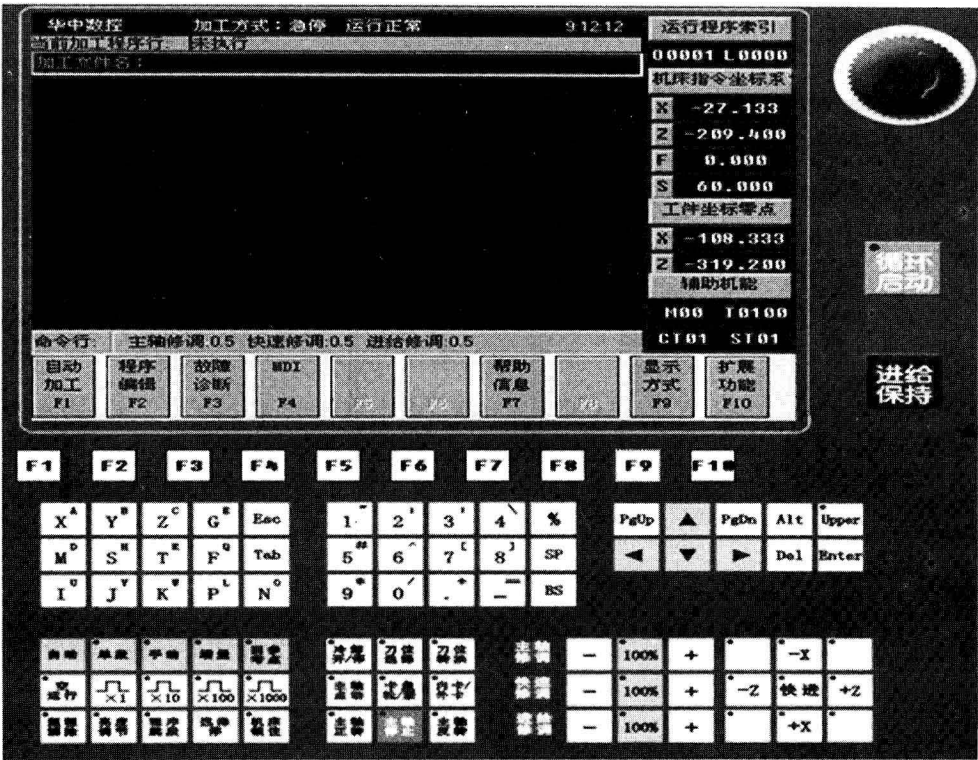


图 1-1-2 数控车床操作面板

(一) 急停操作按键 (如图 1-1-3 所示)

机床运行过程中，在危险或紧急情况下，按下“急停”按钮，CNC 即进入急停状态，伺服进给及主轴运转立即停止工作（数控柜内的进给驱动电源被切断）；松开“急停”按钮（左旋此按钮，按钮将自动跳起），CNC 进入复位状态。

解除紧急停止前，先确认故障是否排除，且紧急停止接触后应重新执行回参考点操作，以确保坐标位置的正确性。

注意：在启动和退出系统之前应按下“急停”按钮以保障人身、财产安全。

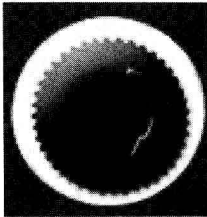


图 1-1-3 急停按钮

(二) 数控车床操作按键 (如图 1-1-4 所示)

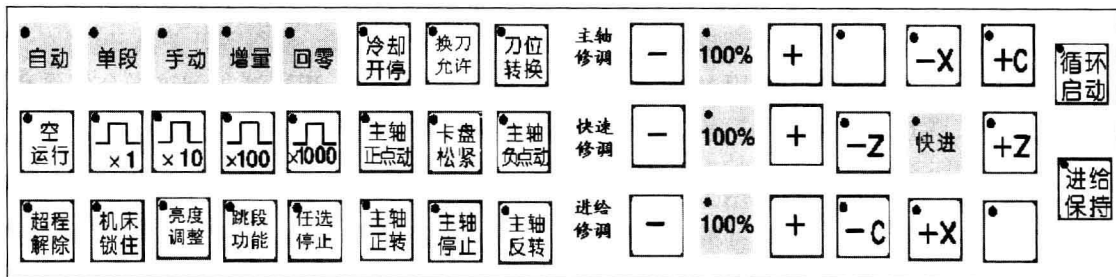


图 1-1-4 数控车床操作按键

1. 工作方式选择按键 (如图 1-1-5 所示)

作用: (1) 数控系统通过工作方式选择按键, 对操作机床的动作进行分类。

(2) 在选定的工作方式下, 只能做相应的操作。

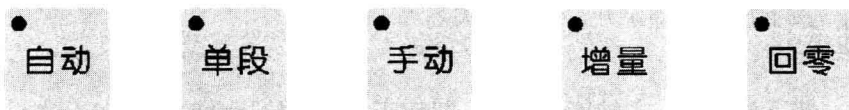


图 1-1-5 数控车床工作方式选择按键

“自动”工作方式下: 自动连续加工工件; 模拟加工工件; 在 MDI 模式下运行指令。

“单段”工作方式下: 自动逐段地加工工件 (按一次“循环启动”键, 执行一个程序段到程序运行完成); MDI 模式下运行指令。

“增量”工作方式下: 定量移动车床坐标轴, 移动距离由倍率调整 (可控制机床精确定位, 但不连续)。

“手摇”工作方式下: 当手摇盒打开后, “增量”方式变为“手摇”, 倍率仍有效; 可连续精确控制机床的移动; 机床进给速度操作者手动控制速度和倍率。

“手动”工作方式下: 通过机床操作键可手动换刀、手动移动机床各轴、手动松紧卡爪、伸缩尾座、主轴正反转。

“回零”工作方式下: 手动返回参考点、建立机床坐标系 (机床开机后应首先进行回参考点操作)。

2. 数控车床操作按键



“自动”“单段”工作方式下有效。按下该键后, 机床可进行自动加工或模拟加工。注意自动加工前应对刀正确。



自动加工过程中, 按下该键后, 机床上刀具相对工件的进给运动停止, 但机床主运动并不停止。再按下“循环启动”键后继续运行下面的进给运动。



按下该键后, 机床所有实际运动无效 (不能手动、自动控制进给轴、主轴、冷却等实际动作), 但指令运算有效, 故可在此状态下模拟运行程序。注意在自动、单段运行程序或回零过程中, 锁住或打开该键都是无效的。



当机床超出安全行程时，行程开关撞到机床上的挡块，切断机床伺服强电，机床不能动作，起到保护作用；如果重新工作，需一直按下该键，接通伺服电源，再在“手动”方式下，反向手动移动机床，使行程开关离开挡块。



如程序中使用 M01 辅助指令，当按下该键后，程序运行到该指令即停止，再按“循环启动”键，继续运行；解除该键，则 M01 功能无效。



如程序中使用了跳段符号“/”，按下该键后，程序运行到有该符号标定的程序段，即跳过不执行该段程序；解除该键，则跳段功能无效。



手动选择工作位上的刀具，此时并不立即换刀。



按下该键，“刀位转换”选择刀具，换到工作位上。“手动”“增量”“手摇”工作方式下该键有效。



按下该键冷却泵开，解除则关。



按下该键后，主轴停止旋转。机床正在作进给运动时，该键无效。



按下该键后，主轴反转。但在正转过程中，该键无效。



按下该键后，主轴正转。但在反转过程中，该键无效。



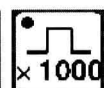
按下该键卡盘夹紧，解除则松开。在主轴旋转的过程中该键无效。



“手动”“增量”“手摇”工作方式下该键有效。



通过这三个速度修调按键，对主轴转速、G00 快移速度、工作进给或手动进给速度进行修调。



倍率选择键：“增量”和“手摇”工作方式下有效。通过该类键选择定量移动的距离量。



“手动”“增量”和“回零”工作方式下有效；“增量”时：确定机床定量移动轴的方向；“手动”时：确定机床移动的轴和方向。通过该类按键，可手动控制刀具或工作台移动。移动速度由系统最大加工速度和进给速度修调按键确定。

快进

当同时按下方向轴和“快进”按键时，以系统设定的最大加工速度移动。“回零”时：确定回参考点的轴和方向。

(三) 数控车床键盘按键 (如图 1-1-6 所示)

该键功能同键盘按键功能一样，包括字母键、数字键、编辑键等，下面介绍部分按键功能。

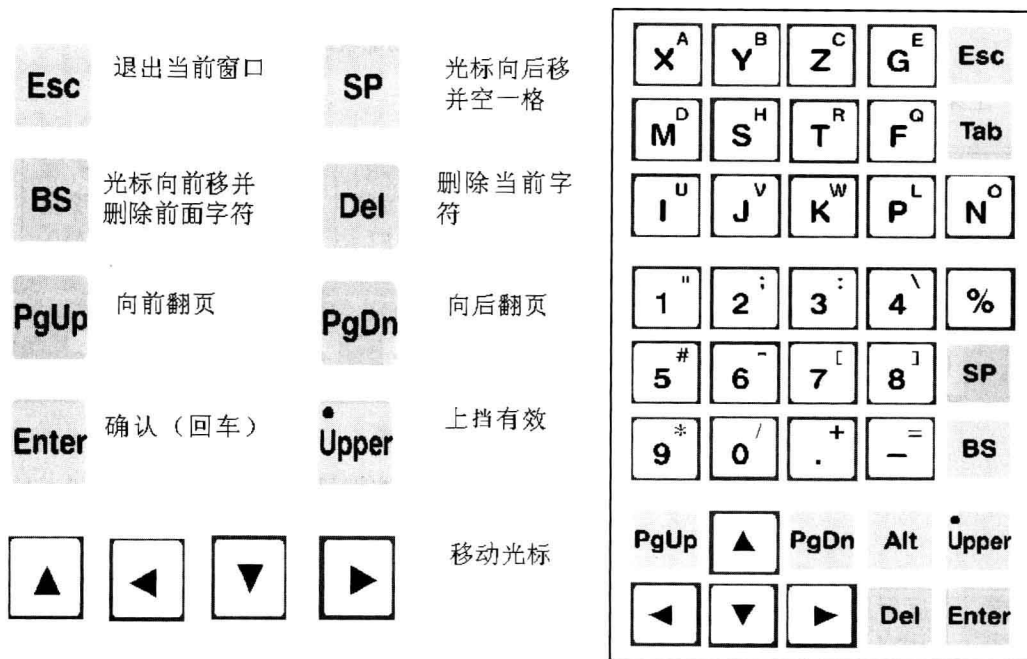


图 1-1-6 数控车床计算机键盘按键

(四) 显示窗口 (如图 1-1-7 所示)

该窗口为人机对话窗口，可显示加工文件、加工程序、刀具位置坐标、图形、软件参数等各种信息等。



图 1-1-7 数控车床显示窗口

(五) 功能软键（如图 1-1-8 所示）

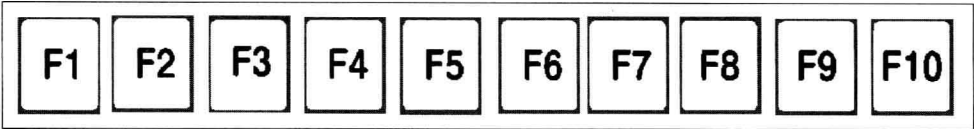


图 1-1-8 数控车床操作面板功能软键

1. 主菜单（如图 1-1-9 所示）

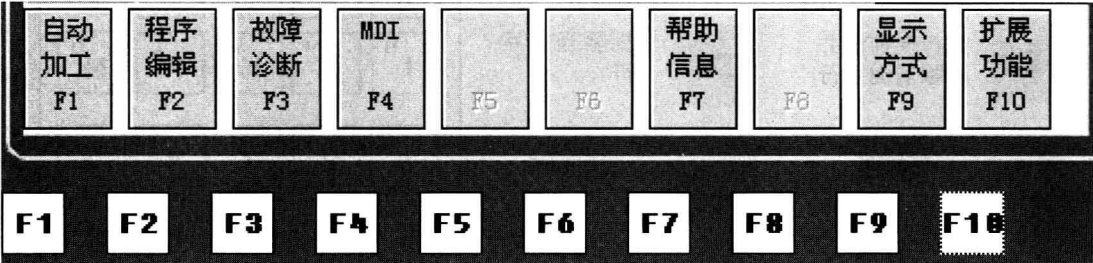


图 1-1-9 软键功能主菜单

1) 自动加工（F1）：点击主菜单中自动加工（F1）按键显示如下功能（如图 1-1-10 所示）：

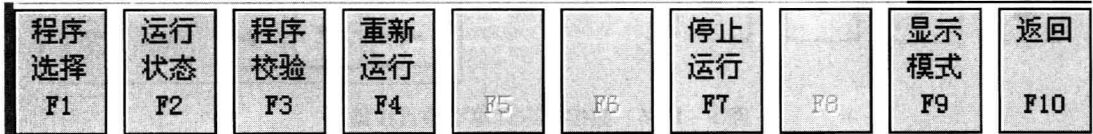


图 1-1-10 自动加工软键功能

2) 程序编辑（F2）：点击主菜单中程序编辑（F2）按键显示如下功能（如图 1-1-11 所示）：

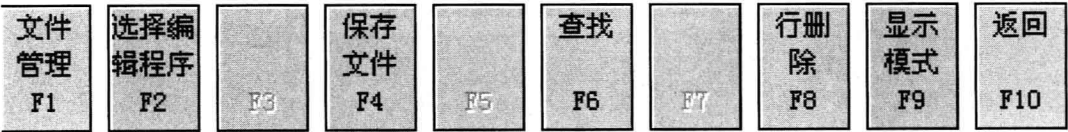


图 1-1-11 程序编辑软键功能

3) MDI（F4）：点击主菜单中 MDI（F4）按键显示如下功能（如图 1-1-12 所示）：

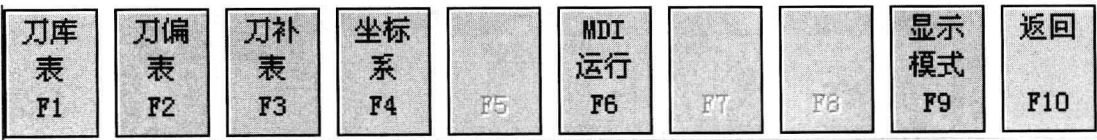


图 1-1-12 MDI 软键功能

(1) 刀偏表（F2）：点击 MDI 菜单中刀偏表（F2）按键显示如下功能（如图 1-1-13

所示):

华中数控 加工方式: 自动 运行正常 9:27:00							运行程序索引
当前加工程序行: %0001 LF							00001 L0000
刀编号	X偏置	Z偏置	X磨损	Z磨损	试切直径	试切长度	机床指令坐标系
#0001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	X -27.133
#0002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Z -209.400
#0003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	F 0.000
#0004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	S 60.000
#0005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	工件坐标零点
#0006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	X -108.333
#0007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Z -319.200
#0008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	辅助机能
#0009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	M00 T0100
#0010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	CT01 ST01
#0011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
X 轴 置零 F1	Z 轴 置零 F2	X Z 置零 F3		标刀 选择 F5			返回 F10

图 1-1-13 刀偏表

(2) 坐标系 (F4): 点击 MDI 菜单中坐标系 (F4) 按键显示如下功能 (如图 1-1-14 所示):

华中数控 加工方式: 自动 运行正常 9:28:27							运行程序索引
当前加工程序行: %0001 LF							00001 L0000
X -108.333							机床指令坐标系
Z -319.200							X -27.133
							Z -209.400
							F 0.000
							S 60.000
							工件坐标零点
							X -108.333
							Z -319.200
							辅助机能
							M00 T0100
							CT01 ST01
MDI:							
G54 坐标系 F1	G55 坐标系 F2	G56 坐标系 F3	G57 坐标系 F4	G58 坐标系 F5	G59 坐标系 F6	工件 坐标系 F7	相对值 零点 F8
							返回 F10

图 1-1-14 坐标系显示界面

(3) MDI 运行 (F6): 点击 MDI 菜单中 MDI 运行 (F6) 按键显示如下功能 (如图 1-1-15 所示):



图 1-1-15 MDI 运行显示界面

(4) 显示方式 (F9): 点击 MDI 菜单中显示方式 (F9) 按键显示如下功能 (如图 1-1-16所示):

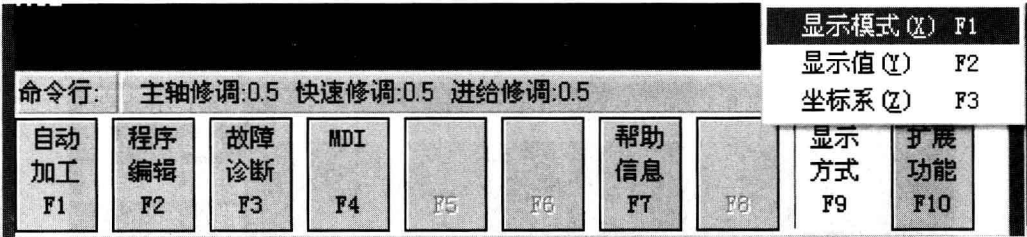


图 1-1-16 显示方式软键功能

①显示模式 (F1): 点击显示方式中显示模式 (F1) 按键显示如下功能 (如图 1-1-17所示):

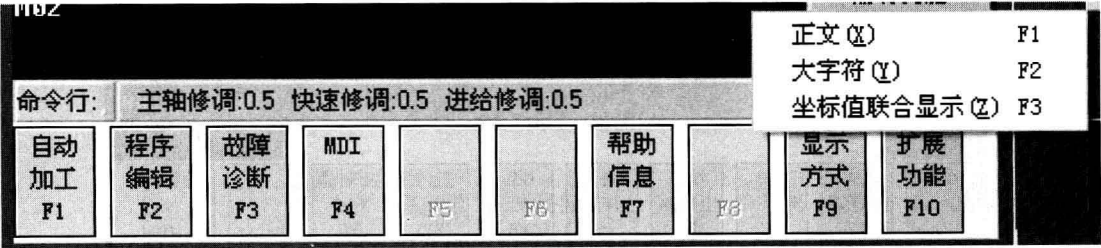


图 1-1-17 显示模式软键功能

②显示值 (F2): 点击显示方式 (如图 1-1-18 所示) 中显示值 (F2) 按键显示如下功能 (如图 1-1-19 所示):

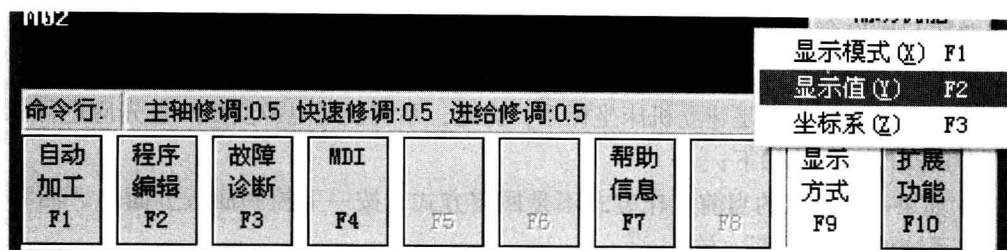


图 1-1-18 显示方式软键功能

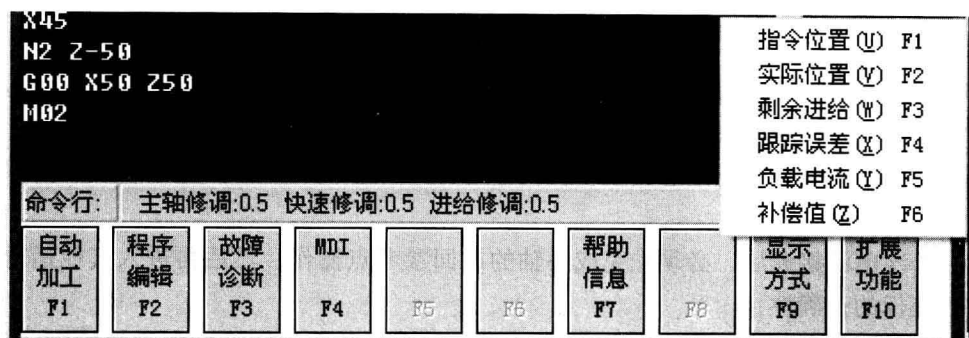


图 1-1-19 显示值软键功能

③坐标系 (F3): 点击显示方式 (如图 1-1-20 所示) 中坐标系 (F3) 按键显示如下功能 (如图 1-1-21 所示):

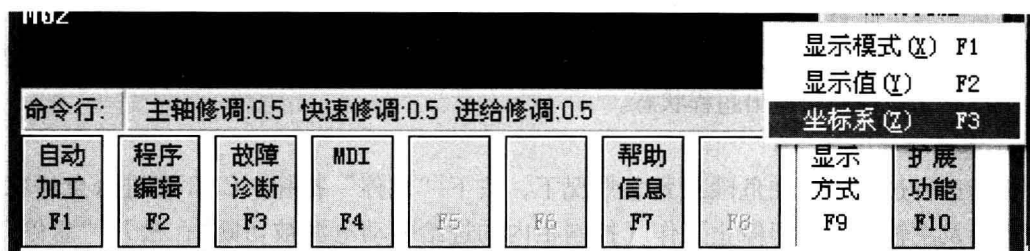


图 1-1-20 显示方式软键功能

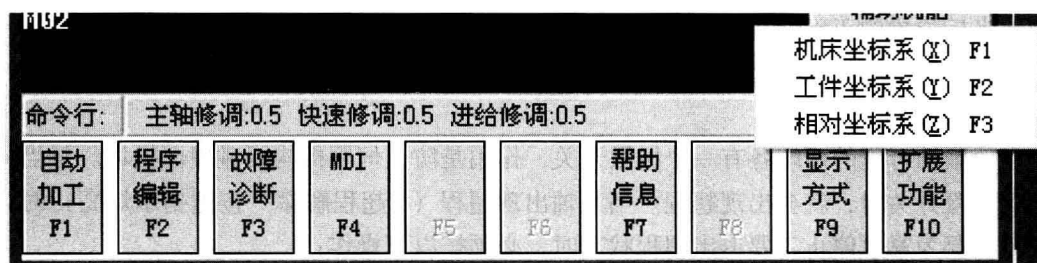


图 1-1-21 坐标系软键功能

(六) 数控机床面板操作

1. 复位

系统上电进入功能软键操作界面时, 系统的工作方式为“急停”, 为使控制系统运行,