

斯沃数控仿真软件

华中世纪星车铣数控系统 操作和编程说明书

前言

南京斯沃软件技术有限公司是一支专业从事可视化软件开发的队伍。主要提供 CAD/CAM、数控仿真、UG 关键技术的示范、推广和应用。面向企业的新产品开发和创意设计，提供贴近用户个性化需求的产品整体设计、技术咨询、二次开发服务。根据客户要求 进行专业 CAD\CAM 的软件开发，以及数控系统、面板仿真的开发，提供基于 UG 软件的二次开发服务，指导客户利用 UG 软件建立企业标准化的设计流程，缩短新产品研发周期，降低改型设计开发成本，提高产品设计质量。

南京斯沃软件技术有限公司开发的，发那科 (FANUC)、西门子 (SINUMERIK)、三菱 (MITSUBISHI)、广州数控 (GSK)、华中世纪星 (HNC)、北京凯恩帝 (KND)、大连大森 (DASEN)、南京华兴 (WA) 数控车铣及加工中心仿真软件，是结合机床厂家实际加工制造经验与高校教学训练一体所开发的。通过该软件可以使学生达到实物操作训练的目的，又可大大减少昂贵的设备投入。

南京斯沃软件技术有限公司

2007 年 2 月

目 录

第一章 斯沃数控仿真软件概述	1
1.1 斯沃数控仿真软件简介	1
1.2 斯沃数控仿真软件的安装	1
1.2.1 控制器	1
1.2.2 斯沃数控仿真软件的功能	2
1.2.3 功能介绍	3
第二章 斯沃数控仿真软件操作	1
2.1 软件启动界面	1
2.1.1 试用版启动界面	1
2.1.2 网络版启动界面	2
2.1.3 单机版启动界面	4
2.2 工具条和菜单的配置	4
2.3 文件管理菜单	6
2.3.1 机床参数	7
2.3.2 刀具管理	9
2.3.3 工件参数及附件	12
2.3.4 快速模拟加工	16
2.3.5 工件测量	17
2.3.6 录制参数设置	17
2.3.7 警告信息	18
第三章 HNC 操作	22
3.1 HNC 机床面板操作	22
3.2 HNC 数控系统操作	25
3.2.1 按键介绍	26
3.2.2 手动操作虚拟数控铣床	28
第四章 HNC-M 铣床编程	56
4.1 坐标系	56
4.2 G 代码命令	58
4.2.1 G 代码组及其含义	58
4.2.2 G 代码解释	61
4.3 辅助功能	69
4.4 宏程序	70
4.4.1 宏变量	70
4.4.2 运算符与表达式	72

4.4.3 赋值语句	73
4.4.4 条件判别语句 IF, ELSE, ENDIF	73
4.4.5 循环语句 WHILE , ENDW	73
4.4.6 宏程序编制举例	73
4.5 例题	77
第五章 HNC-T 车床编程	79
5.1 坐标系统	79
5.2 G 代码命令	82
5.2.1 G 代码组及含义	82
5.2.2 G 代码解释	83
5.3 辅助功能 (M 功能)	91
5.4 宏程序	92
5.4.1 宏变量	92
5.4.2 运算符与表达式	95
5.4.3 赋值语句	95
5.4.4 条件判别语句 IF, ELSE, ENDIF	95
5.4.5 循环语句 WHILE , ENDW	96
5.5 例题	96

第一章 斯沃数控仿真软件概述

1.1 斯沃数控仿真软件简介

南京斯沃软件技术有限公司开发 FANUC、SINUMERIK、MITSUBISHI、广州数控 GSK、华中世纪星 HNC、北京凯恩帝 KND、大连大森 DASEN 数控车铣及加工中心仿真软件，是结合机床厂家实际加工制造经验与高校教学训练一体所开发的。通过该软件可以使达到实物操作训练的目的，又可大大减少昂贵的设备投入。

斯沃数控仿真软件包括八大类，28 个系统，62 个控制面板。具有 FANUC、SIEMENS (SINUMERIK)、MITSUBISHI、广州数控 GSK、华中世纪星 HNC、北京凯恩帝 KND 系统、大连大森 DASEN、南京华兴 WA 编程和加工功能，学生通过在 PC 机上操作该软件，能在很短时间内掌握各系统数控车、数控铣及加工中心的操作，可手动编程或读入 CAM 数控程序加工，教师通过网络教学，可随时获得学生当前操作信息。

1.2 斯沃数控仿真软件的安装

1.2.1 控制器

- ✓ 实现屏幕配置且所有的功能与 FANUC 工业系统使用的 CNC 数控机床一样。
- ✓ 实时地解释 NC 代码并编辑机床进给命令。
- ✓ 提供与真正的数控机床类似的操作面板。
- ✓ 单程序块操作，自动操作，编辑方式，空运行等功能。
- ✓ 移动速率调整，单位毫米脉冲转换开关等。

1.2.2 斯沃数控仿真软件的功能

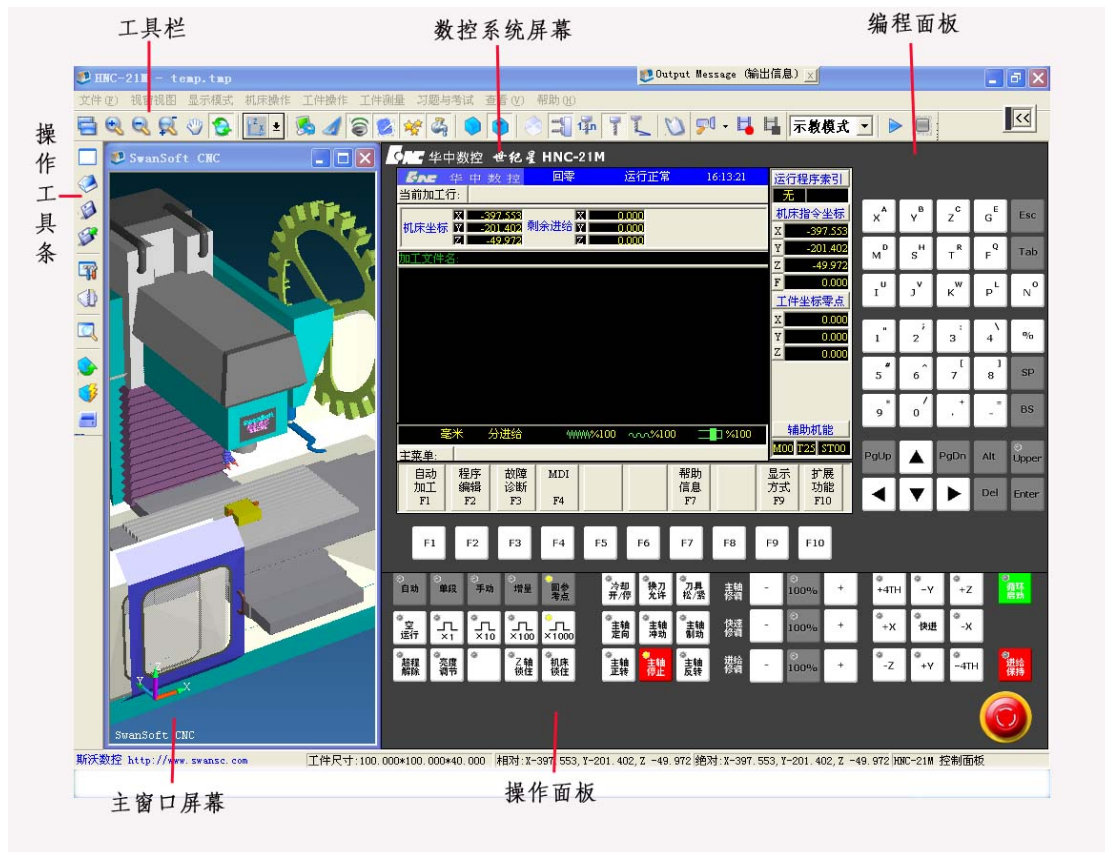


图1.2-1 HNC-M (铣床)



- ★ 国内第一款自动免费下载更新的数控仿真软件
- ★ 真实感的三维数控机床和操作面板
- ★ 动态旋转、缩放、移动、全屏显示等功能的实时交互操作方式
- ★ 支持 ISO-1056 准备功能码（G 代码）、辅助功能码（M 代码）及其它指令代码
- ★ 支持各系统自定义代码以及固定循环
- ★ 直接调入 UG、PRO-E、Mastercam 等 CAD/CAM 后置处理文件模拟加工
- ★ Windows 系统的宏录制和回放
- ★ AVI 文件的录制和回放
- ★ 工件选放、装夹

- ★ 换刀机械手、四方刀架、八方刀架
- ★ 基准对刀、手动对刀
- ★ 零件切削，带加工冷却液、加工声效、铁屑等
- ★ 寻边器、塞尺、千分尺、卡尺等工具
- ★ 采用数据库管理的刀具和性能参数库
- ★ 内含多种不同类型的刀具
- ★ 支持用户自定义刀具功能
- ★ 加工后的模型的三维测量功能
- ★ 基于刀具切削参数零件光洁度的测量

第二章 斯沃数控仿真软件操作

2.1 软件启动界面

2.1.1 试用版启动界面



图 2.1-1

- (1) 在左边文件框里选择试用版;
- (2) 在右边的窗口处点击选择所要使用的数控系统
- (3) 如果需要超级使用可以选择
- (4) 选择系统完成之后,点击 Try It 进入系统界面

2.1.2 网络版启动界面



图 2.1-2

- (1) 在左边文件框内选择网络版
- (2) 在右边的第一个条框内选择所要使用的系统名称
- (3) 在 User 里选择用户名,输入密码
- (4) 在 Remember Me 和 Remember My Password 中进行选择
- (5) 输入服务器的 IP 地址
- (6) 点击 Sign in 进入系统界面
- (7) 启动 SSCNCSRV.exe, 进入 SERVER 主界面, 如下图:

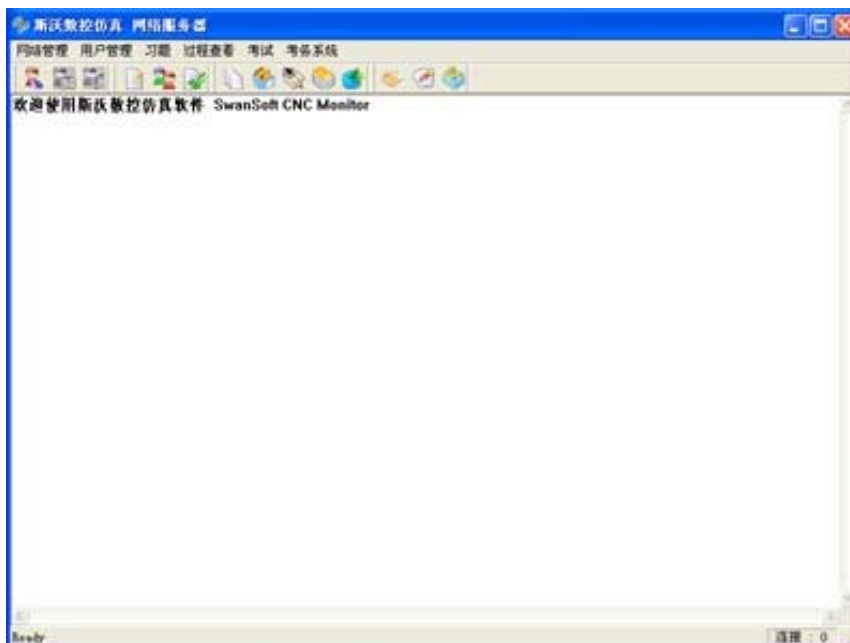


图 2.1-3

(8) 单击工具栏中的“用户状态”图标，将会显示所有用户的状态，如下图

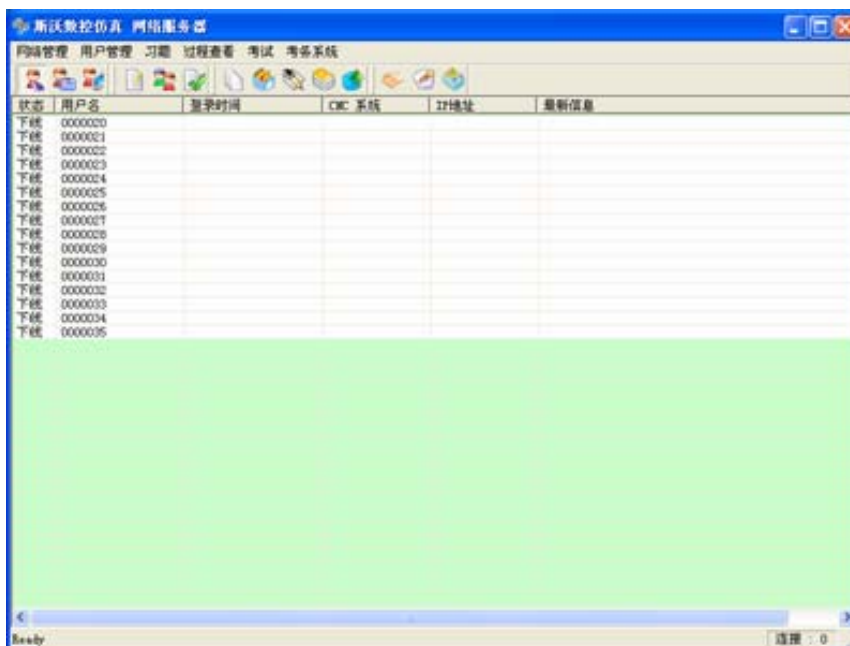


图 2.1-4

(9) 在用户状态列表中选择一个用户，然后点击工具栏上的“设置教师机”图标 将其设为教师机

(10) 单击“用户管理”图标，弹出“用户管理”对话框，如下图：

在这个对话框中添加用户名和姓名，以及该用户的权限。添加用户可以逐个添加也可以批量添加

- 逐个添加时，输入用户名，姓名，密码和密码确认，还可以为每个用户设置必要的权限，然后点击保存。
- 批量添加时，输入起始编号和用户数，还可以为每个用户设置必要的权限，然后点击保存。



图 2.1-5

2.1.3 单机版启动界面



图 2.1-6

- (1) 在左边文件框内选择单机版
- (2) 在右边的条框内选择所要使用的系统名称
- (3) 在 PC Encryption(机器码加密) 和 Softdog Encryption(软件狗加密)中选择其一,
- (4) 点击 Run 进入系统界面

2.2 工具条和菜单的配置

全部命令可以从屏幕左侧工具条上的按钮来执行。当光标指向各按钮时系统会立即提示其功能名称，同时在屏幕底部的状态栏里显示该功能的详细说明。

工具条简介：



建立新 NC 文件



Y-X 平面选择



打开保存的文件(如 NC 文件)



机床罩壳切换



保存文件(如 NC 文件)



工件测量



另存文件



声控



机床参数



坐标显示



刀具库管理



冷却水显示



工件显示模式



毛坯显示



选择毛坯大小、工件坐标等参数



零件显示



开关机床门



透明显示



铁削显示



ACT 显示



屏幕安排：以固定的顺序来改变屏幕布置的功能



显示刀位号



屏幕整体放大



刀具显示



屏幕整体缩小



刀具轨迹



屏幕放大、缩小



在线帮助



屏幕平移



录制参数设置



屏幕旋转



录制开始



X-Z 平面选择



录制结束



Y-Z 平面选择



示教功能开始和停止

2.3 文件管理菜单

程序文件 (*.NC)、刀具文件 (*.ct) 和毛坯文件 (*.wp) 调入和保存有关的功能，例如用于打开或保存对 NC 代码编辑过程的数据文件。



打开相应的对话框被打开，可进行选取所要代码的文件，完成取后相应的 NC 代码显示在 NC 窗口里。在全部代码被加载后，程序自动进入自动方式；在屏幕底部显示代码读入进程。



新建

删除编辑窗口里正在被编辑和已加载的 NC 码。如果代码有过更改，系统提示要不要保存更改的代码。



保存

保存在屏幕上编辑的代码。对新加载的已有文件执行这个命令时，系统对文件不加任何改变地保存，并且不论该文件是不是刚刚加载的，请求给一个新文件名。

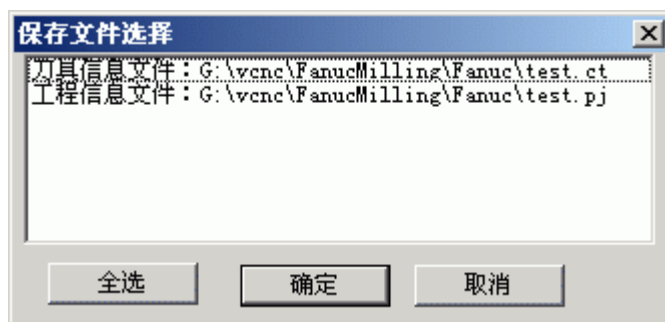


图 2.3—1



另存为

把文件以区别于现有文件不同的新名称保存下来。

加载项目文件

把各相关的数据文件 (wp 工件文件; nc 程序 文件; 刀具 ct 文件) 保存到一个工程文件

里（扩展名：*.pj），此文件称为项目文件。这个功能用于在新的环境里加载保存的文件。

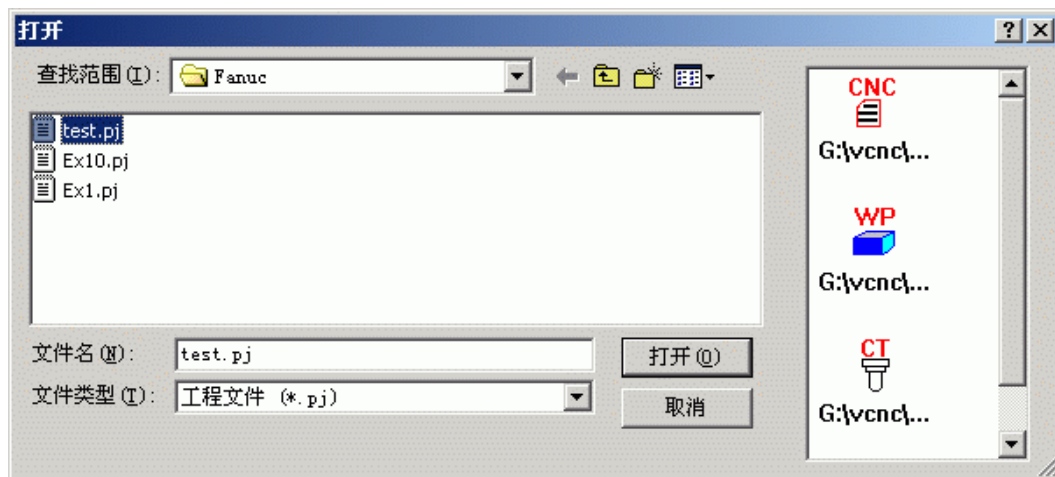


图 2.3—2

项目文件保存

把全部处理过的数据保存到文件里。屏幕的各空白部分可以做修改。

2.3.1 机床参数



a. 机床参数设置：

拖动“参数设置”对话框中的滑块选择合适的换刀速度

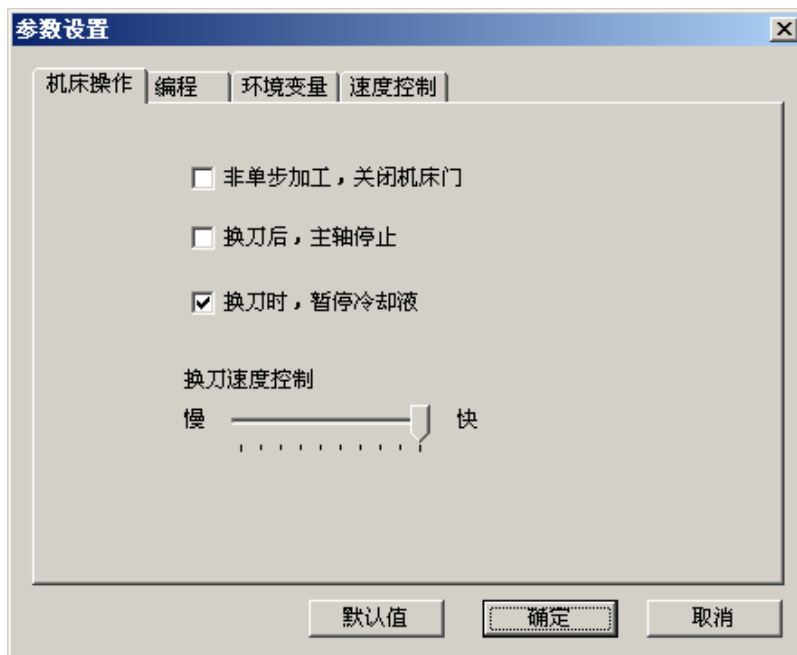


图 2.3—3

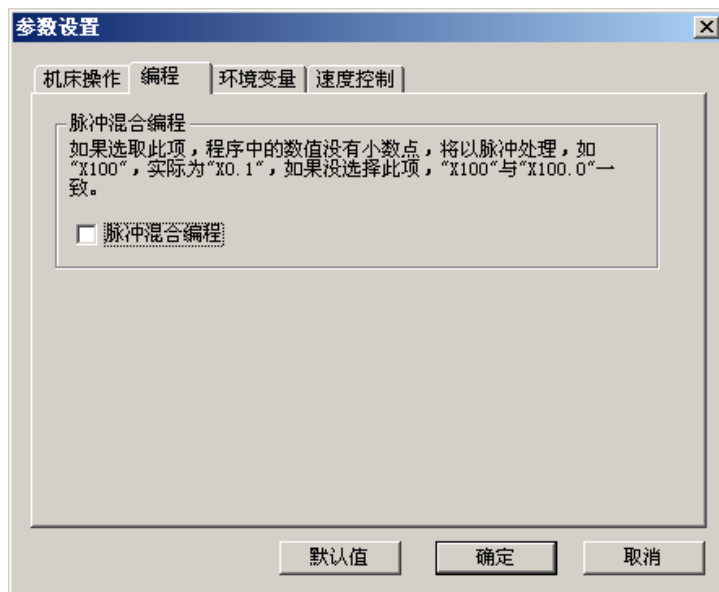


图 2.3—4

单击“选择颜色”按钮可以改变机床背景色。



图 2.3—5

调节“加工图形显示加速”和“显示精度”可以获得合适的仿真软件运行速度。

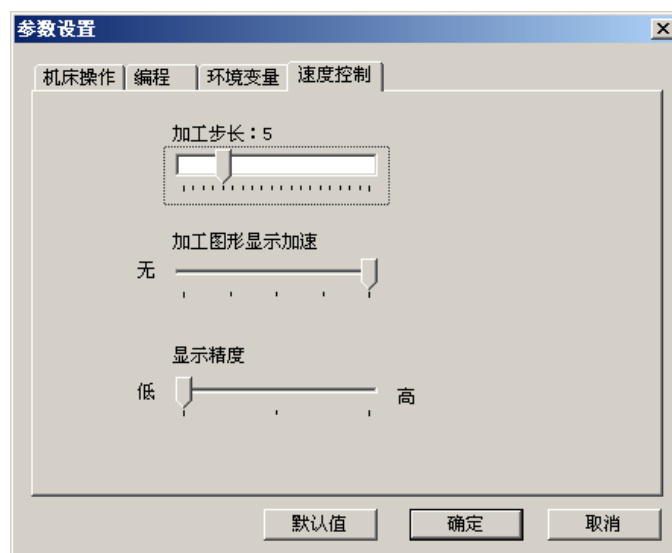


图 2.3—6

b. 显示颜色:

选择刀路和加工颜色后，单击“确定”按钮。



图 2.3—7

2.3.2 刀具管理

a. 铣床

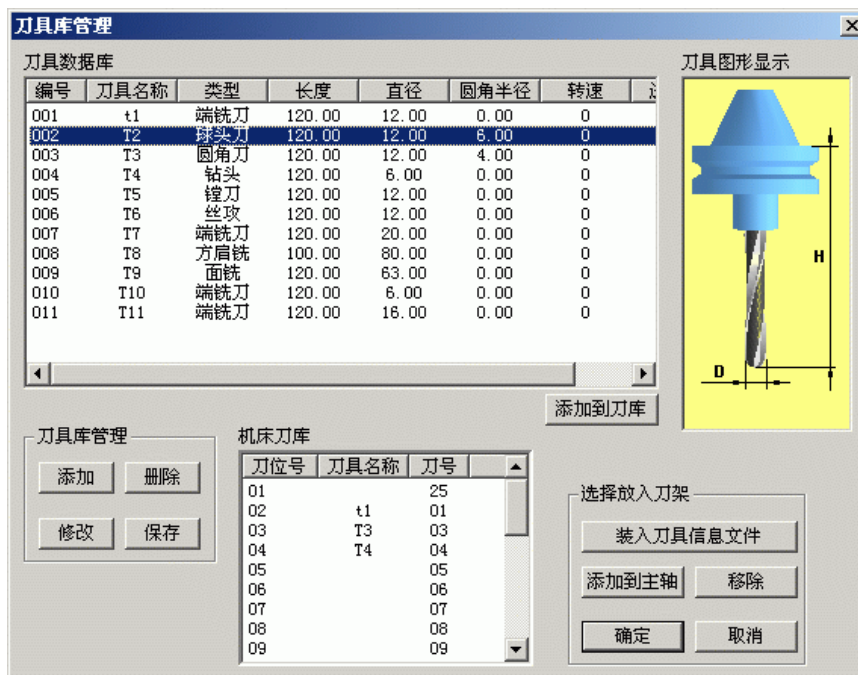


图 2.3-8

添加

- (1). 输入刀具号
- (2). 输入刀具名称
- (3). 可选择端铣刀、球头刀、圆角刀、钻头、镗刀。
- (4). 可定义直径、刀杆长度、转速、进给率
- (5). 选确定, 即可添加到刀具管理库

刀具添加到主轴

- (1) 在刀具数据库里选择所需刀具, 如 01 刀
- (2). 按住鼠标左键拉到机床刀库上.
- (3). 添加到刀架上, 按确定

b. 车床



图 2.3-9

添加

- (1). 输入刀具号
- (2). 输入刀具名称
- (3). 可选择外圆车刀、割刀、内割刀、钻头、镗刀、丝攻、螺纹刀、内螺纹刀、内圆刀。
- (4). 可定义各种刀片、刀片边长、厚度
- (5). 选确定, 即可添加到刀具管理库

内圆刀的添加:

- (1) 单击“添加”按钮, 弹出“添加刀具”对话框, 如下图:

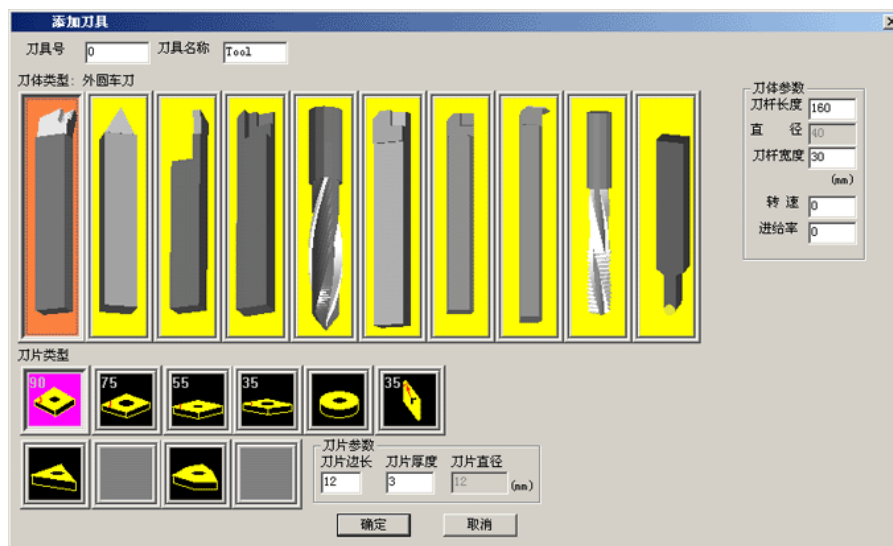


图 2.3-10

- (2) 选择“添加刀具”对话框中最右边的圆头刀, 弹出“刀具”对话框, 如下图:

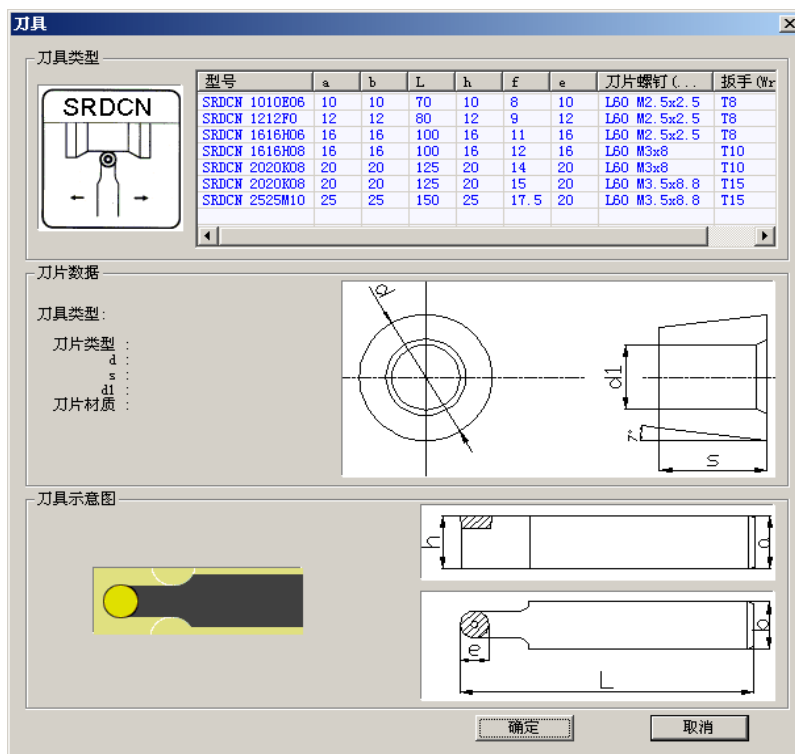


图 2.3-11

(3) 在“刀具”对话框中选择所需的刀具单击确定，返回到“添加刀具”对话框，输入刀具号和刀具名称单击确定，添加刀具完成。

刀具添加到主轴

- (1) 在刀具数据库里选择所需刀具, 如 01 刀
- (2). 按住鼠标左键拉到机床刀库上.
- (3). 添加到刀架上, 按确定

2.3.3 工件参数及附件

a. 铣床

毛坯大小、工件坐标

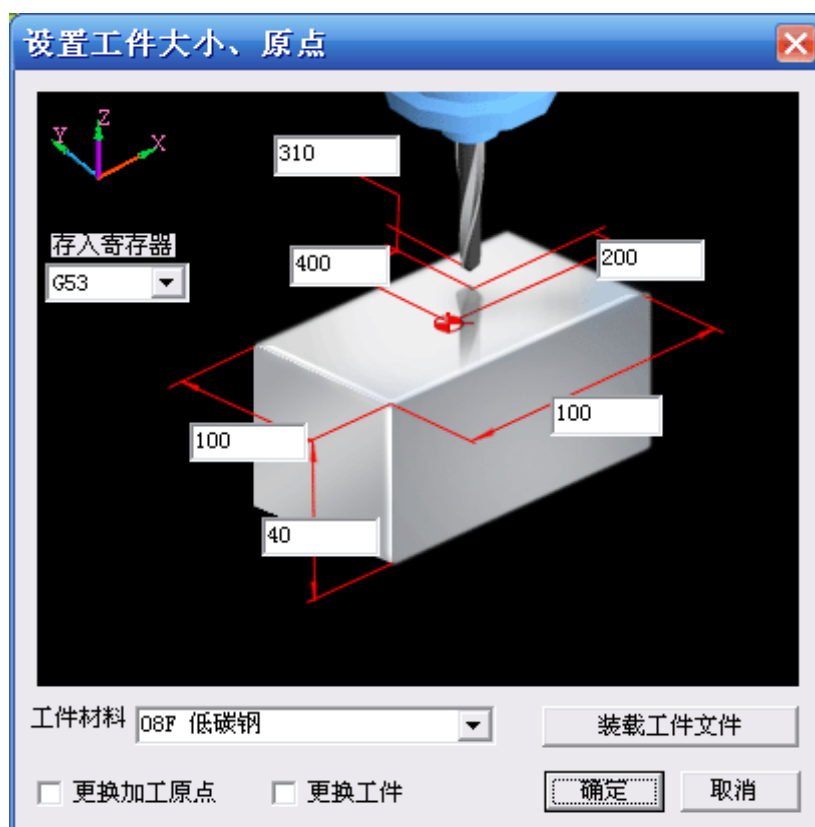


图 2.3—12

- (1) 定义毛坯长、宽、高以及材料
 - (2) 定义工件零点 X、Y、Z、坐标
 - (3) 选择更换加工原点、更换工件
- b. 车床

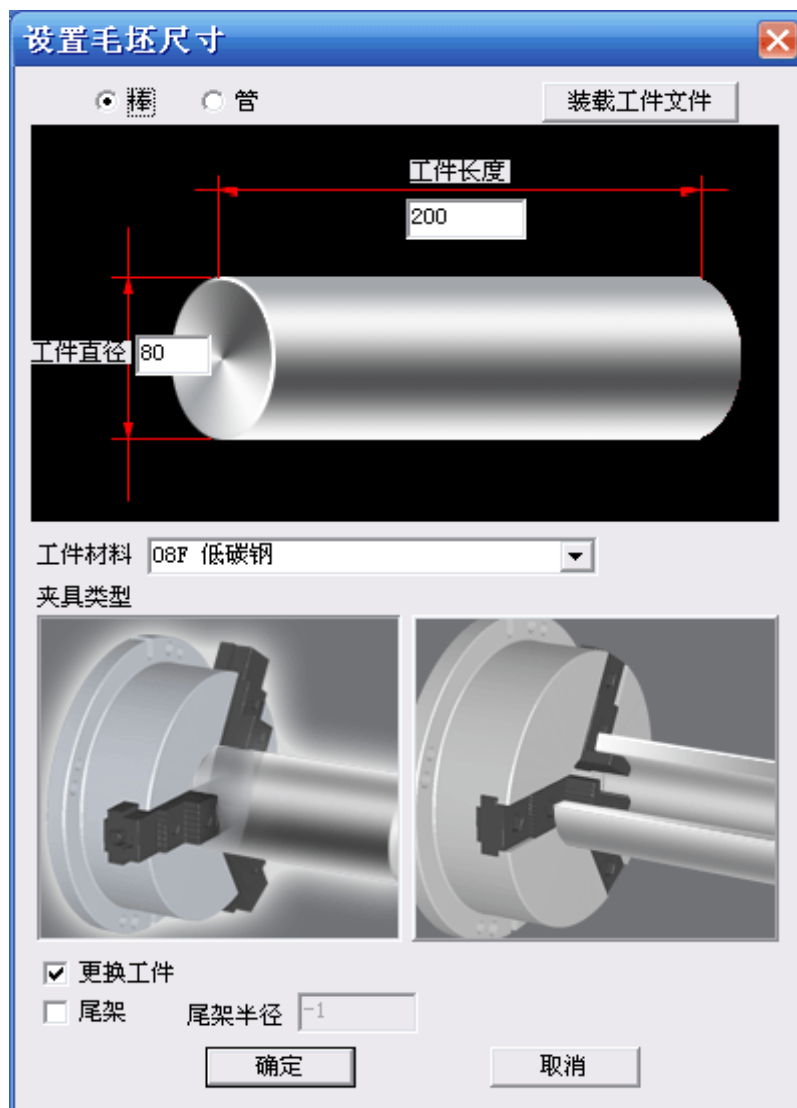


图 2.3—13

- (1) 定义毛坯类型，长度、直径以及材料
- (2) 定义夹具
- (3) 选择尾夹
- (4) 选择工件夹具

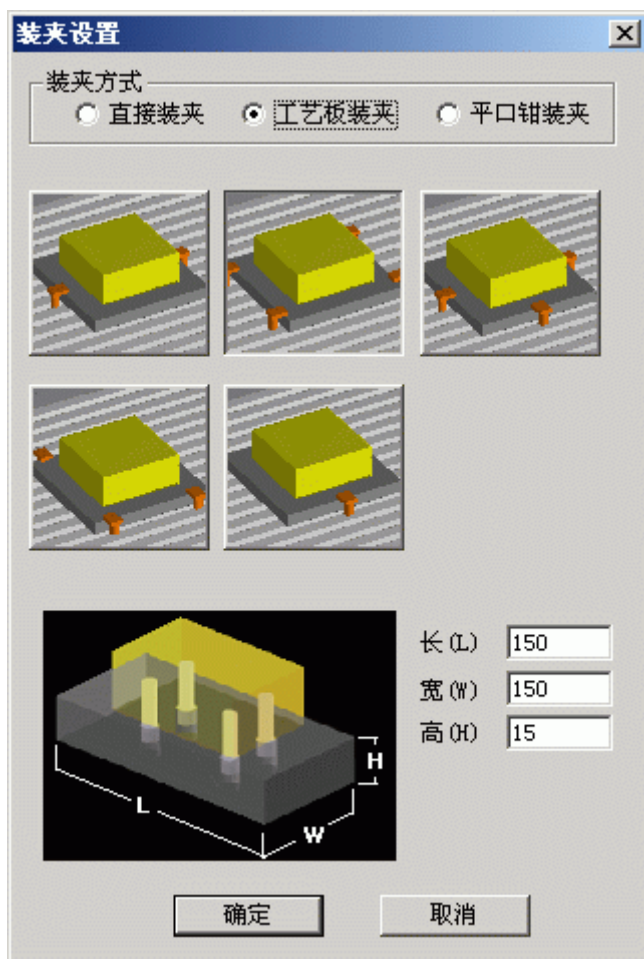


图 2.3—14

工件放置



图 2.3—15

- (1) 选择 X 方向放置位置.
- (2) 选择 Y 方向放置位置.
- (3) 选择放置角度位置.
- (4) 按“放置”和“确定”键.

寻边器测量工件零点, 在型号列表中选择所需的寻边器

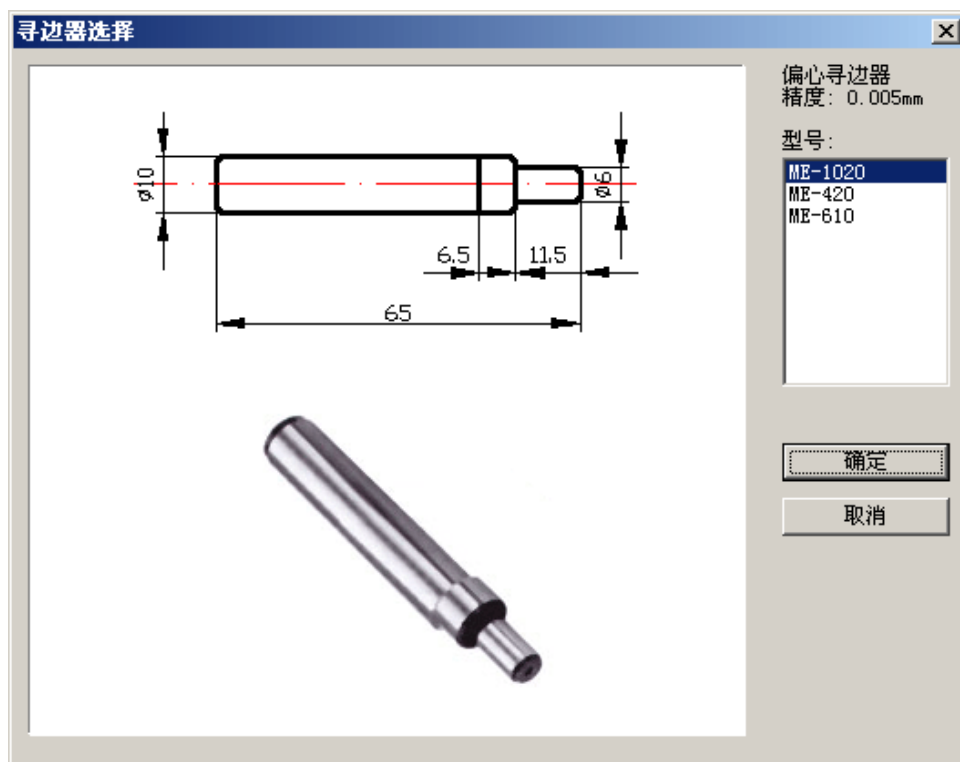


图 2.3—16

冷却液管调整

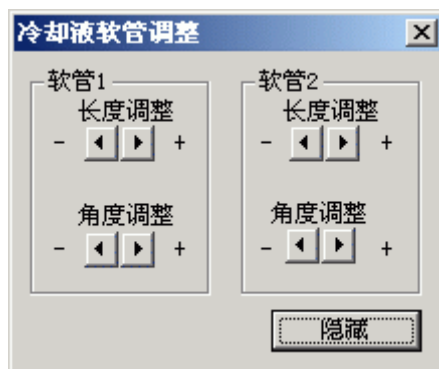


图 2.3—17

2.3.4 快速模拟加工

- (1) 用 EDIT 编程
- (2) 选择好刀具。
- (3) 选择好毛坯、工件零点。
- (4) 方式模式放置 AUTO
- (5) 无须加工, 可按此键快速模拟加工

2.3.5 工件测量



测量的三种方式

- (1) 特征点
- (2) 特征线
- (3) 粗糙度分布

工件测量可用计算机数字键盘上的向上、向下、向左和向右光标键测量尺寸，也可利用输入对话框。

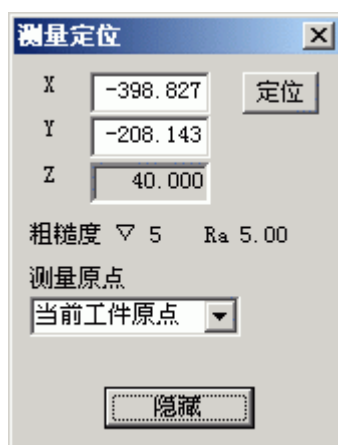
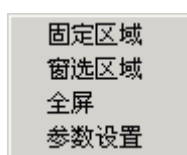


图 2.3—18

2.3.6 录制参数设置



三种录制区域选择方式，参数设置为

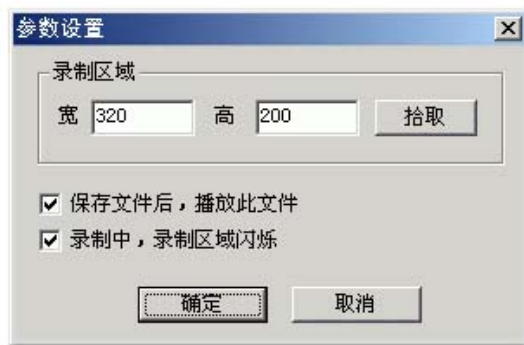


图 2.3-19

2.3.7 警告信息



输出当前信息文件



输出所有信息文件



前一天信息



后一天信息



删除当前信息文件



参数设置

单击“参数设置”按钮时，出现“信息窗口参数”窗口。



图 2.3-20 字体颜色设置

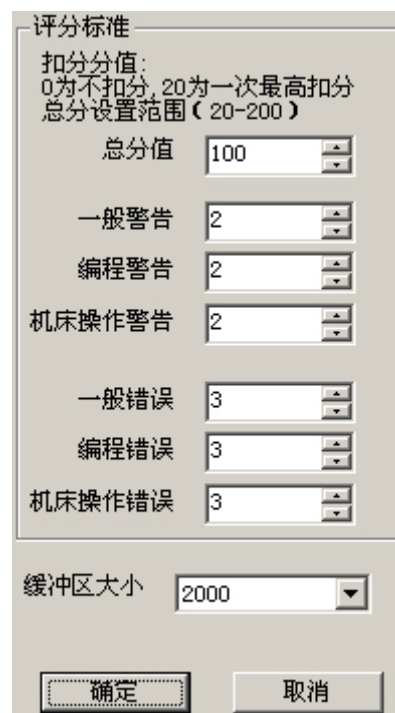


图 2.3-21 评分标准

1. 一般警告

- ◆ 回参考点!
- ◆ 卸下主轴测量芯棒(仅用于铣床)!
- ◆ 程序保护已锁定, 无法编辑!
- ◆ 程序保护已锁定, 无法删除程序!
- ◆ 程式没有登记! 请先登记!
- ◆ 输入格式为::X*** 或 Y*** 或 Z*** (FANUC 测量)!
- ◆ 刀具参数不正确!
- ◆ 刀具库中已有该刀号的刀具, 请重新输入刀号!
- ◆ 刀架上无此号的刀具!
- ◆ 自动换刀前, 请先卸下测量芯棒!
- ◆ 请把模式打在 Auto、Edit 或 DNC 上, 再打开文件!
- ◆ 工件过大, 无法放置工件!

2. 编程警告

- ◆ 搜索程序, 无 0****程序!
- ◆ 程序保护已锁定, 无法编辑新的程序号!

3. 机床操作警告

- ◆ 电源没打开或没上强电!
- ◆ 主轴启动应该在 JOG、HND、INC 或 WHEEL 等模式
- ◆ 请关上机床门!
- ◆ 启动 NCSTART, 请切换到自动、MDI、示教或 DNC 模式!

4. 一般错误

- ◆ 请先卸下主轴测量芯棒再启动 NCSTART
- ◆ X 方向超程
- ◆ Y 方向超程
- ◆ Z 方向超程

5. 编程错误

- ◆ 一般 G 代码和循环程序有问题!
- ◆ 程序目录中, 无 0***号程序!
- ◆ 刀号超界!
- ◆ 半径补偿寄存器号 D 超界
- ◆ 长度补偿寄存器号 H 超界
- ◆ 0***程式没有登记!无法删除!
- ◆ 子程序调用中, 副程序号不存在!
- ◆ 子程序调用中, 副程序不正确!
- ◆ G 代码中缺少 F 值!
- ◆ 刀具补偿没有直线段引入!
- ◆ 刀具补偿没有直线段引出!

6. 机床操作错误

- ◆ 刀具碰到工作台了!
- ◆ 测量芯棒碰到工作台了!
- ◆ 端面碰到工件了!
- ◆ 刀具碰到了夹具!
- ◆ 主轴没有开启, 碰刀!
- ◆ 测量芯棒碰刀!
- ◆ 碰刀! 请更换小型号的测量芯棒, 或将主轴提起!

在斯沃数控仿真网络服务器里, 通过操作教师可以实时发送考题给学生, 学生做完可发送给教师评分, 教师可控制学生机床操作面板和错误信息的提示。

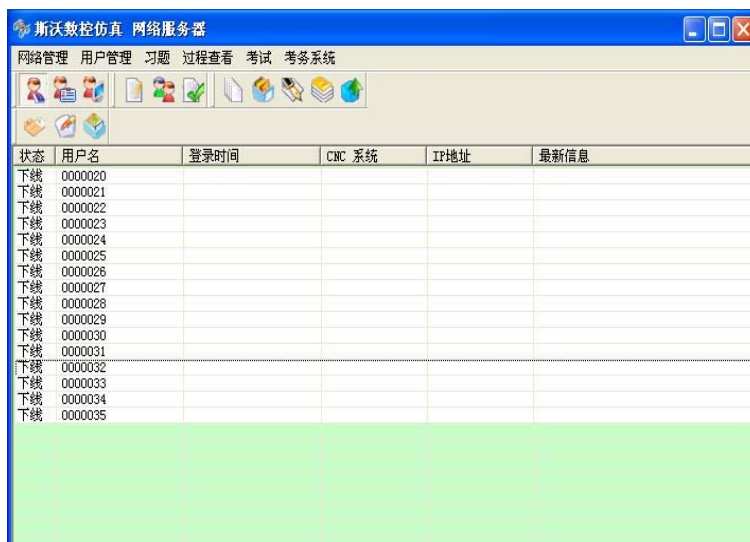


图 2.3—22 网络管理

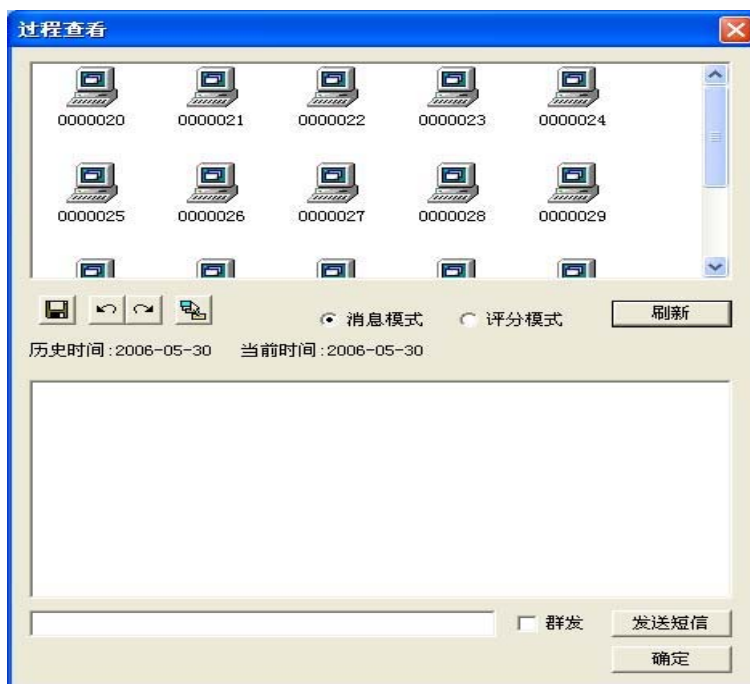


图 2.3—23 过程查看

第三章 HNC 操作

3.1 HNC 机床面板操作

机床操作面板位于窗口的右下侧，如下图所示。主要用于控制机床的运动和选择机床运行状态，由模式选择旋钮、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：

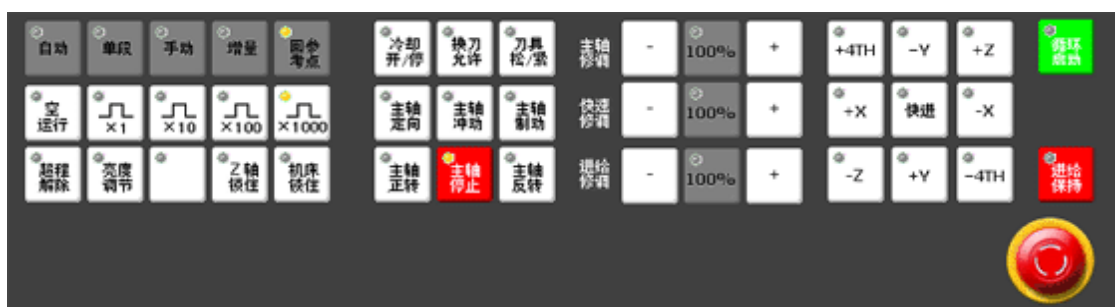


图 3.1-1 HNC-M(铣床)面板

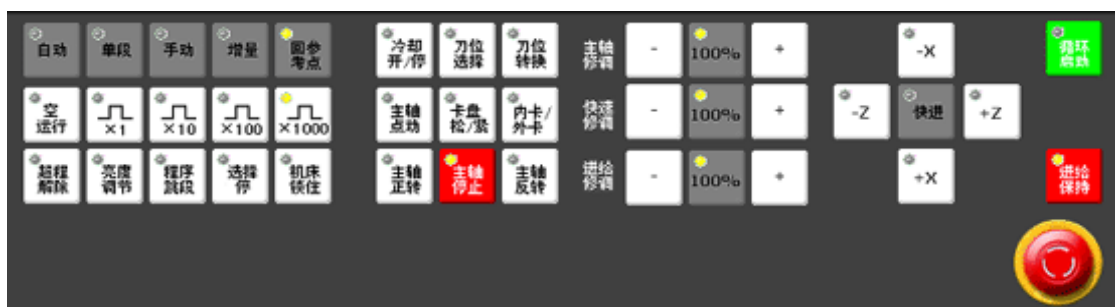


图 3.1-2 HNC-T(车床)面板

方式选择



进入自动加工模式。



按一下“循环启动”按键运行一程序段，机床运动轴减速停止，刀具、主轴电机停止运行；再按一下“循环启动”按键又执行下一程序段，执行完了后又再次停止。



手动方式，手动连续移动台面或者刀具。



增量进给。



回参考点。

主轴控制

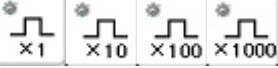
 在手动方式下，当主轴制动无效时，指示灯灭按一下“主轴定向按键”，主轴立即执行主轴定向功能。定向完成后，按键内指示灯亮，主轴准确停止在某一固定位置。

 按一下“主轴正转”按键，指示灯亮主电机以机床参数设定的转速正转。

 按一下“主轴停止”按键，指示灯亮主电机停止运转。

 按一下“主轴反转”按键，指示灯亮主电机以机床参数设定的转速反转。

增量倍率

 选择手动台面时每一步的距离。X1 为 0.001 毫米，X10. 为 0.01 毫米，X100 为 0.1 毫米，X1kK 为 1 毫米。置光标于旋钮上，点击鼠标左键选择。

数控程序运行控制开关

 程序运行开始；模式选择旋钮在“AUTO”和“MDI”位置时按下有效，其余时间按下无效。

 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。

卡盘操作

 在手动方式下，按一下“卡盘松紧”按键，松开工件（默认值为夹紧），可以进行更换工件操作，再按一下又为夹紧工件，可以进行加工工件操作，如此循环。

 卡盘夹紧方式选择。

空运行

 按下此键，各轴以固定的速度运动。

刀位选择

 选择刀位

刀位转换

 在手动方式下按一下刀位转换按键，转塔刀架转动一个刀位。

超程解除

 在伺服轴行程的两端各有一个极限开关，作用是防止伺服机构碰撞而损坏，每当伺服机构碰到行程极限开关时，就会出现超程。当某轴出现超程，（“超程解除”按键内指示灯亮时系统视其状况为紧急停止，要退出超程状态时必须：

- (1) 松开急停按钮置工作方式手动或手摇方式
- (2) 一直按压着超程解除按键控制器会暂时忽略超程的紧急情况
- (3) 在手动(手摇)方式下使该轴向相反方向退出超程状态
- (4) 松开超程解除按键

若显示屏上运行状态栏运行正常取代了出错表示恢复正常可以继续操作

亮度调节

 机床液晶屏幕亮度调节。

选择停

 “选择停”按键有效时（指示灯亮），自动方式下，遇有 M01 程序停止。

程序跳段

 自动方式按下此键, 跳过程序段开头带有“/”程序。

机床锁住

 禁止机床所有运动 在自动运行开始前，按一下“机床锁住”按键（指示灯亮），再按“循环启动”按键系统继续执行程序，显示屏上的坐标轴位置信息变化但不输出伺服轴的移动指令，所以机床停止不动，这个功能用于校验程序。

冷却启停

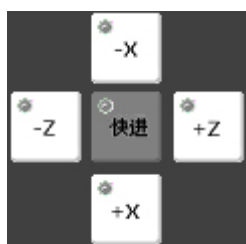


在手动方式下，按一下“冷却开/停”冷却液开，默认值为冷却液关，再按一下又为冷却液关，

如此循环。

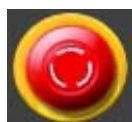


主轴正转及反转的速度可通过主轴修调调节，按压主轴修调右侧的 100% 按键，指示灯亮。主轴修调倍率被置为 100% ，按一下“+” 按键，主轴修调倍率递增 5% ，按一下“-” 按键，主轴修调倍率递减 5%，机械齿轮换档时，主轴速度不能修调。



手动移动机床主轴按钮。

急停



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(控制柜内的进给驱动电源被切断)。松开急停按钮，左旋此按钮，自动跳起，CNC 进入复位状态。

3.2 HNC 数控系统操作

在“视图”下拉菜单或者浮动菜单中选择“控制面板切换”后，数控系统操作键盘会出现在视窗的右上角，其左侧为数控系统显示屏，如下图所示。用操作键盘结合显示屏可以进行数控系统操作。

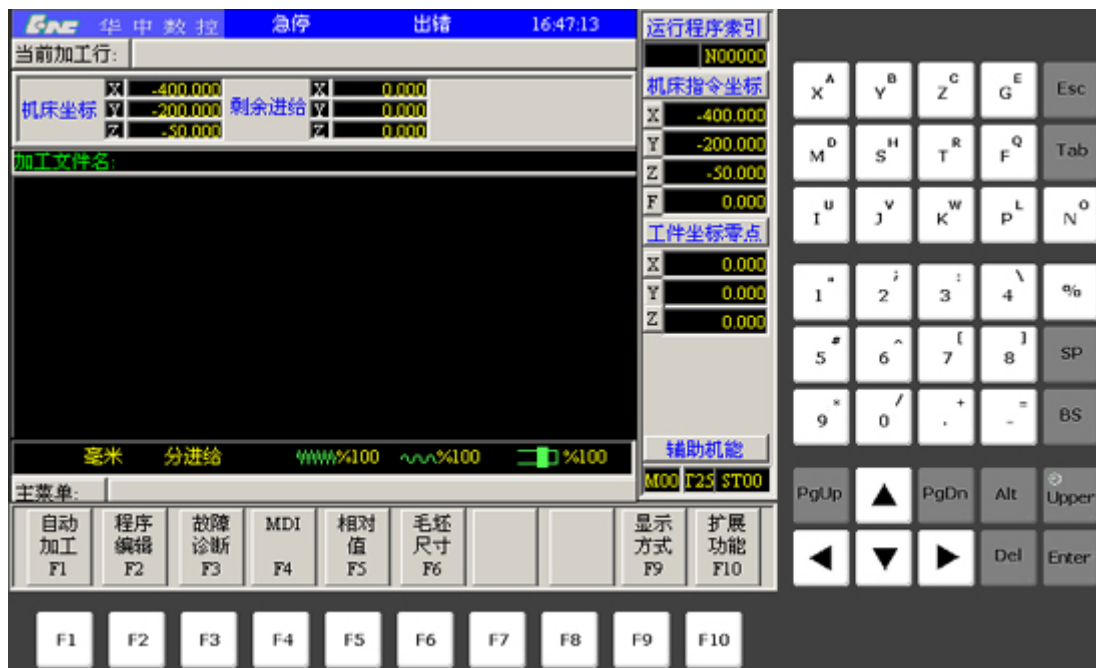


图 3.2—1 HNC-M(铣床)

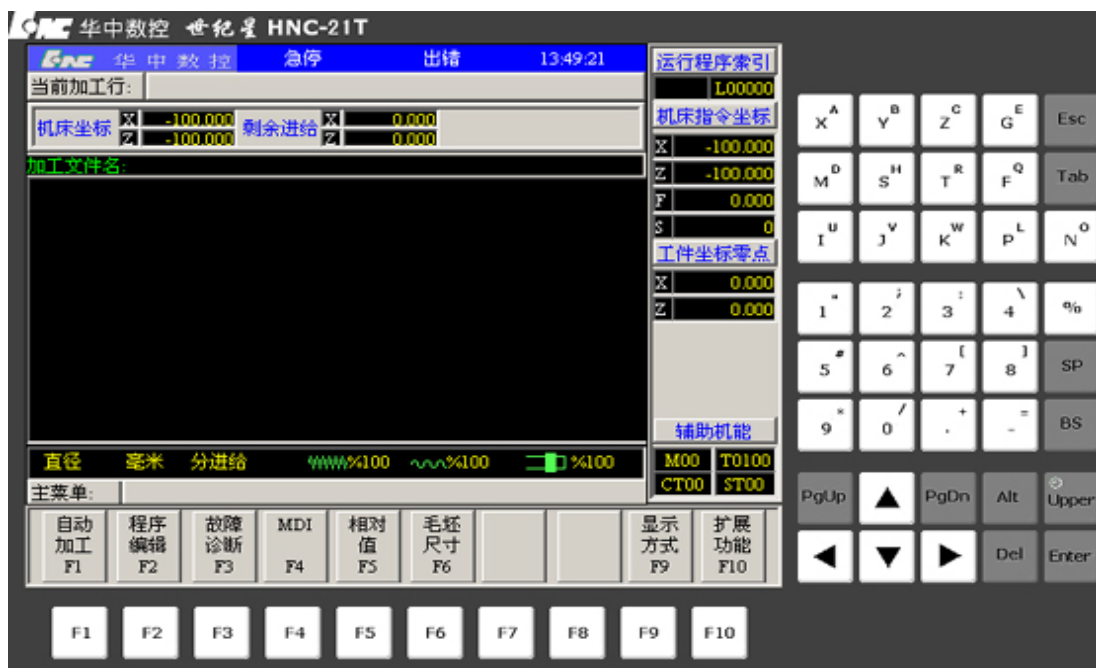


图 3.2—2 HNC-T(车床)

3.2.1 按键介绍

功能键



数字键

1 "	2 ;	3 :	4 \
5 #	6 ^	7 [	8]
9 *	0 /	. +	- =

字母键

X ^A	Y ^B	Z ^C	G ^E	
M ^D	S ^H	T ^R	F ^Q	
I ^U	J ^V	K ^W	P ^L	N ^O

数字/字母键用于输入数据到输入区域(如下图所示),系统自动判别取字母还是取数字。



图 3.2—3

编辑键

Alt 替代键。用输入的数据替代光标所在的数据。

Del 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。

Esc 取消键。取消当前操作。



跳档键。



空格键。空出一格。



退格键。删除光标前的一个字符光标向前移动一个字符位置 余下的字符左移一个字符位置



确认键。确认当前操作；结束一行程序的输入并且换行。



上档键。

翻页按钮（PAGE）



向上翻页。 使编辑程序向程序头滚动一屏，光标位置不变。如果到了程序头，则光标移到文件首行的第一个字符处。



向下翻页。 使编辑程序向程序尾滚动一屏，光标位置不变。如果到了程序尾，则光标移到文件末行的第一个字符处。

光标移动（CURSOR）



向上移动光标。



向下移动光标。



向左移动光标。



向右 d 移动光标。

3.2.2 手动操作虚拟数控铣床

1. 复位

系统上电进入软件操作界面时，系统的工作方式为“急停 ”，为控制系统运行，需左旋并



拔起操作台右上角的“急停”按钮，使系统复位，并接通伺服电源。系统默认进

入“回参考点”



方式，软件操作界面的工作方式变为“回零”。

2. 回参考点

控制机床运动的前提是建立机床坐标系，为此，系统接通电源、复位后首先应进行机床各轴回参考点操作。方法如下：

(1) 如果系统显示的当前工作方式不是回零方式，按一下控制面板上面的“回零”按键，确保系统处于“回零”方式；

(2) 根据 X 轴机床参数“回参考点方向”，按一下  (“回参考点方向”为“+”) 或  (“回参考点方向”为“-”) 按键，X 轴回到参考点  后，或  按键内的指示灯亮。

(3) 用同样的方法使用 , , , , ,  按键，可以使 Y 轴、Z 轴、4TH 轴回参考点。所有轴回参考点后，即建立了机床坐标系。

坐标轴移动

手动移动机床坐标轴的操作由手持单元和机床控制面板上的方式选择、轴手动、增量倍率、进给修调、快速修调等按键共同完成。

3. 点动进给

按一下“手动”  按键(指示灯亮)，系统处于点动运行方式，可点动移动机床坐标轴(下面以点动移动 X 轴为例说明)：

(1) 按压  或  按键(指示灯亮)，X 轴将产生正向或负向连续移动；

(2) 松开  或  按键(指示灯灭)，X 轴即减速停止。

用同样的操作方法使用 , , , , ,  按键可以使 Y 轴、Z 轴、4TH 轴产生正向或负向连续移动。

4. 点动快速移动

在点动进给时，若同时按压“快进”按键，则产生相应轴的正向或负向快速运动。

5. 点动进给速度选择

在点动进给时，进给速率为系统参数“最高快移速度”的 1/3 乘以进给修调选择的进给倍率。

点动快速移动的速率为系统参数“最高快移速度”乘以快速修调选择的快移倍率。

按压进给修调或快速修调右侧的“100%”按键，(指示灯亮)，进给或快速修调倍率被置为 100%，按一下“+”按键，修调倍率递增 5%，按一下“-”，按键修调倍率递减 5%。

6. 增量进给

当手持单元的坐标轴选择波段开关置于“Off”档时，按一下控制面板上的“增量”  按键(指示灯亮)，系统处于增量进给方式，可增量移动机床坐标轴(下面以增量进给 X 轴为例说明)：

(1) 按一下  或  按键(指示灯亮), X 轴将向正向或负向移动一个增量值;

(2) 再按一下  或  按键, X 轴将向正向或负向继续移动一个增量值。

用同样的操作方法使用 、、、、、 按键, 可以使 Y 轴、Z 轴、4TH 轴向正向或负向移动一个增量值。同时按一下多个方向的轴, 手动按键每次能增量进给多个坐标轴。

7. 增量值选择

增量进给的增量值由 、、、 四个增量倍率按键控制。增量倍率按键和增量值的对应关系如下表所示:

增量倍率按键	增量值 (mm)
×1	0.001
×10	0.01
×100	0.1
×1000	1

注意: 这几个按键互锁, 即按一下其中一个(指示灯亮)其余几个会失效(指示灯灭)。

8. 手摇进给

当手持单元的坐标轴选择波段开关置于“X”、“Y”、“Z”、“4TH”档时, 按一下控制面板上的按键(指示灯亮), 系统处于手摇进给方式, 可手摇进给机床坐标轴(下面以手摇进给 X 轴为例说明):

- (1) 手持单元的坐标轴选择波段开关置于“X”档;
- (2) 旋转手摇脉冲发生器, 可控制 X 轴正、负向运动;
- (3) 顺时针/逆时针旋转手摇脉冲发生器一格, X 轴将向正向或负向移动一个增量值。

用同样的操作方法使用手持单元可以使 Y 轴、Z 轴、4TH 轴向正向或负向移动一个增量值。手摇进给方式每次只能增量进给 1 个坐标轴。

9. 手摇倍率选择

手摇进给的增量值(手摇脉冲发生器每转一格的移动量)由手持单元的增量倍率波段开关“×1”、“×10”、“×100”控制。增量倍率波段开关的位置和增量值的对应关系如下表:

位置	增量值 (mm)
×1	0.001
×10	0.01
×100	0.1

手动数据输入(MDI)运行(F4~F6)

在主操作界面下按 F4 键进入 MDI 功能子菜单。

在 MDI 功能子菜单下按 F6 进入 MDI 运行方式, 命令行的底色变成了白色并且有光标在闪烁。这时可以从 NC 键盘输入并执行一个 G 代码指令段即“MDI 运行”。



图 3.2-4

10. 输入 MDI 指令段

MDI 输入的最小单位是一个有效指令字。因此，输入一个 MDI 运行指令段可以有以下两种方法：

- (1) 一次输入，即一次输入多个指令字的信息；
- (2) 多次输入，即每次输入一个指令字信息。

例如要输入“G00 X100 Y1000” MDI 运行指令段，可以

- (1) 直接输入“G00 X100 Y1000”并按 Enter 键
- (2) 先输入“G00”并按 Enter 键，再输入“X100”并按 Enter 键，然后输入“Y1000”并按 Enter 键，显示窗口内将依次显示大字符“X100”，“Y1000”。

在输入命令时，可以在命令行看见输入的内容，在按 Enter 键之前，发现输入错误，可用



键进行编辑，按 Enter 键后，系统发现输入错误，会提示相应的错误信息。

11. 运行 MDI 指令段

在输入完一个 MDI 指令段后，按一下操作面板上的  键，系统即开始运行所输入的 MDI 指令。

如果输入的 MDI 指令信息不完整或存在语法错误，系统会提示相应的错误信息此时不能运行 MDI 指令。

12. 修改某一字段的值

在运行 MDI 指令段之前，如果要修改输入的某一指令字，可直接在命令行上输入相应的指令字符及数值。

例如在输入“X100”并按 Enter 键后希望 X 值变为 109，可在命令行上输入“X109”并按 Enter 键。



图 3.2—5

13. 清除当前输入的所有尺寸字数据

在输入 MDI 数据后，按 F7 键可清除当前输入的所有尺寸字数据（其他指令字依然有效），显示窗口内 X、Y、Z、I、J、K、R 等字符后面的数据全部消失，此时可重新输入新的数据。

14. 停止当前正在运行的 MDI 指令

在系统正在运行 MDI 指令时，按 F7 键可停止 MDI 运行。

自动加工程序选择

15. 选择磁盘程序

(1) 选择“自动加工”菜单中的“程序选择”；



图 3.2—6

(2) 按 F1 如下图:



图 3.2—7

(3) 按   光标选择其中的程序，按“ENTER”键，选中的程序被打开。如下图:



图 3.2—8

16. 选择编辑程序

编辑完程序，保存好后若要进行加工，步骤如下：

- (1) 选择“自动加工”菜单中的“程序选择”



图 3.2—9

- (2) 按 F2，所编辑的程序被调出，按  键，程序可运行。

17. 块操作

- (1) 打开已编辑好的程序，将光标移动到所要定义的块之前，如下图：



图 3.2—10

(2) 按 F7，用 、 键选择“定义块头”如下图：



图 3.2—11

(3) 移动 、、、 光标键，选择所要定义块的部分如下图：



图 3.2-12

(4) 按 F7，选择“定义块尾”，如下图：



图 3.2-13

(5) 按 F7，选择“复制”或“剪切”后，移动  光标键，将光标移动到所要粘贴的位置，如下图：



图 3.2—14

(6) 按 F7，选择“粘贴”，定义块的部分就被粘贴在光标处，如下图：



图 3.2—15

18. 选择当前正在加工的程序进行编辑
选择当前正在加工的程序操作步骤如下



图 3.2—16

(1) 在调出加工程序后，按 F2，按选择编辑程序菜单中按 F2 选中正在加工的程序选项如下图：



图 3.2—17

(2) 按光标键既可进行编辑了。

19. 选择一个新文件

新建一个文件进行编辑的操作步骤如下：

(1) 在“文件管理”菜单中用 、 选中“新建文件”选项



图 3.2—18

(2) 在输入新文件名栏输入新文件的文件名如 NEW



图 3.2—19

(3) 按 Enter 键系统将自动产生一个 0 字节的空文件

注意：新文件不能和当前目录中已经存在的文件同名。

20. 保存程序

编辑好程序后，按 F4 保存文件。如下图：



图 3.2—20

21. 更改程序名

(1) 按“程序编辑”菜单中“文件管理”， 如下图：



图 3.2—21

(2) 按 F1，用上下光标键选择所要更改文件名的程序，如下图选择 00956



图 3.2-22

(3) 按“ENTER”键，用     键进行编辑修改。如下图：



图 3.2-23

(4) 修改好后，按“ENTER”键，如下图：



图 3.2-24

(5) 如确实要更改选中的程序名按“Y”，否则按“N”。

程序编辑

22. 编辑当前程序(F2)

当编辑器获得一个零件程序后，就可以编辑当前程序了，编辑过程中用到的主要快捷键如下：

- Del** 删除光标后的一个字符，光标位置不变，余下的字符左移一个字符位置。
- PgUp** 使编辑程序向程序头滚动一屏，光标位置不变，如果到了程序头则光标移到文件首行的第一个字符处。
- PgDn** 使编辑程序向程序尾滚动一屏，光标位置不变，如果到了程序尾则光标移到文件末行的第一个字符处。
- BS** 删除光标前的一个字符，光标向前移动一个字符位置，余下的字符左移一个字符位置。

23. 删除一行(F2 F8)

在编辑状态下按“F8”键将删除光标所在的程序行。

24. 查找(F2 F6)

在编辑状态下查找字符串的操作步骤如下：

- (1) 在编辑功能子菜单下按 F6 键
- (2) 在查找栏输入要查找的字符串

(3) 按  键从光标处开始向程序结尾搜索

(4) 如果当前编辑程序不存在要查找的字符串将弹出如下图所示的对话框

(5) 如果当前编辑程序存在要查找的字符串，光标将停在找到的字符串后，且被查找到的字符串颜色和背景都将改变

(6) 若要继续查找按 F8 键即可。

注意：查找总是从光标处向程序尾进行到文件尾后再从文件头继续往下查找。

25. 替换 (F2 F6)

在编辑状态下替换字符串的操作步骤如下：

(1) 在编辑功能子菜单下 按 F6 键

(2) 在被替换的字符串栏输入被替换的字符串

(3) 按  键

(4) 在用来替换的字符串栏输入用来替换的字符串

(5) 按  键从光标处开始向程序尾搜索

(6) 按 Y 键则替换所有字符串，按 N 键则光标停在找到的被替换字符串后。

(7) 按 Y 键则替换当前光标处的字符串，按 N 键则取消操作。

(8) 若要继续替换按 F8 键即可。

注意：替换也是从光标处向程序结尾进行到文件尾后再从文件头继续往下替换。

26. 删除程序

(1) 按“程序编辑”菜单中“文件管理”， 如下图：



图 3.2-25

(2) 按 F4，用上下光标选择要删除的程序如 NEW. cnc



图 3.2-26

(3) 按“ENTER”键，如下图：



图 3.2-27

(4) 如确实要删除选中的程序按“Y”，否则按“N”。

启动、暂停、中止、再启动

27. 启动自动运行

系统调入零件加工程序经校验无误后可正式启动运行



(1) 按一下机床控制面板上的  按钮（指示灯亮），进入程序运行方式；



(2) 按一下机床控制面板上的  按钮（指示灯亮），机床开始自动运行调入的零件加工程序。

28. 暂停运行

在程序运行的过程中需要暂停运行可按下述步骤操作：

- (1) 在程序运行子菜单下按 F7 键
- (2) 按 N 键则暂停程序运行并保留当前运行程序的模态信息。

29. 中止运行

在程序运行的过程中需要中止运行可按下述步骤操作

- (1) 在程序运行子菜单下按 F7 键
- (2) 按 Y 键则中止程序运行并卸载当前运行程序的模态信息。

30. 暂停后的再启动

在自动运行暂停状态下，按一下机床控制面板上的“循环启动”按钮，系统将从暂停前的状态重新启动继续运行。

31. 重新运行

在当前加工程序中止自动运行后希望从程序头重新开始运行时，可按下述步骤操作：

- (1) 在程序运行子菜单下按 F4 键；
- (2) 按 Y 键则光标将返回到程序头，按 N 键则取消重新运行；
- (3) 按机床控制面板上的“循环启动”按钮，从程序首行开始，重新运行当前加工程序。

32. 空运行



在自动方式下按一下机床控制面板上的  按钮（指示灯亮），CNC 处于空运行状态，程序中编制的进给速率被忽略，坐标轴以最大快移速度移动。空运行不做实际切削，目的在于确认切削路径及程序，在实际切削时，应关闭此功能否则可能会造成危险，此功能对螺纹切削无效。

33. 单段运行



按一下机床控制面板上的  按钮（指示灯亮），系统处于单段自动运行方式，程序控制将逐段执行



(1) 按一下  按钮运行一程序段，机床运动轴减速停止，刀具、主轴电机停止运行；



(2) 再按一下  按钮又执行下一程序段，执行完了后又再次停止。

运行时干预

34. 进给速度修调

在自动方式或 MDI 运行方式下, 当 F 代码编程的进给速度偏高或偏低时, 可用进给修调右侧的“100%”和“+”“-”按钮, 修调程序中编制的进给速度。

按压“100%”按钮(指示灯亮), 进给修调倍率被置为 100%, 按一下“+”按钮进给修调倍率递增 5%, 按一下“-”按钮, 进给修调倍率递减 5%。

35. 快移速度修调

在自动方式或 MDI 运行方式下, 可用快速修调右侧的“100%”和“+”、“-”按钮, 修调 G00 快速移动时系统参数最高快移速度设置的速度。

按压“100%”按钮(指示灯亮), 快速修调倍率被置为 100%, 按一下“+”按钮快速修调倍率递增 5%, 按一下“-”按钮, 快速修调倍率递减 5%。

36. 主轴修调

在自动方式或 MDI 运行方式下, 当 S 代码编程的主轴速度偏高或偏低时, 可用主轴修调右侧的“100%”和“+”、“-”按钮修调程序中编制的主轴速度。

按压“100%”按钮(指示灯亮), 主轴修调倍率被置为 100%, 按一下“+”按钮, 主轴修调倍率递增 5%, 按一下“-”按钮, 主轴修调倍率递减 5%。机械齿轮换挡时主轴速度不能修调。

注意: 以上操作车床和铣床相同。

数据设置(铣床操作中)

37. 坐标系

MDI 输入坐标系数据的操作步骤如下:

在 MDI 功能子菜单下按 F3 键进入坐标系手动数据输入方式, 图形显示窗口首先显示 G54 坐标系数据, 如下图所示:



图 3.2-28

(2) 按 Pgdn 或 Pgup 键, 选择要输入的数据类型: G55、G56、G57、G58、G59 坐标系当前工件坐标系的偏置值(坐标系零点相对于机床零点的值), 或当前相对值零点;

(3) 在命令行输入所需数据, 如输入“X200 Y300”, 并按 Enter 键, 将设置 G54 坐标系的 X 及 Y 偏置分别为 200、300; 如下图所示:



图 3.2-29

(4) 若输入正确，图形显示窗口相应位置将显示修改过的值，否则原值不变。

注意：编辑的过程中在按 Enter 键之前，按 Esc 键可退出编辑，但输入的数据将丢失，系统将保持原值不变。下同。

38. 刀库表

MDI 输入刀库数据的操作步骤如下：

(1) 在 MDI 功能子菜单下按“F1”键，进行刀库设置，图形显示窗口将出现刀库数据，如：



图 3.2-30

(2) 用  移动蓝色亮条选择要编辑的选项；

- (3) 按 Enter 键蓝色亮条所指刀库数据的颜色和背景都发生变化，同时有一光标在闪烁；



图 3.2—31

- (4) 用   BS Del 键进行编辑修改；

- (5) 修改完毕，按 Enter 键确认；

- (6) 若输入正确，图形显示窗口相应位置将显示修改过的值，否则原值不变。

39. 刀具表

MDI 输入刀具数据的操作步骤如下：

- (1) 在 MDI 功能子菜单下按 F2 键进行刀具设置，图形显示窗口将出现刀具数据如下图所示：



图 3.2-32

- (2) 用  移动蓝色亮条选择要编辑的选项；
- (3) 按 Enter 键蓝色亮条所指刀具数据的颜色和背景都发生变化，同时有一光标在闪烁；



图 3.2-33

- (4) 用  键进行编辑修改；
- (5) 修改完毕按 Enter 键确认；

(6) 若输入正确，图形显示窗口相应位置将显示修改过的值，否则原值不变。

数据设置（车床操作中）

40. 坐标系

MDI 输入坐标系数据的操作步骤如下：

(1) 在 MDI 功能子菜单下按 F4 键进入坐标系手动数据输入方式，图形显示窗口首先显示 G54 坐标系数据，如下图所示：



图 3.2—34

(2) 按 Pgdn 或 Pgup 键，选择要输入的数据类型：G55、G56、G57、G58、G59 坐标系当前工件坐标系的偏置值(坐标系零点相对于机床零点的值)，或当前相对值零点；

(3) 在命令行输入所需数据，如输入“X200 Y300”，并按 Enter 键，将设置 G54 坐标系的 X 及 Z 偏置分别为 200、300；如下图所示：



图 3.2—35

(4) 若输入正确，图形显示窗口相应位置将显示修改过的值，否则原值不变。

注意：编辑的过程中在按 Enter 键之前，按 Esc 键可退出编辑，但输入的数据将丢失，系统将保持原值不变。下同。

41. 刀库表

MDI 输入刀库数据的操作步骤如下：

(1) 在 MDI 功能子菜单下按“F1”键，进行刀库设置，图形显示窗口将出现刀库数据，如下图所示：



图 3.2—36

- (2) 用 、、、、PgUp、PgDn 移动蓝色亮条选择要编辑的选项；
- (3) 按 Enter 键蓝色亮条所指刀具数据的颜色和背景都发生变化，同时有一光标在闪烁；



图 3.2—37

- (4) 用 、、BS、Del 键进行编辑修改；
- (5) 修改完毕，按 Enter 键确认；
- (6) 若输入正确，图形显示窗口相应位置将显示修改过的值，否则原值不变。

42. 刀偏表

MDI 输入刀偏数据的操作步骤如下：

- (1) 在 MDI 功能子菜单下按 F2 键进行刀偏设置，图形显示窗口将出现刀具数据如下图所示：

华中数控 回零 运行正常 15:27:35								运行程序索引
当前加工行:								NEW.d L00000
刀偏表:								机床指令坐标
刀偏号	X偏置	Z偏置	X磨损	Z磨损	试切直径	试切长度		X -100.000
#0000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		Z -100.000
#0001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		F 0.000
#0002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		S 0
#0003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		工件坐标零点
#0004	-220.000	140.000	0.000	0.000	0.000	0.000		X 0.000
#0005	-232.000	140.000	0.000	0.000	0.000	0.000		Z 0.000
#0006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
#0007	-242.000	140.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
#0008	-238.464	139.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
#0009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
#0010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
#0011	-232.000	140.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
#0012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
直径 毫米 分进给 %100 %100 %100								辅助机能
刀偏表编辑								M00 T0100
								CT00 ST00
X轴置零 F1	Z轴置零 F2	XZ置零 F3		标刀选择 F5				返回 F10

图 3.2-38

- (2) 用 、、、、PgUp、PgDn 移动蓝色亮条选择要编辑的选项；
- (3) 按 Enter 键蓝色亮条所指刀具数据的颜色和背景都发生变化，同时有一光标在闪烁；

华中数控 回零 运行正常 15:48:55								运行程序索引
当前加工行:								NEW.d L00000
刀偏表:								机床指令坐标
刀偏号	X偏置	Z偏置	X磨损	Z磨损	试切直径	试切长度		X -100.000
#0000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		Z -100.000
#0001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		F 0.000
#0002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		S 0
#0003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		工件坐标零点
#0004	-220.000	140.000	0.000	0.000	0.000	0.000		X 0.000
#0005	-232.000	140.000	0.000	0.000	0.000	0.000		Z 0.000
#0006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
#0007	-242.000	140.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
#0008	-238.464	139.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
#0009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
#0010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
#0011	-232.000	140.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
#0012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
直径 毫米 分进给 %100 %100 %100								辅助机能
刀偏表编辑								M00 T0100
								CT00 ST00
X轴置零 F1	Z轴置零 F2	XZ置零 F3		标刀选择 F5				返回 F10

图 3.2-39

- (4) 用 、、BS、Del 键进行编辑修改；
- (5) 修改完毕，按 Enter 键确认；
- (6) 若输入正确，图形显示窗口相应位置将显示修改过的值，否则原值不变。

43. 刀补表

(1) 在 MDI 功能子菜单下按 F3 键进行刀补设置，图形显示窗口将出现刀具数据如下图所示：



图 3.2-40

(2) 用 、、、、、 移动蓝色亮条选择要编辑的选项；

(3) 按 Enter 键蓝色亮条所指刀具数据的颜色和背景都发生变化，同时有一光标在闪烁；



图 3.2-41

- 
- (4) 用     键进行编辑修改；
- (5) 修改完毕，按 Enter 键确认；
- (6) 若输入正确，图形显示窗口相应位置将显示修改过的值，否则原值不变。

第四章 HNC-M 铣床编程

4.1 坐标系

程序原点

在程序开发开始之前必须决定坐标系和程序的原点。

通常把程序原点确定为便于程序开发和加工的点。

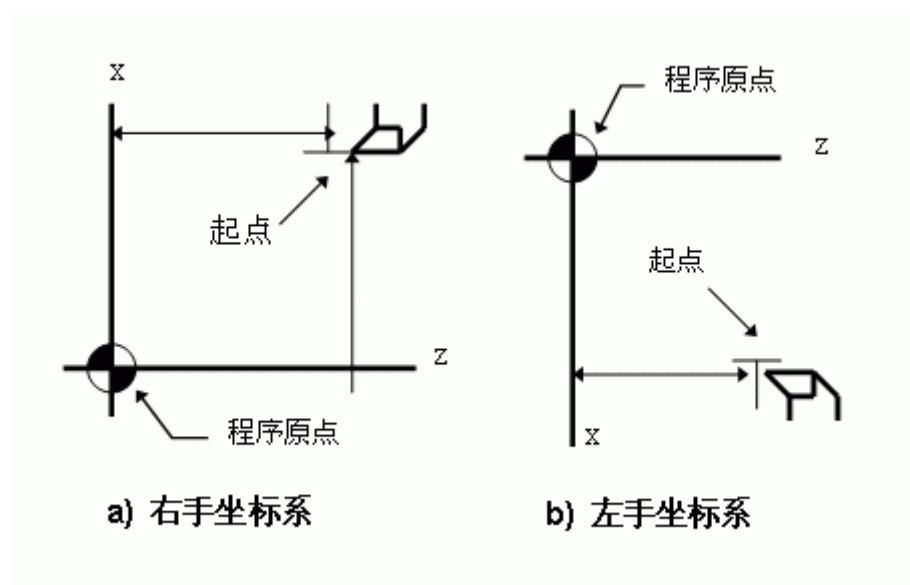


图 4.1-1

在多数情况下，把 Z 轴与 X 轴的交点设置为程序原点

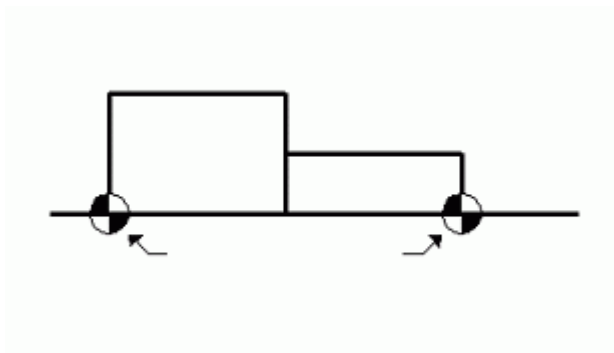


图 4.1-2

坐标原点

1. 机床坐标系统

这个坐标系用一个固定的机床的点作为其原点。在执行返回原点操作时，机床移动到此机床原点。

2. 绝对坐标系

用户能够可建立此坐标系。它的原点可以设置在任意位置，而它的原点以机床坐标值显示。

3. 相对坐标系

这个坐标系把当前的机床位置当作原点，在此需要以相对值指定机床位置时使用。

4. 剩余移动距离

此功能不属于坐标系。它仅仅显示移动命令发出后目的位置与当前机床位置之间的距离。仅当各个轴的剩余距离都为 零 时，这个移动命令才完成。

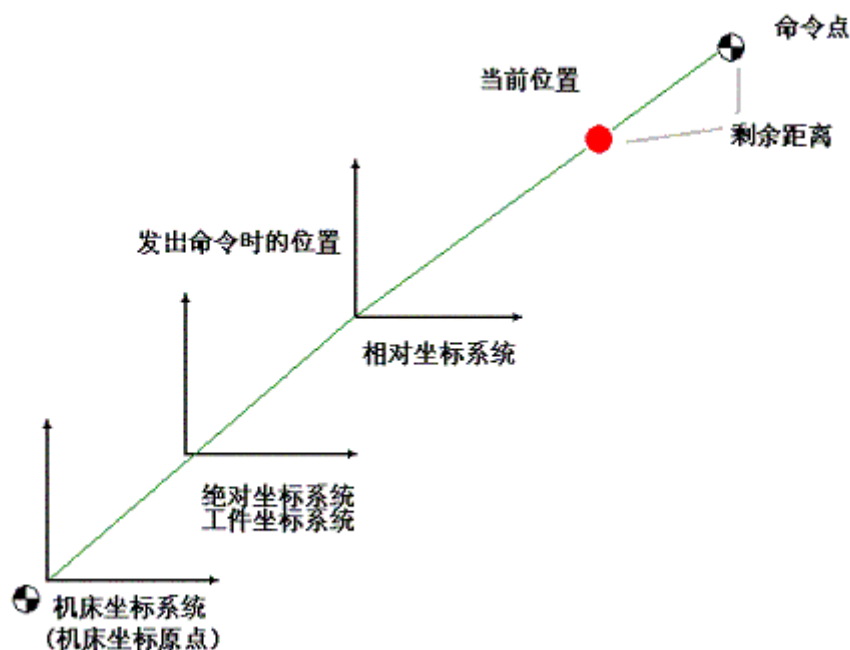


图 4.1-3

设置坐标系

开发程序首先要决定坐标系。程序原点与刀具起点之间的关系构成坐标系；这个关系应当随着程序的执行输入给 NC 机床，这个过程能够用 G50 命令来实现。

在切削进程开始时，刀具应当在指定的位置；由于上面所述设置原点的过程已经完成，工件坐标系和刀具起始位置就定了；刀具更换也在这个被叫为起点的位置操作。

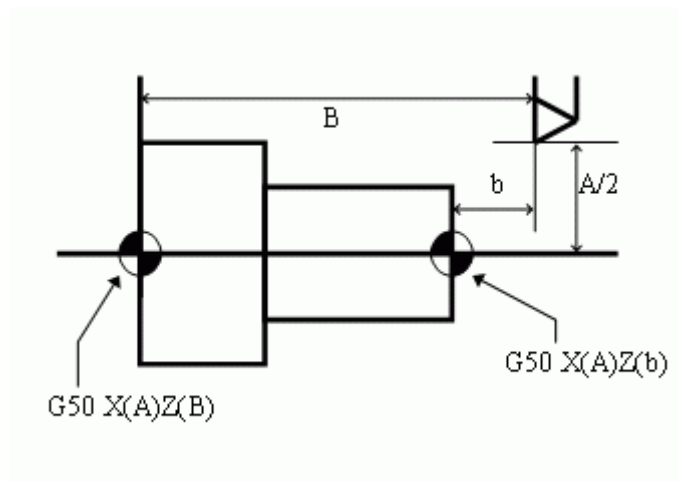


图 4.1-4

绝对/增量 坐标系编程

NC 车床有两个控制轴；对这种 2 轴系统有两种编程方法：绝对坐标命令方法和增量坐标命令方法。此外，这些方法能够被结合在一个指令里。对于 X 轴和 Z 轴寻址所要求的增量指令是 U 和 W。

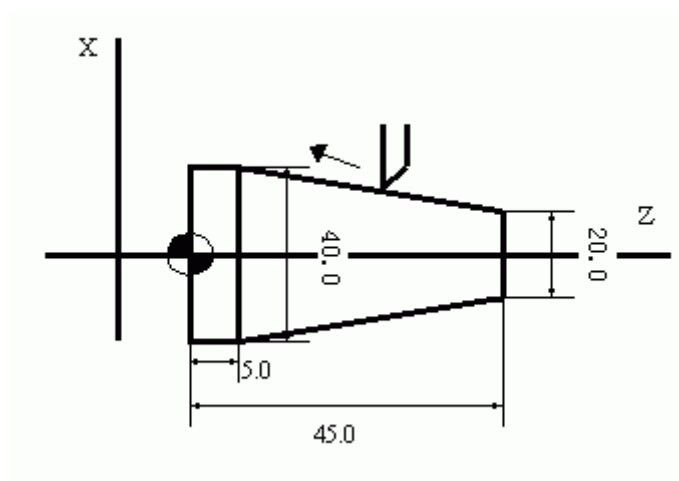


图 4.1-5

- ① 绝对坐标程序---X40. Z5. ;
- ② 增量坐标程序---U20. W-40. ;
- ③ 混合坐标程序---X40. W-40. ;

4.2 G 代码命令

4.2.1 G 代码组及其含义

“模态代码” 和 “一般” 代码

“形式代码” 的功能在它被执行后会继续维持，而 “一般代码” 仅仅在收到该命令时起作用。定义移动的代码通常是“模态代码”，像直线、圆弧和循环代码。反之，像原点返

回代码就叫“一般代码”。

每一个代码都归属其各自的代码组。在“模态代码”里，当前的代码会被加载的同组代码替换。

G 代码	组别	解释
*G00	01	定位（快速移动）
G01		直线切削
G02		顺时针切圆弧
G03		逆时针切圆弧
G04	00	暂停
G07	16	虚轴指定
G09	00	准停校验
*G17	02	XY 面赋值
G18		XZ 面赋值
G19		YZ 面赋值
G20	08	英寸输入
*G21		毫米输入
G22		脉冲当量
G24	03	镜像开
*G25		镜像关
G28	00	返回到参考点
G29		由参考点返回
*G40	07	取消刀具直径偏移
G41		刀具直径左偏移
G42		刀具直径右偏移
G43	08	刀具长度 + 方向偏移
G44		刀具长度 - 方向偏移
*G49		取消刀具长度偏移
*G50	04	缩放关
G51		缩放开
G52	00	局部坐标系设定
G53		直接机床坐标系编程

*G54	14	工件坐标系 1 选择
G55		工件坐标系 2 选择
G56		工件坐标系 3 选择
G57		工件坐标系 4 选择
G58		工件坐标系 5 选择
G59		工件坐标系 6 选择
G60	00	单方向定位
*G61	12	精确停止校验方式
G64		连续方式
G68	05	旋转变换
*G69		旋转取消
G73	09	高速深孔钻削循环
G74		左螺旋切削循环
G76		精镗孔循环
*G80		取消固定循环
G81		中心钻循环
G82		反镗孔循环
G83		深孔钻削循环
G84		右螺旋切削循环
G85		镗孔循环
G86		镗孔循环
G87		反向镗孔循环
G88		镗孔循环
G89		镗孔循环
*G90	03	使用绝对值命令
G91		使用增量值命令
G92	00	设置工件坐标系
*G94	14	每分钟进给
G95		每转进给
*G98	10	固定循环返回起始点
G99		返回固定循环 R 点

4.2.2 G 代码解释

G00 定位

1. 格式

G00 X_Y_Z_

2. 说明:

X、Y、Z 定位终点坐标。在 G90 时为终点在工件坐标系中的坐标，在 G91 时为终点相对于起点的位移量，不运动的轴可以不写。

G00 指定刀具相对于工件以各轴预先设定的速度，从当前位置快速移动到程序段指令的定位目标点。

G00 指令中的快速移动由机床参数“快速进给速度”对各轴分别设定，不能用 F_ 规定。G00 一般用于加工前快速定位或加工后快速退刀。

快移速度可由面板上的快速修调旋钮修正。

注意：在执行 G00 指令时，由于各轴以各自速度移动，不能保证各轴同时到达终点，因而联动直线轴的合成轨迹不一定是直线，操作者必须格外小心，以免刀具与工件发生碰撞，常见的做法是，将 Z 轴移动到安全高度，再执行 G00 指令。

G01 直线插补

1. 格式

G01 X_ Y_Z_ F_ ;

2. 说明:

X.Y.Z: 线性进给终点，在 G90 时为终点在工件坐标系中的坐标：在 G91 时为终点相对于起点的位移量。

F: 合成进给速度

G01 指令刀具以联动的方式，按 F 规定的合成进给速度，从当前位置按线性路线移动到程序段指令的终点。

G02/G03 圆弧插补 (G02, G03)

1. 格式

G17 {G02/G03} X_Y_ {I_J_R_} F_

G18 {G02/G03} X_Z_ {I_K_R_} F_

G19 {G02/G03} Y_Z_ {J_K_R_} F_

2. 说明:

G02 - 顺时针

G03 - 逆时针

X, Y, Z: 圆弧终点，在 G90 时为圆弧终点在工件坐标系中的坐标：在 G91 时为圆弧终点相对于圆弧起点的位移量。

I, J, K: 圆心相对于圆弧起点的偏移值，在 G90/G91 时都是以增量方式指定；

R : 圆弧半径，当圆弧圆心角小于 180 度时，R 为正值，否则 R 为负值；

F: 被编程的两个轴的合成进给速度

G07 虚轴指定及正弦线插补

1. 格式: G07 X_Y_Z_

2. 说明:

X.Y.Z: 被指令后跟数字 0, 则该轴为虚轴, 后跟数字 1, 则该轴为实轴。

G07 为虚轴指定和取消指令, G07 为模态指令。

若一般设为虚轴, 则此轴只参加计算, 不运动。虚轴仅对自动操作有效, 对手动操作无效。在螺旋线插补指令功能前, 用 G07 将参加圆弧插补的某一轴指定为虚轴, 则螺旋线插补变为正弦线插补。

G28 自动返回参考点

1. 格式: G28 X_Y_Z_

2. 说明:

X.Y.Z: 回参考点时经过的中间点, 在 G90 时为中间点在工件坐标系中的坐标, 在 G91 时为中间点相对于起点的位移量。

G28 指令先使所有的编程轴都快速定位到中间点, 然后再从中间点到达参考点。

一般, G28 指令用于刀具自动更换或者消除机械误差, 在执行该指令之前应取消刀具半径补偿和刀具长度补偿。

在 G28 的程序段中不仅产生坐标轴移动指令, 而且记忆了中间点坐标值, 以供 G29 使用。系统电源接通后, 在没有手动返回参考点的状态下, 执行 G28 指令时, 刀具从当前点经中间点自动返回参考点, 与手动返回参考点的结果相同。这时从中间点到参考点的方向就是机床参数“回参考点方向”设定的方向。

G28 指令仅在其被规定的程序段中有效。

自动从参考点返回 G29

1. 格式: G29 X_Y_Z_

2. 说明:

X、Y、Z: 返回的定位终点, 在 G90 时为定位终点在工件坐标系中的坐标; 在 G91 时为定位终点相对于 G28 中间点的位移量。

G29 可使所有编程轴以快速进给经过由 G28 指令定义的中间点, 然后再到达指定点。通常该指令紧跟在 G28 指令之后。

G29 指令仅在其被规定的程序段中有效。

刀具半径补偿 G40, G41, G42

1. 格式: {G17/G18/G19} {G40/G41/G42} {G00/G01} X_Y_Z_D_

2. 说明:

G40: 取消刀具半径补偿;

G41: 左刀补(在刀具前进方向左侧补偿);

G42: 右刀补(在刀具前进方向右侧补偿);

G17: 刀具半径补偿平面为 XY 平面;

G18: 刀具半径补偿平面为 ZX 平面;

G19: 刀具半径补偿平面为YZ 平面;

X, Y, Z: G00/G01 的参数, 即刀补建立或取消的终点(注: 投影到补偿平面上的刀具轨迹受到补偿);

D: G41/G42 的参数, 即刀补号码(D00~D99), 它代表了刀补表中对应的半径补偿值。

G40、G41、G42 都是模态代码, 可相互注销。

注意:

(1) 刀具半径补偿平面的切换必须在补偿取消方式下进行;

(2) 刀具半径补偿的建立与取消只能用G00 或G01 指令, 不得是G02或G03。

刀具长度补偿 G43, G44, G49

1. 格式: {G17/G18/G19} {G43/G44/G49} {G00/G01} X_Y_Z_H_

2. 说明:

G17: 刀具长度补偿轴为Z 轴;

G18: 刀具长度补偿轴为Y 轴;

G19: 刀具长度补偿轴为X 轴;

G49: 取消刀具长度补偿;

G43: 正向偏置(补偿轴终点加上偏置值);

G44: 负向偏置(补偿轴终点减去偏置值);

X, Y, Z: G00/G01 的参数, 即刀补建立或取消的终点;

H: G43/G44 的参数, 即刀具长度补偿偏置号(H00~H99), 它代表了刀具表中对应的长度补偿值。长度补偿值是编程时的刀具长度和实际使用的刀具长度之差。

G43、G44、G49 都是模态代码, 可相互注销。

用G43(正向偏置), G44(负向偏置)指令设定偏置的方向。

由输入的相应地址号H代码从刀具表(偏置存储器)中选择刀具长度偏置值。

该功能补偿编程刀具长度和实际使用的刀具长度之差而不用修改程序。偏置号可用H00~H99来指定, 偏置值与偏置号对应, 可通过MDI功能先设置在偏置存储器中。

无论是绝对指令还是增量指令, 由H 代码指定的已存入偏置存储器中的偏置值在G43 时加, 在G44 时则是从长度补偿轴运动指令的终点坐标值中减去, 计算后的坐标值成为终点。

暂停指令 G04

1. 格式: G04 P_

2. 说明:

P: 暂停时间, 单位为s(秒)。

G04 在前一程序段的进给速度降到零之后才开始暂停动作。

在执行含G04 指令的程序段时, 先执行暂停功能。

G04 为非模态指令, 仅在其被规定的程序段中有效。

G04 可使刀具作短暂停, 以获得圆整而光滑的表面。如对不通孔作深度控制时, 在刀具进给到规定深度后, 用暂停指令使刀具作非进给光整切削, 然后退刀, 保证孔底平整。

准停检验G09

1. 格式: G09

2. 说明:

一个包括G09 的程序段在继续执行下个程序段前, 准确停止在本程序段的终点。该功能用于加工尖锐的棱角。

G09 为非模态指令, 仅在其被规定的程序段中有效。

段间过渡方式 G61, G64

1. 格式: {G61/G64}

2. 说明:

G61: 精确停止检验;

G64: 连续切削方式。

在G61 后的各程序段编程轴都要准确停止在程序段的终点, 然后再继续执行下一程序段。

在G64 之后的各程序段编程轴刚开始减速时(未到达所编程的终点)就开始执行下一程序段。但在定位指令(G00, G60)或有准停校验 (G09)的程序段中, 以及在不含运动指令的程序段中, 进给速度仍减速到0 才执行定位校验。

G61 方式的编程轮廓与实际轮廓相符。

G61 与G09 的区别在于G61 为模态指令。

G64 方式的编程轮廓与实际轮廓不同。其不同程度取决于F 值的大小及两路径间的夹角, F 越大, 其区别越大。一般在实际加工时, 如果要求程序段间不停顿, 连续做小线段切削, 则设定在G64 方式。

G61、G64 为模态指令, 可相互注销, G64 为缺省值。

镜像功能 G24, G25

1. 格式: G24 X__Y__Z__ M98 P_ G25 X__Y__Z__

2. 说明:

G24: 建立镜像;

G25: 取消镜像;

X、Y、Z、: 镜像位置。

当工件相对于某一轴具有对称形状时, 可以利用镜像功能和子程序, 只对工件的一部分进行编程, 而能加工出工件的对称部分, 这就是镜像功能。

当某一轴的镜像有效时, 该轴执行与编程方向相反的运动。

G24、G25 为模态指令, 可相互注销, G25 为缺省值。

缩放功能G50, G51

1. 格式: G51 X_Y_Z_P_ M98 P_ G50

2. 说明:

G51: 建立缩放;

G50: 取消缩放;

X 、 Y 、 Z ：缩放中心的坐标值；

P ：缩放倍数。

G51 既可指定平面缩放，也可指定空间缩放。

在G51 后，运动指令的坐标值以 (X, Y, Z) 为缩放中心，按 P 规定的缩放比例进行计算。

在有刀具补偿的情况下，先进行缩放，然后才进行刀具半径补偿、刀具长度补偿。

G51、G50 为模态指令，可相互注销，G50 为缺省值。

旋转变换G68，G69

1. 格式： G17 G68 $X_Y_P_$

或G18 G68 $X_Z_P_$

或G19 G68 $Y_Z_P_$

M98 $P_$

G69

2. 说明：

G68：建立旋转；

G69：取消旋转；

X 、 Y 、 Z ：旋转中心的坐标值；

P ：旋转角度，单位是 $(^\circ)$ ， $0 \leq P \leq 360^\circ$ 。

在有刀具补偿的情况下，先旋转后刀补（刀具半径补偿、长度补偿）；在有缩放功能的情况下，先缩放后旋转。

G68、G69 为模态指令，可相互注销，G69 为缺省值。

G73、G74、G76 和G81~G89、 Z 、 R 、 P 、 F 、 Q 、 I 、 J 、 K 是模态指令。G80、

G01~G03 等代码可以取消固定循环。

G73：高速深孔加工循环

1. 格式：

{G98/G99}G73 $X_Y_Z_R_Q_P_K_F_L_$ ；

2. 说明：

Q ：每次进给深度；

k ：每次退刀距离。

G73 用于 Z 轴的间歇进给，使深孔加工时容易排屑，减少退刀量，可以进行高效率的加工。

G73 指令动作循环见图3.41。

注意： Z 、 K 、 Q 移动量为零时，该指令不执行。

G74：反攻丝循环

1. 格式：

{G98/G99}G74 $X_Y_Z_R_P_F_L_$ ；

G74 攻反螺纹时主轴反转，到孔底时主轴正转，然后退回。

注意：

(1) 攻丝时速度倍率、进给保持均不起作用；

(2) R 应选在距工件表面7mm 以上的地方；

(3) 如果Z 的移动量为零, 该指令不执行。

G76: 精镗循环

1. 格式:

{G98/G99}G76 X_Y_Z_R_P_I_J_F_L_;

2. 说明:

I: X 轴刀尖反向位移量;

J: Y 轴刀尖反向位移量.

G76 精镗时, 主轴在孔底定向停止后, 向刀尖反方向移动, 然后快速退刀。这种带有让刀的退刀不会划伤已加工平面, 保证了镗孔精度。

注意: 如果Z 的移动量为零, 该指令不执行。

G81: 钻孔循环(中心钻)

1. 格式:

{G98/G99}G81 X_Y_Z_R_F_L_;

G81 钻孔动作循环, 包括X, Y 坐标定位、快进、工进和快速返回等动作。

注意: 如果Z 的移动量为零, 该指令不执行。

G82: 带停顿的钻孔循环

1. 格式:

{G98/G99}G82 X_Y_Z_R_P_F_L_;

G82 指令除了要在孔底暂停外, 其他动作与G81 相同。暂停时间由地址P 给出。

G82 指令主要用于加工盲孔, 以提高孔深精度。

注意:

如果Z 的移动量为零, 该指令不执行。

G83: 深孔加工循环

1. 格式:

{G98/G99}G83 X_Y_Z_R_Q_P_K_F_L_;

2. 说明:

Q: 每次进给深度;

k: 每次退刀后, 再次进给时, 由快速进给转换为切削进给时距上次加工面的距离。

注意: Z、K、Q 移动量为零时, 该指令不执行。

G84: 攻丝循环

1. 格式:

{G98/G99}G84 X_Y_Z_R_P_F_L_;

G84 攻螺纹时从R 点到Z 点主轴正转, 在孔底暂停后, 主轴反转, 然后退回。

注意:

(1) 攻丝时速度倍率、进给保持均不起作用;

(2) R 应选在距工件表面7mm 以上的地方;

(3) 如果Z 的移动量为零, 该指令不执行。

G85: 镗孔循环

G85 指令与G84 指令相同，但在孔底时主轴不反转。

G86: 镗孔循环

G86 指令与G81 相同，但在孔底时主轴停止，然后快速退回。

注意：

- (1) 如果Z 的移动位置为零，该指令不执行；
- (2) 调用此指令之后，主轴将保持正转。

G87: 反镗循环

1. 格式：

{G98/G99}G87 X_Y_Z_R_P_I_J_F_L_;

2. 说明：

I: X 轴刀尖反向位移量；

J: Y 轴刀尖反向位移量。

- (1) 在X、Y 轴定位；
- (2) 主轴定向停止；
- (3) 在X、Y 方向分别向刀尖的反方向移动I、J 值；
- (4) 定位到R 点(孔底)；
- (5) 在X、Y 方向分别向刀尖方向移动I、J 值；
- (6) 主轴正转；
- (7) 在Z 轴正方向上加工至Z 点；
- (8) 主轴定向停止；
- (9) 在X、Y 方向分别向刀尖反方向移动I、J 值；
- (10) 返回到初始点(只能用G98)；
- (11) 在X、Y 方向分别向刀尖方向移动I、J 值；
- (12) 主轴正转。

注意：如果Z 的移动量为零，该指令不执行。

G88: 镗孔循环

1. 格式：

{G98/G99}G88 X_Y_Z_R_P_F_L_;

- (1) 在X、Y 轴定位；
- (2) 定位到R 点；
- (3) 在Z 轴方向上加工至Z 点（孔底）；
- (4) 暂停后主轴停止；
- (5) 转换为手动状态，手动将刀具从孔中退出；
- (6) 返回到初始平面；
- (7) 主轴正转。

注意：如果Z 的移动量为零，该指令不执行。

G89: 镗孔循环

G89 指令与G86 指令相同，但在孔底有暂停。

注意：如果Z 的移动量为零，G89 指令不执行。

G80: 取消固定循环

该指令能取消固定循环，同时R 点和Z 点也被取消。

小结：

使用固定循环时应注意以下几点：

- (1) 在固定循环指令前应使用M03 或M04 指令使主轴回转；
- (2) 在固定循环程序段中，X, Y, Z, R 数据应至少指令一个才能进行孔加工；
- (3) 在使用控制主轴回转的固定循环(G74、G84、G86)中，如果连续加工一些孔间距比较小或者初始平面到R 点平面的距离比较短的孔时，会出现在进入孔的切削动作前时，主轴还没有达到正常转速的情况，遇到这种情况时，应在各孔的加工动作之间插入G04 指令，以获得时间；
- (4) 当用G00~G03 指令注销固定循环时，若G00~G03 指令和固定循环出现在同一程序段，按后出现的指令运行；
- (5) 在固定循环程序段中，如果指定了M，则在最初定位时送出M 信号，等待M 信号完成，才能进行孔加工循环。

进给速度单位的设定G94、G95

1. 格式： G94 [F_];

G95 [F_];

2. 说明：

G94: 每分钟进给；

G95: 每转进给。

G94 为每分钟进给，F 之后的数值直接指定刀具每分钟的进给量。对于线性轴，F 的单位依G20/G21/G22 的设定而为mm/min，in/min 或脉冲当量/min；对于旋转轴，F 的单位为度/min 或脉冲当量/min。

G95 为每转进给，即主轴转一周时刀具的进给量。F 的单位依G20/G21/G22的设定而为mm/r，in/r 或脉冲当量/r。这个功能只在主轴装有编码器时才能使用。

用机床操作面板上的开关可以对进给速度应用倍率调节，倍率值为5%到140%，间隔10%。

注意：对某些指令不能使用倍率，例如螺纹切削。

绝对值编程G90 与增量值编程G91

1. 格式： G90

G91

2. 说明：

G90: 绝对值编程，每个编程坐标轴上的编程值是相对于程序原点的。

G91: 增量值编程，每个编程坐标轴上的编程值是相对于前一位置而言的，该值等于沿轴移动的距离。

G90、G91 为模态功能，可相互注销，G90 为缺省值。

G90、G91 可用于同一程序段中，但要注意其顺序所造成的差异。

工件坐标系设定G92

1. 格式: G92 X_Y_Z_

2. 说明: X、Y、Z: 设定的工件坐标系原点到刀具起点的有向距离。

G92 指令通过设定刀具起点(对刀点)与坐标系原点的相对位置建立工件坐标系。工件坐标系一旦建立, 绝对值编程时的指令值就是在此坐标系中的坐标值

G98/G99

1. 格式:

{G98/G99}G_X_Y_Z_R_Q_P_I_J_K_F_L_;

2. 说明:

G98: 返回初始平面;

G99: 返回R 点平面;

G_: 固定循环代码G73, G74, G76 和G81~G89 之一;

X、Y: 加工起点到孔位的距离(G91)或孔位坐标(G90);

R: 初始点到R 点的距离(G91)或R 点的坐标(G90);

Z: R 点到孔底的距离(G91)或孔底坐标(G90);

Q: 每次进给深度(G73/G83);

I、J: 刀具在轴反向位移增量(G76/G87);

P: 刀具在孔底的暂停时间;

F: 切削进给速度;

L: 固定循环的次数。

4.3 辅助功能

代码及其含义

包括各种支持机床操作的功能, 像主轴的启停、程序停止和切削液节门开关等等。

M 代码	模态	说明
M00	非模态	程序停止
M02	非模态	程序结束
M03	模态	主轴正转 (CW)
M04	模态	主轴反转 (CCW)
M05	模态	主轴停止转动
M06	非模态	换刀
M07	模态	切削液开
M09	模态	切削液关
M30	非模态	程序结束(复位) 并回到开头
M98	非模态	子程序调用

M99	非模态	子程序结束
-----	-----	-------

其中:

M00、M02、M30、M98、M99 用于控制零件程序的走向，是 CNC 内定的辅助功能，不由机床制造商设计决定，也就是说，与 PLC 程序无关；

其余 M 代码用于机床各种辅助功能的开关动作，其功能不由 CNC 内定，而是由 PLC 程序指定所以有可能因机床制造厂不同而有差异(表内为标准 PLC 指定的功能)。

4.4 宏程序

4.4.1 宏变量

#0~#49	当前局部变量				
#50~#199	全局变量				
#200~#249	0 层局部变量				
#250~#299	1 层局部变量				
#300~#349	2 层局部变量				
#350~#399	3 层局部变量				
#400~#449	4 层局部变量				
#450~#499	5 层局部变量				
#500~#549	6 层局部变量				
#550~#599	7 层局部变量				
#600~#699	刀具长度寄存器 H0~H99				
#700~#799	刀具长度寄存器 D0~D99				
#800~#899	刀具寿命寄存器				
#1000 “机床当前位置 X”	#1001 “机床当前位置 Y”	#1002 “机床当前位置 Z”			
#1003 “机床当前位置 A”	#1004 “机床当前位置 B”	#1005 “机床当前位置 C”			
#1006 “机床当前位置 U”	#1007 “机床当前位置 V”	#1008 “机床当前位置 W”			
#1009 保留	#1010 “程编机床位置 X”	#1011 “程编机床位置 Y”			
#1012 “程编机床位置 Z”	#1013 “程编机床位置 A”	#1014 “程编机床位置 B”			
#1015 “程编机床位置 C”	#1016 “程编机床位置 U”	#1017 “程编机床位置 V”			
#1018 “程编机床位置 W”	#1019 保留	#1020 “程编机床位置 X”			
#1021 “程编工件位置 Y”	#1022 “程编工件位置 Z”	#1023 “程编工件位置 A”			
#1024 “程编工件位置 B”	#1025 “程编工件位置 C”	#1026 “程编工件位置 U”			
#1027 “程编工件位置 V”	#1028 “程编工件位置 W”	#1029 保留			
#1030 “当前工件零点 X”	#1031 “当前工件零点 Y”	#1032 “当前工件零点 Z”			
#1033 “当前工件零点 A”	#1034 “当前工件零点 B”	#1035 “当前工件零点 C”			
#1036 “当前工件零点 U”	#1037 “当前工件零点 V”	#1038 “当前工件零点 W”			

#1039	保留	#1040	“G54 零点 X”	#1041	“G54 零点 Y”
#1042	“G54 零点 Z”	#1043	“G54 零点 A”	#1044	“G54 零点 B”
#1045	“G54 零点 C”	#1046	“G54 零点 U”	#1047	“G54 零点 V”
#1048	“G55 零点 W”	#1049	保留	#1050	“G55 零点 X”
#1051	“G55 零点 Y”	#1052	“G55 零点 Z”	#1053	“G55 零点 A”
#1054	“G55 零点 B”	#1055	“G55 零点 C”	#1056	“G55 零点 U”
#1057	“G55 零点 V”	#1058	“G55 零点 W”	#1059	保留
#1060	“G56 零点 X”	#1061	“G56 零点 Y”	#1062	“G56 零点 Z”
#1063	“G56 零点 A”	#1064	“G56 零点 B”	#1065	“G56 零点 C”
#1066	“G56 零点 U”	#1067	“G56 零点 V”	#1068	“G56 零点 W”
#1069	保留	#1070	“G57 零点 X”	#1071	“G57 零点 Y”
#1072	“G57 零点 Z”	#1073	“G57 零点 A”	#1074	“G57 零点 B”
#1075	“G57 零点 C”	#1076	“G57 零点 U”	#1077	“G57 零点 V”
#1078	“G57 零点 W”	#1079	保留	#1080	“G58 零点 X”
#1081	“G58 零点 Y”	#1082	“G58 零点 Z”	#1083	“G58 零点 A”
#1084	“G58 零点 B”	#1085	“G58 零点 C”	#1086	“G58 零点 U”
#1087	“G58 零点 V”	#1088	“G58 零点 W”	#1089	保留
#1090	“G59 零点 X”	#1091	“G59 零点 Y”	#1092	“G59 零点 Z”
#1093	“G59 零点 A”	#1094	“G59 零点 B”	#1095	“G59 零点 C”
#1096	“G59 零点 U”	#1097	“G56 零点 Y”	#1098	“G59 零点 W”
#1099	保留	#1100	“G59 零点 V”	#1101	“中断点位置 Y”
#1102	“中断点位置 Z”	#1103	“中断点位置 A”	#1104	“中断点位置 B”
#1105	“中断点位置 C”	#1106	“中断点位置 U”	#1107	“中断点位置 V”
#1108	“中断点位置 W”	#1109	“坐标系建立轴”	#1110	“G28 中间点位置 X”
#1111	“G28 中间点位置 Y”	#1112	“G28 中间点位置 Z”	#1113	“G28 中间点位置 A”
#1114	“G28 中间点位置 B”	#1115	“G28 中间点位置 C”	#1116	“G28 中间点位置 U”
#1117	“G28 中间点位置 V”	#1118	“G28 中间点位置 W”	#1119	“G28 屏蔽字”
#1120	“镜像点位置 X”	#1121	“镜像点位置 Y”	#1122	“镜像点位置 Z”
#1123	“镜像点位置 A”	#1124	“镜像点位置 B”	#1125	“镜像点位置 C”
#1126	“镜像点位置 U”	#1124	“镜像点位置 V”	#1128	“镜像点位 W”
#1129	“镜像屏蔽字”	#1130	“旋转中心轴 1”	#1131	“旋转中心轴 2”
#1132	“旋转角度”	#1133	“旋转轴屏蔽字”	#1134	保留
#1135	“缩放中心轴”	#1136	“缩放中心轴 2”	#1137	“缩放中心轴 3”
#1138	“缩放比例”	#1139	“缩放轴屏蔽字”	#1140	“坐标变换代码 1”
#1141	“坐标变换代码 2”	#1142	“坐标变换代码 3”	#1143	保留
#1144	“刀具长度补偿号”	#1145	“刀具半径补偿号”	#1146	“当前平面轴 1”
#1147	“当前平面轴 2”	#1148	“虚拟轴屏蔽字”	#1149	“进给速度指定”
#1150	“G 代码模态值 0”	#1151	“G 代码模态值 1”	#1152	“G 代码模态值 2”

#1153	“G 代码模态值 3”	#1154	“G 代码模态值 4”	#1155	“G 代码模态值 5”
#1156	“G 代码模态值 6”	#1157	“G 代码模态值 7”	#1158	“G 代码模态值 8”
#1159	“G 代码模态值 9”	#1160	“G 代码模态值 10”	#1161	“G 代码模态值 11”
#1162	“G 代码模态值 12”	#1163	“G 代码模态值 13”	#1164	“G 代码模态值 14”
#1165	“G 代码模态值 15”	#1166	“G 代码模态值 16”	#1167	“G 代码模态值 17”
#1168	“G 代码模态值 18”	#1169	“G 代码模态值 19”	#1170	“剩余 CACHE”
#1171	“备用 CACHE”	#1172	“剩余缓冲区”	#1173	“备用缓冲区”
#1174	保留	#1175	保留	#1176	保留
#1177	保留	#1178	保留	#1179	保留
#1180	保留	#1181	保留	#1182	保留
#1183	保留	#1184	保留	#1185	保留
#1186	保留	#1187	保留	#1188	保留
#1189	保留	#1190	“用户自定义输入”	#1191	“用户自定义输出”
#1192	“自定义输出屏蔽”	#1193	保留	#1194	保留

#2000~#2600 复合循环数据区

#2000 ; 轮廓线类型 (0;G00, 1:G02, 3:G03)

#2101~2200;轮廓点 X(直径方式为直径值, 半径方式为半径值)

#2201~2300 ;轮廓点 Z

#2301~2400 ;轮廓点 R

#2401~2500 ;轮廓点 I

#2501~2600 ;轮廓点 J

(2) 常量

PI: 圆周率 π

TRUE: 条件成立(真)

FALSE: 条件不成立(假)

4.4.2 运算符与表达式

(1) 算术运算符: +, -, *, /

(2) 条件运算符

EQ(=), NE($\neq$), GT(>)

GE($\geq$), LT(<), LE($\leq$)

(3) 逻辑运算符

AND, OR, NOT

(4) 函数

SIN, COS, TAN, ATAN, ATAN2, ABS, INT, SIGN, SQRT, EXP

(5) 表达式

用运算符连接起来的常数, 宏变量构成表达式.

4.4.3 赋值语句

格式：宏变量=常数或表达式

把常数或表达式的值送给一个宏变量称为赋值。

例如：#2=175/SQRT[2]*COS[55*PI/180]；

#3=124.0

4.4.4 条件判别语句 IF, ELSE, ENDIF

格式：IF 条件表达式

...

ELSE

...

ENDIF

格式：IF 条件表达式

...

ENDIF

4.4.5 循环语句 WHILE ,ENDW

格式：WHILE 条件表达式

...

ENDW

条件判别语句的使用参见宏程序编程举例。

循环语句的使用参见程序编程举例。

4.4.6 宏程序编制举例

例：切圆台与斜方台，各自加工 3 个循环，要求倾斜 10° 的斜台与圆台相切，圆台再方台之上，顶视图见下图：

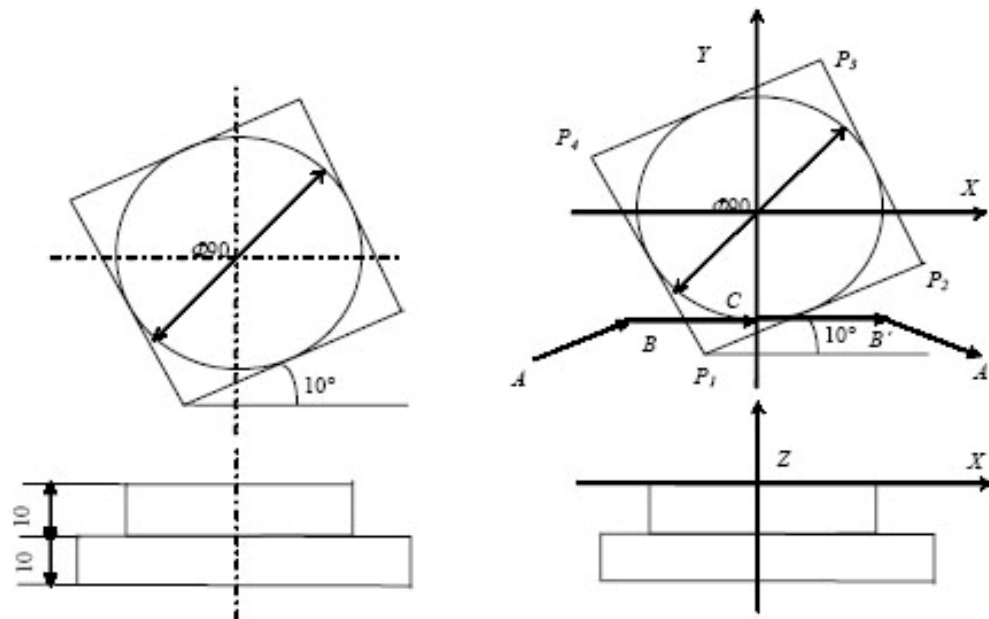


图 4.4-1

%8002

#10=10.0 ;圆台阶高度

#11=10.0 ;方台阶高度

#12=124.0 ;圆外定点的 X 坐标轴

#13=124.0 ;圆外定点的 Y 坐标轴

#101=8.0 刀具半径偏量(粗加工)

#102=6.5 刀具半径偏量(半精加工)

#103=6.0 刀具半径偏置(精加工)

N01 G92 X0.0 Y0.0 Z10.0

#0=0

N06 G00 X[-#12] Y[-#13] ;→A

N07 G00 Z[-#10] M03 S600 F200 ;Z 轴进刀,准备加工圆台

WHILE #0 LT3 ;加工圆台

N[08+0*6] G01 G42 X[-#12/2] Y [-90/2] F280.0 D[#0+101] ; →B

N[09+#0*6] X[0] Y[-90/2] ; →C

N[10+#0*6] G03 J[90/2] ;整圆加工

N[11+#0*6] G01 X[#12/2]Y[-90/2] ; →B'

N[12+#0*6] G40 X[#12]Y[-#13] ; →A'

N[13+#0*6] G00 X[#12]Y[-#13] ; →A

#0=#0+1 ;#0 中数值加 1

ENDW

N100 Z[-#10-#11] ;Z 轴进刀,准备加工斜方台

#2=90/SQRT[2]*COS[55*PI/180] ;P1 点坐标(X=-#12,Y=-#13)

```
#3=90/SQRT[2]*SIN[55*PI/180]
#4=90*COS[10*PI/180]          ;P1. P2 间 X 增量为#4, Y 增量为#5
#5=90*SIN[55*PI/180]
#0=0
WHILE #0 LT 3                ;加工斜方台
N[101+#0*8]G01 G42 X [-#12/2]Y[-90/2]F280.0D[#0+101];    →B
N[102+#0*8]X[-#2]Y[-#3]      ;    →P1
N[103+#0*8]G91 X[+#4]Y[+#5]  ;    →P2
N[104+#0*8] X[-#5]Y[+#4]    ;    →P3
N[105+#0*8] X[-#4]Y[-#5]    ;    →P4
N[106+#0*8] X[+#4]Y[+#5]    ;    →P1
N[107+#0*8]G90 X[#12/2]Y[-90/2] ;    →B'
N[108+#0*8]G00 G40 X[-#12]Y[-#13] ;    →A
#0=#0+1
ENDW
G00 X0 Y0 M05 M30
```

铣削编程实例一

用提供的刀具在零件上完成上表面整平加工;零件上表面长 180mm, 宽 120mm, 厚 50mm(有效厚度)

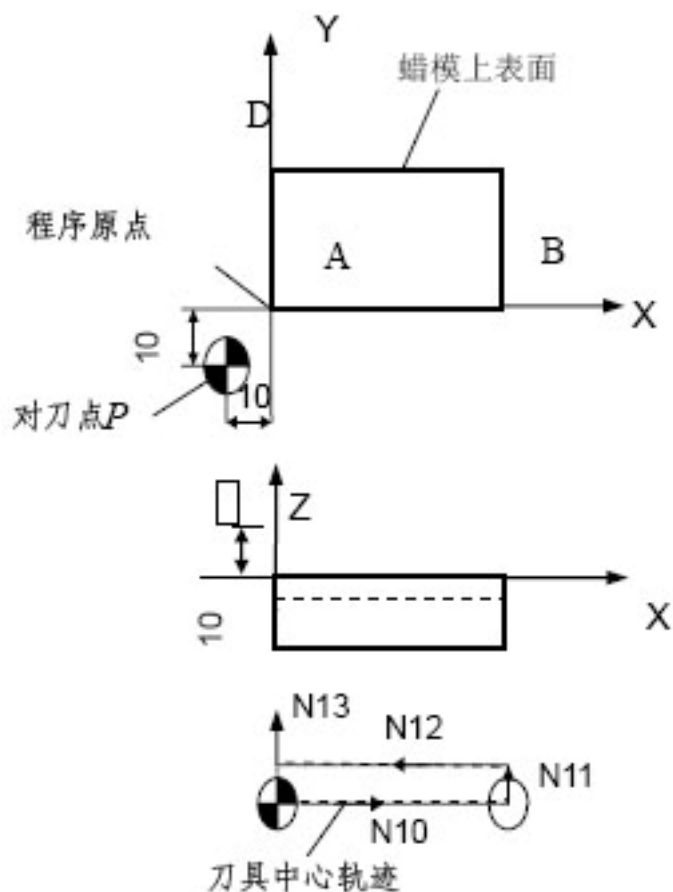


图 4.4-2

参考程序:

对刀点选在零件左下角, 刀具进刀深度以零件上表面低凹处为准.

%100(主程序)

```

N01 G92 X-10 Y-10 Z10
N02 G90 G01 Z-5 F300 M03
N03 X0 Y0
N04 M98 P2000 L6
N05 G90 Z10
N06 G00 X-10 Y-10
N07 M05
N08 M30
    
```

%2000 (子程序)

```

N10 G91 G01 X180 F300
N11 Y10
N12 X-180
N13 Y10
N14 M99
    
```

对刀操作参考步骤:

1. 机床回参考点
2. 手动启动主轴正转, 然后将刀具移至 D 点, 并下降到低于蜡模上表面处.
3. 手动控制刀具边缘从 D 点移至 A 点, 从显示屏上读取“机床坐标系”中 X 坐标并记录.
4. 手动控制刀具边缘从 A 点移至到 B 点, 从显示屏上读取“机床坐标系”中 Y 坐标并记录.
5. 手动控制刀具底部接触零件上表面, 从显示屏上读取“机床坐标系”中 Z 坐标并记录.
6. 根据读取的 X. Y. Z, 计算出程序原点相对机床原点的偏移量, 即 A 点坐标值, X_A . Y_A . Z_A ;

$$X_A = X + R \quad ; \quad Y_A = Y + R \quad ; \quad Z_A = Z \quad ; R \text{ 为刀具半径}$$

7. 根据程序原点计算出对刀点相对机床原点的偏移量 X_P . Y_P . Z_P ;

$$X_P = X_A - 10 \quad , \quad Y_P = Y - 10 \quad , \quad Z_P = Z_A$$

8. 用 MDI 功能将刀具移至对刀点

G53 X_P Y_P Z_P

4.5 例题

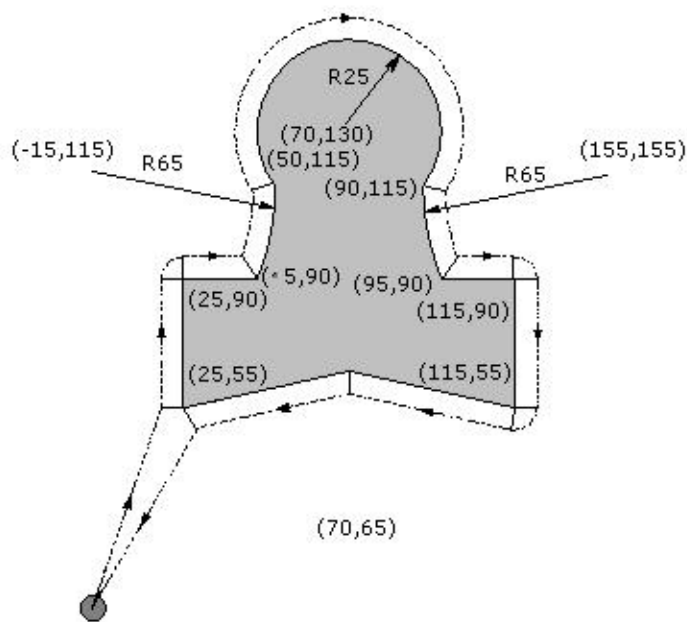


图 4.5-1

T1 球头铣刀 $\phi 12$ 。

操作方法:

- (1) 对工件零点:

寻边器测量工件零点或在工件大小设置里直接设置。

- (2) 编程序

N10 G90 G00G54X0Z0Y0S100M03

```

N20 G41 X25.0Y55.0D1
N30 G01 Y90.0F150
N40 X45.0
N50 G03 X50.0Y115.0R65.0
N60 G02 X90.0R-25.0
N70 G03 X95.0Y90.0R65.0
N80 G01 X115.0
N90 Y55.0
N100 X70.0Y65.0
N110 X25.0Y55.0
N120 G00 G40X0Y0Z100
N130 M5
N140 M30
    
```

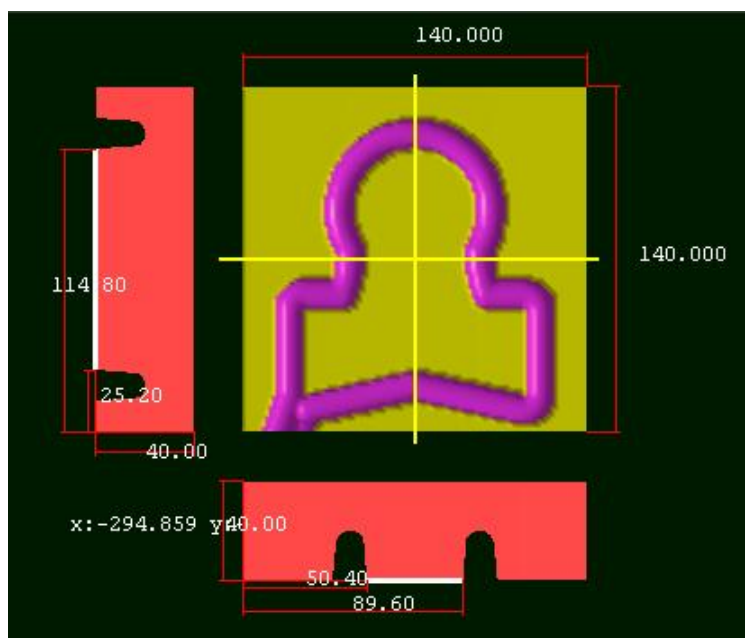


图 4.5-2

第五章 HNC-T 车床编程

5.1 坐标系统

程序原点

在程序开发开始之前必须决定坐标系和程序的原点。

通常把程序原点确定为便于程序开发和加工的点。

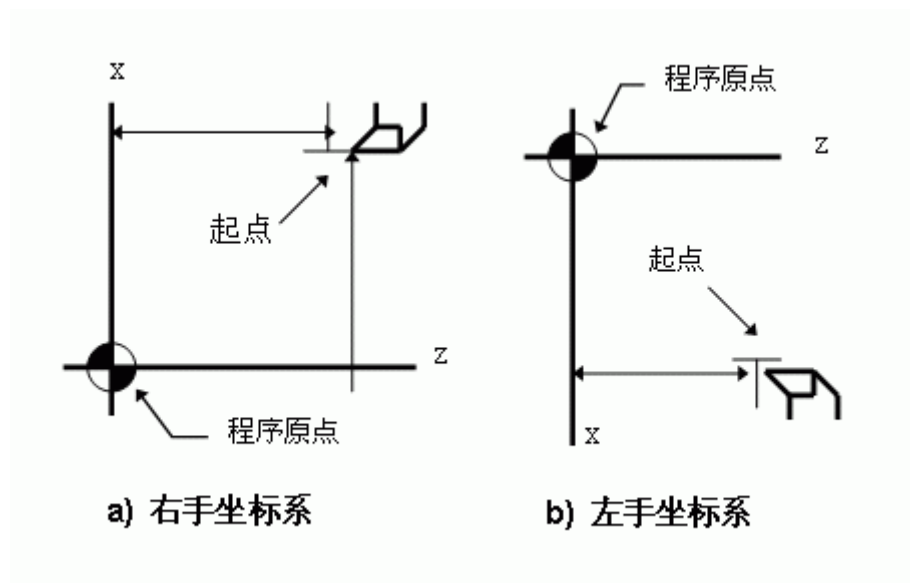
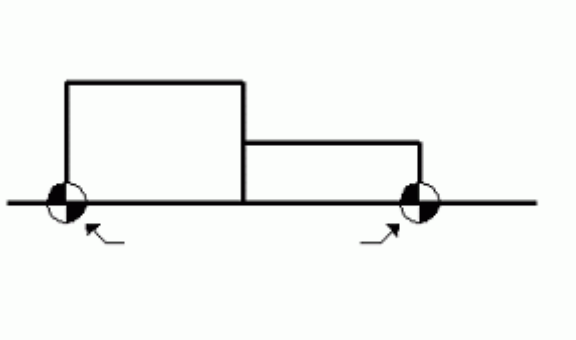


图 5.1-1

在多数情况下，把 Z 轴与 X 轴的交点设置为程序原点



坐标原点

1. 机床坐标系统

这个坐标系统用一个固定的机床的点作为其原点。在执行返回原点操作时，机床移动到此机床原点。

2. 绝对坐标系统

用户能够可建立此坐标系。它的原点可以设置在任意位置，而它的原点以机床坐标值显示。

3. 相对坐标系

这个坐标系把当前的机床位置当作原点，在此需要以相对值指定机床位置时使用。

4. 剩余移动距离

此功能不属于坐标系。它仅仅显示移动命令发出后目的位置与当前机床位置之间的距离。仅当各个轴的剩余距离都为 零 时，这个移动命令才完成。

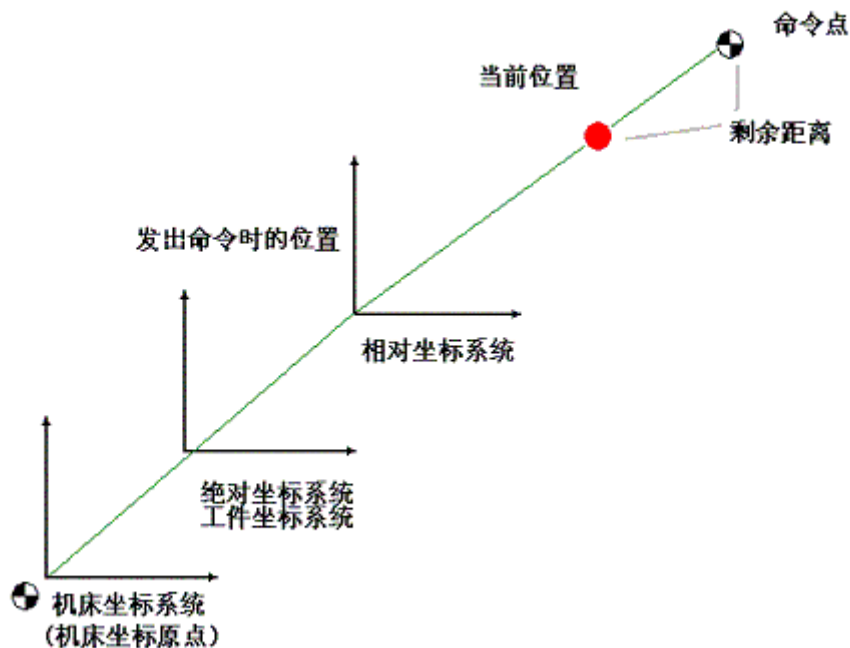


图 5.1—2

设置坐标系

开发程序首先要决定坐标系。程序原点与刀具起点之间的关系构成坐标系；这个关系应当随着程序的执行输入给 NC 机床，这个过程能够用 G50 命令来实现。

在切削进程开始时，刀具应当在指定的位置；由于上面所述设置原点的过程已经完成，工件坐标系和刀具起始位置就定了；刀具更换也在这个被叫为起点的位置操作。

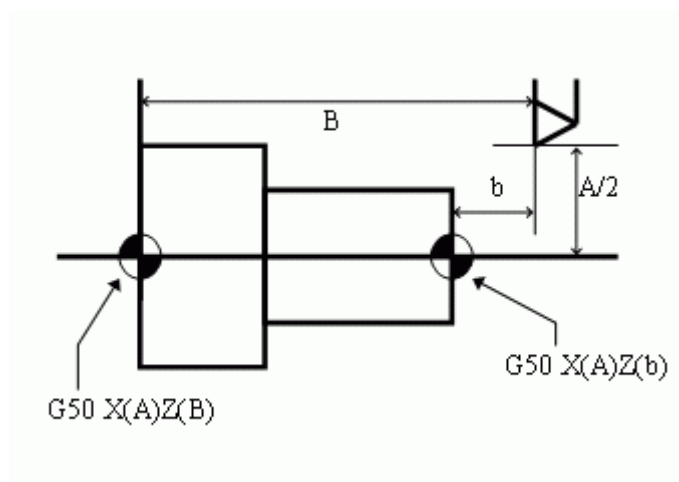


图 5.1—3

绝对/增量 坐标系编程

NC 车床有两个控制轴；对这种 2 轴系统有两种编程方法：绝对坐标命令方法和增量坐标命令方法。此外，这些方法能够被结合在一个指令里。对于 X 轴和 Z 轴寻址所要求的增量指令是 U 和 W。

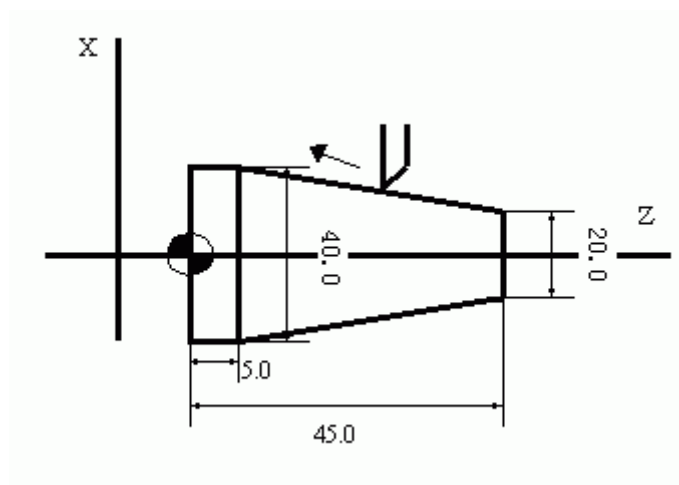


图 5.1—4

- ① 绝对坐标程序---X40. Z5. ;
- ② 增量坐标程序---U20. W-40. ;
- ③ 混合坐标程序---X40. W-40. ;

5.2 G 代码命令

5.2.1 G 代码组及含义

代码组及其含义

“模态代码” 和 “一般” 代码

“形式代码” 的功能在它被执行后会继续维持，而 “一般代码” 仅仅在收到该命令时起作用。定义移动的代码通常是“模态代码”，像直线、圆弧和循环代码。反之，像原点返回代码就叫“一般代码”。

每一个代码都归属其各自的代码组。在“模态代码”里，当前的代码会被加载的同组代码替换。

G 代码	解释
G00	定位（快速移动）
G01	直线切削
G02	顺时针切圆弧（CW，顺时针）
G03	逆时针切圆弧（CCW，逆时针）
G04	暂停（Dwell）
G09	停于精确的位置
G20	英制输入
G21	公制输入
G22	内部行程限位 有效
G23	内部行程限位 无效
G27	检查参考点返回
G28	参考点返回
G29	从参考点返回
G30	回到第二参考点
G32	切螺纹
G36	直径编程
G37	半径编程
G40	取消刀尖半径偏置
G41	刀尖半径偏置（左侧）

G42	刀尖半径偏置（右侧）
G53	直接机床坐标系编程
G54—G59	坐标系选择
G71	内外径粗切循环
G72	台阶粗切循环
G73	闭环车削复合循环
G76	切螺纹循环
G80	内外径切削循环
G81	端面车削固定循环
G82	螺纹切削固定循环
G90	绝对值编程
G91	增量值编程
G92	工件坐标系设定
G96	恒线速度控制
G97	恒线速度控制取消
G94	每分钟进给率
G95	每转进给率
支持参数与宏编程	

5.2.2 G 代码解释

G00 定位

1. 格式：G00 X (U) _ Z (W) _

2. 说明：

X、Z：为绝对编程时，快速定位终点在工件坐标系中的坐标；

U、W：为增量编程时，快速定位终点相对于起点的位移量；

G00 指令刀具相对于工件以各轴预先设定的速度，从当前位置快速移动到程序段指令的定位目标点。

G00 指令中的快移速度由机床参数“快移进给速度”对各轴分别设定，不能用 F 规定。

G00 一般用于加工前快速定位或加工后快速退刀。

快移速度可由面板上的快速修调按钮修正。

G00 为模态功能，可由 G01、G02、G03 或 G32 功能注销。

注意：

在执行 G00 指令时，由于各轴以各自速度移动，不能保证各轴同时到达终点，因而联动直线轴的合成轨迹不一定是直线。操作者必须格外小心，以免刀具与工件发生碰撞。常见的做法是，将 X 轴移动到安全位置，再放心地执行 G00 指令。

线性进给及倒角 G01

线性进给

1. 格式： G01 X (U) _ Z (W) _ F_ ；

2. 说明：

X、Z：为绝对编程时终点在工件坐标系中的坐标；

U、W：为增量编程时终点相对于起点的位移量；

F_：合成进给速度。

G01 指令刀具以联动的方式，按 F 规定的合成进给速度，从当前位置按线性路线(联动直线轴的合成轨迹为直线)移动到程序段指令的终点。

G01 是模态代码，可由 G00、G02、G03 或 G32 功能注销

倒直角

1. 格式： G01 X (U) ____ Z (W) ____ C ____；

2. 说明：直线倒角 G01，指令刀具从 A 点到 B 点，然后到 C 点

X、Z：为绝对编程时，未倒角前两相邻轨迹程序段的交点 G 的坐标值；

U、W：为增量编程时，G 点相对于起始直线轨迹的始点 A 点的移动距离。

C：是相邻两直线的交点 G，相对于倒角始点 B 的距离。

倒圆角

1. 格式： G01 X (U) ____ Z (W) ____ R ____；

2. 说明：直线倒角 G01，指令刀具从 A 点到 B 点，然后到 C 点

X、Z：为绝对编程时，未倒角前两相邻轨迹程序段的交点 G 的坐标值；

U、W：为增量编程时，G 点相对于起始直线轨迹的始点 A 点的移动距离。

R：是倒角圆弧的半径值。

圆弧进给 G02/G03

1. 格式： F_

R_

I_K_

X_Z_

X、Z：为绝对编程时，圆弧终点在工件坐标系中的坐标；

U、W：为增量编程时，圆弧终点相对于圆弧起点的位移量；

I、K：圆心相对于圆弧起点的增加量(等于圆心的坐标减去圆弧起点的坐标，如图 3.3.9 所示)，在绝对、增量编程时都是以增量方式指定，在直径、半径编程时 I 都是半径值

R：圆弧半径，

F：被编程的两个轴的合成进给速度；

注意：

(1) 顺时针或逆时针是从垂直于圆弧所在平面的坐标轴的正方向看到的回转方向；

(2) 同时编入 R 与 I、K 时, R 有效。

螺纹切削 G32

1. 格式: G32 X(U) __ Z(W) __ R__E__P__F__

2. 说明:

X、Z: 为绝对编程时, 有效螺纹终点在工件坐标系中的坐标;

U、W: 为增量编程时, 有效螺纹终点相对于螺纹切削起点的位移量;

F: 螺纹导程, 即主轴每转一圈, 刀具相对于工件的进给值;

R、E: 螺纹切削的退尾量, R 表示 Z 向退尾量; E 为 X 向退尾量, R、E 在绝对或增量编程时都是以增量方式指定, 其为正表示沿 Z、X 正向回退, 为负表示沿 Z、X 负向回退。使用 R、E 可免去退刀槽。R、E 可以省略, 表示不用回退功能; 根据螺纹标准 R 一般取 0.75~1.75 倍的螺距, E 取螺纹的牙型高。

P: 主轴基准脉冲处距离螺纹切削起始点的主轴转角。

注:

1. 从螺纹粗加工到精加工, 主轴的转速必须保持一常数;
2. 在没有停止主轴的情况下, 停止螺纹的切削将非常危险; 因此螺纹切削时进给保持功能无效, 如果按下进给保持按键, 刀具在加工完螺纹后停止运动;
3. 在螺纹加工中不使用恒定线速度控制功能;
4. 在螺纹加工轨迹中应设置足够的升速进刀段 δ 和降速退刀段 δ' , 以消除伺服滞后造成的螺距误差;

自动返回参考点 G28

1. 格式: G28 X_Z_

2. 说明:

X、Z: 绝对编程时为中间点在工件坐标系中的坐标;

U、W: 增量编程时为中间点相对于起点的位移量。

G28 指令首先使所有的编程轴都快速定位到中间点, 然后再从中间点返回到参考点。

一般, G28 指令用于刀具自动更换或者消除机械误差, 在执行该指令之前应取消刀尖半径补偿。

在 G28 的程序段中不仅产生坐标轴移动指令, 而且记忆了中间点坐标值, 以供 G29 使用。电源接通后, 在没有手动返回参考点的状态下, 指定 G28 时, 从中间点自动返回参考点, 与手动返回参考点相同。这时从中间点到参考点的方向就是机床参数“回参考点方向”设定的方向。

G28 指令仅在其被规定的程序段中有效。

自动从参考点返回 G29

1. 格式: G29 X_Z_

2. 说明:

X、Z: 绝对编程时为定位终点在工件坐标系中的坐标;

U、W: 增量编程时为定位终点相对于 G28 中间点的位移量。

G29 可使所有编程轴以快速进给经过由 G28 指令定义的中间点，然后再到达指定点。通常该指令紧跟在 G28 指令之后。

G29 指令仅在其被规定的程序段中有效。

暂停指令 G04

1. 格式: G04 P_

2. 说明:

P: 暂停时间, 单位为 s。

G04 在前一程序段的进给速度降到零之后才开始暂停动作。

在执行含 G04 指令的程序段时, 先执行暂停功能。

G04 为非模态指令, 仅在其被规定的程序段中有效。

G04 可使刀具作短暂停留, 以获得圆整而光滑的表面。该指令除用于切槽、钻镗孔外, 还可用于拐角轨迹控制。

恒线速度指令 G96、G97

1. 格式: G96 S

G97 S

2. 说明:

G96: 恒线速度有效

G97: 取消恒线速度功能

S: G96 后面的 S 值为切削的恒定线速度, 单位为 m/min;

G97 后面的 S 值为取消恒线速度后, 指定的主轴转速, 单位为 r/min; 如缺省, 则为执行 G96 指令前的主轴转速度。

注意: 使用恒线速度功能, 主轴必须能自动变速。

内（外）径切削循环 G80

圆柱面内（外）径切削循环

1. 格式: G80 X__Z__F__;

2. 说明:

X、Z: 绝对值编程时, 为切削终点 C 在工件坐标系下的坐标; 增量值编程时, 为切削终点 C 相对于循环起点 A 的有向距离, 图形中用 U、W 表示, 其符号由轨迹 1 和 2 的方向确定。

圆锥面内（外）径切削循环

1. 格式: G80 X__Z__ I__F__;

2. 说明:

X、Z: 绝对值编程时, 为切削终点 C 在工件坐标系下的坐标; 增量值编程时, 为切削终点 C 相对于循环起点 A 的有向距离, 图形中用 U、W 表示。

I: 为切削起点 B 与切削终点 C 的半径差。其符号为差的符号(无论是绝对值编程还是增量值编程)。

端面切削循环 G81

端平面切削循环

1. 格式: G81 X__Z__F__;

2. 说明:

X、Z: 绝对值编程时, 为切削终点 C 在工件坐标系下的坐标;

增量值编程时, 为切削终点 C 相对于循环起点 A 的有向距离, 图形中用 U、W 表示, 其符号由轨迹 1 和 2 的方向确定。

圆锥端面切削循环

1. 格式: G81 X__Z__ K__F__;

2. 说明:

X、Z: 绝对值编程时, 为切削终点 C 在工件坐标系下的坐标; 增量值编程时, 为切削终点 C 相对于循环起点 A 的有向距离, 图形中用 U、W 表示。

K: 为切削起点 B 相对于切削终点 C 的 Z 向有向距离。

螺纹切削循环 G82

直螺纹切削循环

1. 格式: G82 X(U) __Z(W) __R__E__C__P__F__;

2. 说明:

X、Z: 绝对值编程时, 为螺纹终点 C 在工件坐标系下的坐标; 增量值编程时, 为螺纹终点 C 相对于循环起点 A 的有向距离, 图形中用 U、W 表示, 其符号由轨迹 1 和 2 的方向确定;

R、E: 螺纹切削的退尾量, R、E 均为向量, R 为 Z 向回退量; E 为 X 向回退量, R、E 可以省略, 表示不用回退功能;

C: 螺纹头数, 为 0 或 1 时切削单头螺纹;

P: 单头螺纹切削时, 为主轴基准脉冲处距离切削起始点的主轴转角(缺省值为 0); 多头螺纹切削时, 为相邻螺纹头的切削起始点之间对应的主轴转角。

F: 螺纹导程;

注意:

螺纹切削循环同 G32 螺纹切削一样, 在进给保持状态下, 该循环在完成全部动作之后才停止运动。

锥螺纹切削循环

1. 格式: G82 X__Z__ I__R__E__C__P__F__;

2. 说明:

X、Z: 绝对值编程时, 为螺纹终点 C 在工件坐标系下的坐标; 增量值编程时, 为螺纹终点 C 相对于循环起点 A 的有向距离, 图形中用 U、W 表示。

I: 为螺纹起点 B 与螺纹终点 C 的半径差。其符号为差的符号(无论是绝对值编程还是增量值编程);

R、E: 螺纹切削的退尾量, R、E 均为向量, R 为 Z 向回退量; E 为 X 向回退量, R、E 可以省略, 表示不用回退功能;

C: 螺纹头数, 为 0 或 1 时切削单头螺纹;

P: 单头螺纹切削时, 为主轴基准脉冲处距离切削起始点的主轴转角(缺省值为 0); 多头螺纹切削时, 为相邻螺纹头的切削起始点之间对应的主轴转角。

F: 螺纹导程;

复合循环

有四类复合循环，分别是

G71：内（外）径粗车复合循环；

G72：端面粗车复合循环；

G73：封闭轮廓复合循环；

G76：螺纹切削复合循环；

运用这组复合循环指令，只需指定精加工路线和粗加工的吃刀量，系统会自动计算粗加工路线和走刀次数。

内（外）径粗车复合循环 G71

无凹槽加工时

1. 格式：

G71 U(Δ d) R(r) P(ns) Q(nf) X(Δ x) Z(Δ z) F(f) S(s) T(t)；

2. 说明：

Δ d：切削深度(每次切削量)，指定时不加符号，方向由矢量 AA' 决定；

r：每次退刀量；

ns：精加工路径第一程序段(即图中的 AA')的顺序号；

nf：精加工路径最后程序段(即图中的 B'B)的顺序号；

Δ x：X 方向精加工余量；

Δ z：Z 方向精加工余量；

f, s, t：粗加工时 G71 中编程的 F、S、T 有效，而精加工时处于 ns 到 nf 程序段之间的 F、S、T 有效。

有凹槽加工时

1. 格式：

G71 U(Δ d) R(r) P(ns) Q(nf) E(e) F(f) S(s) T(t)；

2. 说明：

Δ d：切削深度(每次切削量)，指定时不加符号，方向由矢量 AA' 决定；

r：每次退刀量；

ns：精加工路径第一程序段(即图中的 AA')的顺序号；

nf：精加工路径最后程序段(即图中的 B'B)的顺序号；

e：精加工余量，其为 X 方向的等高距离；外径切削时为正，内径切削时为负

f, s, t：粗加工时 G71 中编程的 F、S、T 有效，而精加工时处于 ns 到 nf 程序段之间的 F、S、T 有效。

注意：

(1) G71 指令必须带有 P, Q 地址 ns、nf，且与精加工路径起、止顺序号对应，否则不能进行该循环加工。

(2) ns 的程序段必须为 G00/G01 指令，即从 A 到 A' 的动作必须是直线或点定位运动。

(3) 在顺序号为 ns 到顺序号为 nf 的程序段中，不应包含子程序。

端面粗车复合循环 G72

1. 格式:

G72 W(Δd) R(r) P(ns) Q(nf) X(Δx) Z(Δz) F(f) S(s) T(t);

2. 说明:

其中:

Δd : 切削深度(每次切削量), 指定时不加符号, 方向由矢量 AA' 决定;

r: 每次退刀量;

ns: 精加工路径第一程序段的顺序号;

nf: 精加工路径最后程序段的顺序号;

Δx : X 方向精加工余量;

Δz : Z 方向精加工余量;

f、s、t: 粗加工时 G71 中编程的 F、S、T 有效, 而精加工处于 ns 到 nf 程序段之间的 F、S、T 有效。

注意:

(1) G72 指令必须带有 P, Q 地址, 否则不能进行该循环加工。

(2) 在 ns 的程序段中应包含 G00/G01 指令, 进行由 A 到 A' 的动作, 且该程序段中不应编有 X 向移动指令。

(3) 在顺序号为 ns 到顺序号为 nf 的程序段中, 可以有 G02/G03 指令, 但不应包含子程序。

闭环车削复合循环 G73

1. 格式:

G73 U(ΔI) W(ΔK) R(r) P(ns) Q(nf) X(Δx) Z(Δz) F(f) S(s) T(t)

2. 说明:

ΔI : X 轴方向的粗加工总余量;

Δk : Z 轴方向的粗加工总余量;

r: 粗切削次数;

ns: 精加工路径第一程序段的顺序号;

nf: 精加工路径最后程序段的顺序号;

Δx : X 方向精加工余量;

Δz : Z 方向精加工余量;

f, s, t: 粗加工时 G71 中编程的 F、S、T 有效, 而精加工时处于 ns 到 nf 程序段之间的 F、S、T 有效。

注意:

ΔI 和 ΔK 表示粗加工时总的切削量, 粗加工次数为 r, 则每次 X, Z 方向的切削量为 $\Delta I/r$, $\Delta K/r$;

按 G73 段中的 P 和 Q 指令值实现循环加工, 要注意 Δx 和 Δz , ΔI 和 ΔK 的正负号。

螺纹切削复合循环 G76

1. 格式:

G76C(c)R(r)E(e)A(a)X(x)Z(z)I(i)K(k)U(d)V(Δd_{min})Q(Δd)P(p)F(L);

2. 说明:

c: 精整次数(1~99), 为模态值;

r: 螺纹 Z 向退尾长度(00~99), 为模态值;

e: 螺纹 X 向退尾长度(00~99), 为模态值;

a: 刀尖角度(二位数字), 为模态值;

在 80°、60°、55°、30°、29° 和 0° 六个角度中选一个;

x、z: 绝对值编程时, 为有效螺纹终点 C 的坐标; 增量值编程时, 为有效螺纹终点 C 相对于循环起点 A 的有向距离; (用 G91 指令定义为增量编程, 使用后用 G90 定义为绝对编程。)

i: 螺纹两端的半径差;

如 i=0, 为直螺纹 (圆柱螺纹) 切削方式;

k: 螺纹高度;

该值由 x 轴方向上的半径值指定;

Δd_{min} : 最小切削深度(半径值);

当第 n 次切削深度($\Delta d_n - \Delta d_{n-1}$), 小于 Δd_{min} 时, 则切削深度设定为 Δd_{min} ;

d: 精加工余量(半径值);

Δd : 第一次切削深度(半径值);

p: 主轴基准脉冲处距离切削起始点的主轴转角;

L: 螺纹导程(同 G32);

刀尖圆弧半径补偿 G40, G41, G42

1. 格式: {G40/G41/G42} {G00/G01} X_Z_

2. 说明:

数控程序一般是针对刀具上的某一点即刀位点, 按工件轮廓尺寸编制的。车刀的刀位点一般为理想状态下的假想刀尖 A 点或刀尖圆弧圆心 O 点。但实际加工中的车刀, 由于工艺或其他要求, 刀尖往往不是一理想点, 而是一段圆弧。当切削加工时刀具切削点在刀尖圆弧上变动; 造成实际切削点与刀位点之间的位置有偏差, 故造成过切或少切。这种由于刀尖不是一理想点而是一段圆弧, 造成的加工误差, 可用刀尖圆弧半径补偿功能来消除。

刀尖圆弧半径补偿是通过 G41、G42、G40 代码及 T 代码指定的刀尖圆弧半径补偿号, 加入或取消半径补偿。

G40: 取消刀尖半径补偿

X, Z: G00/G01 的参数, 即建立刀补或取消刀补的终点;

注意: G40、G41、G42 都是模态代码, 可相互注销。

(1) G41/G42 不带参数, 其补偿号(代表所用刀具对应的刀尖半径补偿值)由 T 代码指定。

其刀尖圆弧补偿号与刀具偏置补偿号对应。

(2) 刀尖半径补偿的建立与取消只能用 G00 或 G01 指令, 不得是 G02 或 G03。刀尖圆弧半径补偿寄存器中, 定义了车刀圆弧半径及刀尖的方向号。车刀刀尖的方向号定义了刀具刀位点与刀尖圆弧中心的位置关系, 其从 0~9 有十个方向

进给速度单位的设定 G94、G95

1. 格式: G94 [F_];

G95 [F_];

2. 说明:

G94: 每分钟进给;

G95: 每转进给。

G94 为每分钟进给。对于线性轴, F 的单位依 G20/G21 的设定而为 mm/min 或 in/min; 对于旋转轴, F 的单位为度/min。

G95 为每转进给, 即主轴转一周时刀具的进给量。F 的单位依 G20/G21 的设定而为 mm/r 或 in/r。这个功能只在主轴装有编码器时才能使用。

G94、G95 为模态功能, 可相互注销, G94 为缺省值。

绝对值编程 G90 与相对值编程 G91

1. 格式: G90

G91

2. 说明:

G90: 绝对值编程, 每个编程坐标轴上的编程值是相对于程序原点的。

G91: 相对值编程, 每个编程坐标轴上的编程值是相对于前一位置而言的, 该值等于沿轴移动的距离。

绝对编程时, 用 G90 指令后面的 X、Z 表示 X 轴、Z 轴的坐标值;

增量编程时, 用 U、W 或 G91 指令后面的 X、Z 表示 X 轴、Z 轴的增量值;

其中表示增量的字符 U、W 不能用于循环指令 G80、G81、

G82、G71、G72、G73、G76 程序段中, 但可用于定义精加工轮廓的程序中

G90、G91 为模态功能, 可相互注销, G90 为缺省值。

坐标系设定 G92

1. 格式: G92 X_ Z_

2. 说明:

X、Z: 对刀点到工件坐标系原点的有向距离。

当执行 G92 X α Z β 指令后, 系统内部即对(α , β)进行记忆, 并建立一个使刀具当前点坐标值为(α , β)的坐标系, 系统控制刀具在此坐标系中按程序进行加工。执行该指令只建立一个坐标系, 刀具并不产生运动。G92 指令为非模态指令。

5.3 辅助功能 (M 功能)

代码及其含义

辅助功能包括各种支持机床操作的功能, 像主轴的启停、程序停止和切削液节门开关等等。

M 代码	说明
M00	程序停
M01	选择停止
M02	程序结束(复位)

M03	主轴正转 (CW)
M04	主轴反转 (CCW)
M05	主轴停
M06	换刀
M08	切削液开
M09	切削液关
M16	刀具入刀座
M28	刀座返回原点
M30	程序结束(复位) 并回到开头
M48	主轴过载取消 不起作用
M49	主轴过载取消 起作用
M60	APC 循环开始
M80	分度台正转 (CW)
M81	分度台反转 (CCW)
M98	子程序调用
M99	子程序结束

其中:

M00、M02、M30、M98、M99 用于控制零件程序的走向, 是 CNC 内定的辅助功能, 不由机床制造商设计决定, 也就是说, 与 PLC 程序无关;

其余 M 代码用于机床各种辅助功能的开关动作, 其功能不由 CNC 内定, 而是由 PLC 程序指定, 所以有可能因机床制造厂不同而有差异(表内为标准 PLC 指定的功能)。

5.4 宏程序

5.4.1 宏变量

#0~#49	当前局部变量
#50~#199	全局变量
#200~#249	0 层局部变量
#250~#299	1 层局部变量
#300~#349	2 层局部变量
#350~#399	3 层局部变量
#400~#449	4 层局部变量
#450~#499	5 层局部变量

#500~#549	6 层局部变量				
#550~#599	7 层局部变量				
#600~#699	刀具长度寄存器 H0~H99				
#700~#799	刀具长度寄存器 D0~D99				
#800~#899	刀具寿命寄存器				
#1000 “机床当前位置 X”	#1001 “机床当前位置 Y”	#1002 “机床当前位置 Z”			
#1003 “机床当前位置 A”	#1004 “机床当前位置 B”	#1005 “机床当前位置 C”			
#1006 “机床当前位置 U”	#1007 “机床当前位置 V”	#1008 “机床当前位置 W”			
#1009 保留	#1010 “程编机床位置 X”	#1011 “程编机床位置 Y”			
#1012 “程编机床位置 Z”	#1013 “程编机床位置 A”	#1014 “程编机床位置 B”			
#1015 “程编机床位置 C”	#1016 “程编机床位置 U”	#1017 “程编机床位置 V”			
#1018 “程编机床位置 W”	#1019 保留	#1020 “程编机床位置 X”			
#1021 “程编工件位置 Y”	#1022 “程编工件位置 Z”	#1023 “程编工件位置 A”			
#1024 “程编工件位置 B”	#1025 “程编工件位置 C”	#1026 “程编工件位置 U”			
#1027 “程编工件位置 V”	#1028 “程编工件位置 W”	#1029 保留			
#1030 “当前工件零点 X”	#1031 “当前工件零点 Y”	#1032 “当前工件零点 Z”			
#1033 “当前工件零点 A”	#1034 “当前工件零点 B”	#1035 “当前工件零点 C”			
#1036 “当前工件零点 U”	#1037 “当前工件零点 V”	#1038 “当前工件零点 W”			
#1039 保留	#1040 “G54 零点 X”	#1041 “G54 零点 Y”			
#1042 “G54 零点 Z”	#1043 “G54 零点 A”	#1044 “G54 零点 B”			
#1045 “G54 零点 C”	#1046 “G54 零点 U”	#1047 “G54 零点 V”			
#1048 “G55 零点 W”	#1049 保留	#1050 “G55 零点 X”			
#1051 “G55 零点 Y”	#1052 “G55 零点 Z”	#1053 “G55 零点 A”			
#1054 “G55 零点 B”	#1055 “G55 零点 C”	#1056 “G55 零点 U”			
#1057 “G55 零点 V”	#1058 “G55 零点 W”	#1059 保留			
#1060 “G56 零点 X”	#1061 “G56 零点 Y”	#1062 “G56 零点 Z”			
#1063 “G56 零点 A”	#1064 “G56 零点 B”	#1065 “G56 零点 C”			
#1066 “G56 零点 U”	#1067 “G56 零点 V”	#1068 “G56 零点 W”			
#1069 保留	#1070 “G57 零点 X”	#1071 “G57 零点 Y”			
#1072 “G57 零点 Z”	#1073 “G57 零点 A”	#1074 “G57 零点 B”			
#1075 “G57 零点 C”	#1076 “G57 零点 U”	#1077 “G57 零点 V”			
#1078 “G57 零点 W”	#1079 保留	#1080 “G58 零点 X”			
#1081 “G58 零点 Y”	#1082 “G58 零点 Z”	#1083 “G58 零点 A”			
#1084 “G58 零点 B”	#1085 “G58 零点 C”	#1086 “G58 零点 U”			
#1087 “G58 零点 V”	#1088 “G58 零点 W”	#1089 保留			
#1090 “G59 零点 X”	#1091 “G59 零点 Y”	#1092 “G59 零点 Z”			
#1093 “G59 零点 A”	#1094 “G59 零点 B”	#1095 “G59 零点 C”			
#1096 “G59 零点 U”	#1097 “G56 零点 Y”	#1098 “G59 零点 W”			

#1099	保留	#1100	“G59 零点 V”	#1101	“中断点位置 Y”
#1102	“中断点位置 Z”	#1103	“中断点位置 A”	#1104	“中断点位置 B”
#1105	“中断点位置 C”	#1106	“中断点位置 U”	#1107	“中断点位置 V”
#1108	“中断点位置 W”	#1109	“坐标系建立轴”	#1110	“G28 中间点位置 X”
#1111	“G28 中间点位置 Y”	#1112	“G28 中间点位置 Z”	#1113	“G28 中间点位置 A”
#1114	“G28 中间点位置 B”	#1115	“G28 中间点位置 C”	#1116	“G28 中间点位置 U”
#1117	“G28 中间点位置 V”	#1118	“G28 中间点位置 W”	#1119	“G28 屏蔽字”
#1120	“镜像点位置 X”	#1121	“镜像点位置 Y”	#1122	“镜像点位置 Z”
#1123	“镜像点位置 A”	#1124	“镜像点位置 B”	#1125	“镜像点位置 C”
#1126	“镜像点位置 U”	#1124	“镜像点位置 V”	#1128	“镜像点 W”
#1129	“镜像屏蔽字”	#1130	“旋转中心轴 1”	#1131	“旋转中心轴 2”
#1132	“旋转角度”	#1133	“旋转轴屏蔽字”	#1134	保留
#1135	“缩放中心轴”	#1136	“缩放中心轴 2”	#1137	“缩放中心轴 3”
#1138	“缩放比例”	#1139	“缩放轴屏蔽字”	#1140	“坐标变换代码 1”
#1141	“坐标变换代码 2”	#1142	“坐标变换代码 3”	#1143	保留
#1144	“刀具长度补偿号”	#1145	“刀具半径补偿号”	#1146	“当前平面轴 1”
#1147	“当前平面轴 2”	#1148	“虚拟轴屏蔽字”	#1149	“进给速度指定”
#1150	“G 代码模态值 0”	#1151	“G 代码模态值 1”	#1152	“G 代码模态值 2”
#1153	“G 代码模态值 3”	#1154	“G 代码模态值 4”	#1155	“G 代码模态值 5”
#1156	“G 代码模态值 6”	#1157	“G 代码模态值 7”	#1158	“G 代码模态值 8”
#1159	“G 代码模态值 9”	#1160	“G 代码模态值 10”	#1161	“G 代码模态值 11”
#1162	“G 代码模态值 12”	#1163	“G 代码模态值 13”	#1164	“G 代码模态值 14”
#1165	“G 代码模态值 15”	#1166	“G 代码模态值 16”	#1167	“G 代码模态值 17”
#1168	“G 代码模态值 18”	#1169	“G 代码模态值 19”	#1170	“剩余 CACHE”
#1171	“备用 CACHE”	#1172	“剩余缓冲区”	#1173	“备用缓冲区”
#1174	保留	#1175	保留	#1176	保留
#1177	保留	#1178	保留	#1179	保留
#1180	保留	#1181	保留	#1182	保留
#1183	保留	#1184	保留	#1185	保留
#1186	保留	#1187	保留	#1188	保留
#1189	保留	#1190	“用户自定义输入”	#1191	“用户自定义输出”
#1192	“自定义输出屏蔽”	#1193	保留	#1194	保留

#2000~#2600 复合循环数据区

#2000 ; 轮廓线类型 (0;G00, 1;G02, 3;G03)

#2101~2200;轮廓点 X(直径方式为直径值, 半径方式为半径值)

#2201~2300 ;轮廓点 Z

#2301~2400 ;轮廓点 R

#2401~2500 ;轮廓点 I

#2501~2600 ;轮廓点 J

(2) 常量

PI:圆周率 Π

TRUE: 条件成立(真)

FALSE:条件不成立(假)

5.4.2 运算符与表达式

(1) 算术运算符: +, -, *, /

(2) 条件运算符

EQ(=), NE($\neq$), GT(>)

GE($\geq$), LT(<), LE($\leq$)

(3) 逻辑运算符

AND, OR, NOT

(4) 函数

SIN, COS, TAN, ATAN, ATAN2, ABS, INT, SIGN, SQRT, EXP

(5) 表达式

用运算符连接起来的常数, 宏变量构成表达式.

5.4.3 赋值语句

格式: 宏变量=常数或表达式

把常数或表达式的值送给一个宏变量称为赋值.

例如: #2=175/SQRT[2]*COS[55*PI/180];

#3=124.0

5.4.4 条件判别语句 IF, ELSE, ENDIF

格式: IF 条件表达式

...

ELSE

...

ENDIF

格式: IF 条件表达式

...

ENDIF

5.4.5 循环语句 WHILE ,ENDW

格式: WHILE 条件表达式

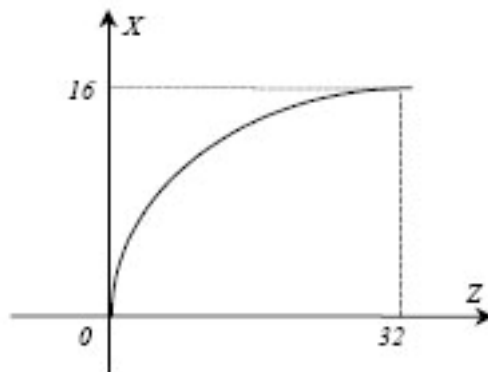
...

ENDW

条件判别语句的使用参见宏程序编程举例.

循环语句的使用参见程序编程举例.

例 18 用宏程序编制如图所示抛物线 $Z=X^2/8ZAI$ 区间 $[0, 16]$ 内的程序.



宏程序编制例图

```
%8002
#10=0    ;X 坐标
#11=0    ;Z 坐标
N10 G92 X0.0 Z0.0
M03 S600
WHILE #10 LE16
G90 G01 X[#10] Z[#11] F500
#10=#10+0.08
#11=#10*#10/8
ENDW
G00 Z0 M05
G00 X0
M30
```

5.5 例题

选择 1. 外园粗车刀 2. 外园精车刀 3. 螺纹刀 4. 钻头 5. 镗孔刀

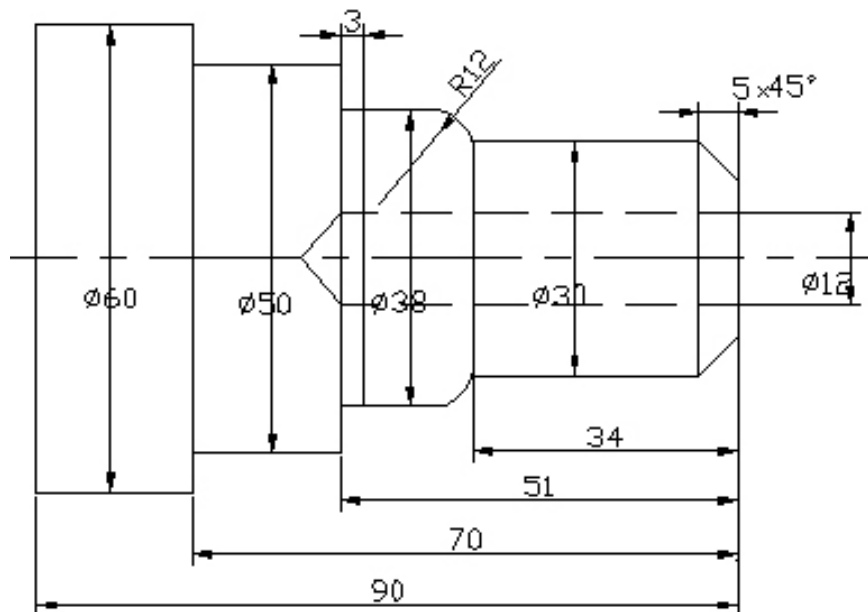


图 5.4-1

操作方法:

操作步骤:

对工件零点:

华中系统(世纪星 21T) 数控车床设置工件零点的几种方法:

1. 直接用刀具试切对刀

(1) 用外园车刀先试车一外园端面, 在 MDI 界面的刀偏表中“试切长度”中输入“当前 Z 坐标值”, 按“输入”键, 即输入到“Z 偏置”里。

(2) 用外园车刀先试车一外园, 测量外园直径后, 在 MDI 界面的刀偏表中“试切直径”中输入“外园直径值”, 按“输入”键, 即输入到“X 偏置”里。

2. G54-----G59 设置工件零点

(1) 用外园车刀先试车一外园, 测量外园直径后, 把刀沿 Z 轴正方向退点, 切端面到中心。

(2) 把当前的 X 和 Z 轴坐标直接输入到 G54----G59 里, 程序直接调用

如: G54X50Z50.....

(3) 注意: 可用 G53 指令清除 G54-----G59 工件坐标系。

程序:

```

N010 T0101(换 T01 号刀, 建工件坐标系)
N015 G00X150. Z100.
N020 G96S150M03(主轴转动, 恒线速)
N025 G00Z1.
N030 G01X61. F0.5
N035 G00X61. Z3.
N045 G71U1.5R1P50Q115X0.4 Z0.1(粗切循环)

```

N046 X150. Z150. T0100 (退刀去刀补)
N047 G00X61. Z30. T0202 (换刀 T2)
N048 G42G00Z10.
N050 G00X20.
N055 G01Z0.
N060 X22.
N065 Z-2. X30.
N070 Z-30. X30.
N075 Z-30. X36.
N080 Z-32. X40.
N085 Z-62. X40.
N090 Z-62. X46.
N095 G03Z-64. X50. K-2. I0.
N100 G01 Z-77. X50.
N105 G03Z-80. X56. K-3. I0.
N110 G01Z-85. X56.
N115 Z-85. X57.
N120 G00Z30.
N145 G40G00Z30.
N150 X150. Z150. T0200 (退刀去刀补)
N156G0X0Z170. T0404 (换刀 T4)
N156G0Z1.
N157G01Z-50. F100
N158G0Z170. T0400 (退刀去刀补)
N159T0505 (换刀 T5)
N159G0Z1.
N160G01Z-50. F100
N161G0Z170T0500
N155 G97S500M03 (恒转速)
N160 G00X61. Z3. T0303 (换刀 T3)
N165 X42. Z-32.
N170 G76P010060 (切螺纹循环) X37. 835Z-57.
N175 G76C2R-3E1. 3A60X37. 835Z-57. K1. 299U0. 1V0. 1Q0. 9F2 (切螺纹循环)
N180 G00X61. Z3.
N185 X150. Z150. T0300 (退刀去刀补)
N190 M05 (主轴停止)
N195M30 (程序停止)

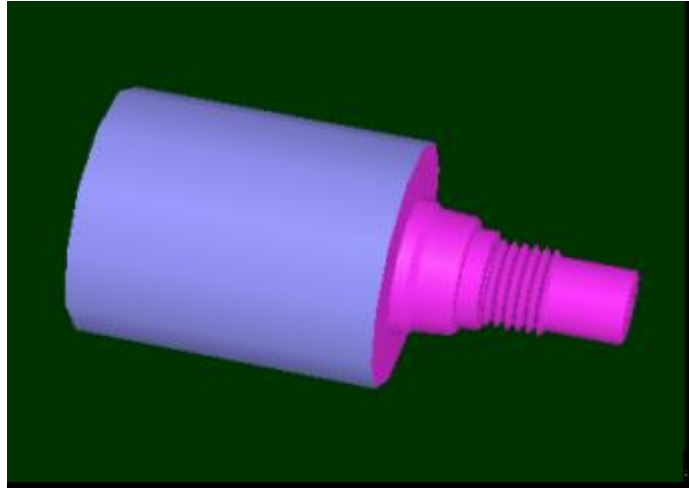


图 5.4-2

地址:南京市广州路 5 号君临国际 A 幢 1306 室

邮编:210008

电话:025-51860015

传真:025-51860015

网址:<http://www.swansc.com>

E-mail:sales@swansc.com

南京斯沃软件技术有限公司