

斯沃数控仿真软件

PA8000 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 7 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功能.....	1
1.2.1 控制器.....	1
1.2.2 功能介绍.....	1
第二章 斯沃数控仿真软件操作.....	3
2.1 软件启动界面.....	3
2.1.1 试用版启动界面.....	3
2.1.2 网络版启动界面.....	4
2.1.3 单机版启动界面.....	6
2.2 工具条和菜单的配置.....	6
2.3 文件管理菜单.....	8
2.3.1 机床参数.....	9
2.3.2 刀具管理.....	11
2.3.3 工件参数及附件.....	14
2.3.4 快速模拟加工.....	18
2.3.5 工件测量.....	19
2.3.6 录制参数设置.....	19
2.3.7 警告信息.....	20
第三章 PA8000 系统操作	24
3.1 PA8000 系统操作.....	24
3.2 参数设置.....	34
3.2.1 参数 P.....	34
3.2.2 路径补偿 D.....	35
3.3 坐标系.....	36
3.4 G 代码.....	37

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。

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功能

1.2.1 控制器

1. 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。
2. 实时地解释 NC 代码并编辑机床进给命令。
3. 提供与真正的数控机床类似的操作面板。
4. 单程序块操作，自动操作，编辑方式，空运行等功能。
5. 移动速率调整，单位毫米脉冲转换开关等。

1.2.2 功能介绍

★ 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 SSCNSRV.exe, 进入 SERVER 主界面, 如下图:

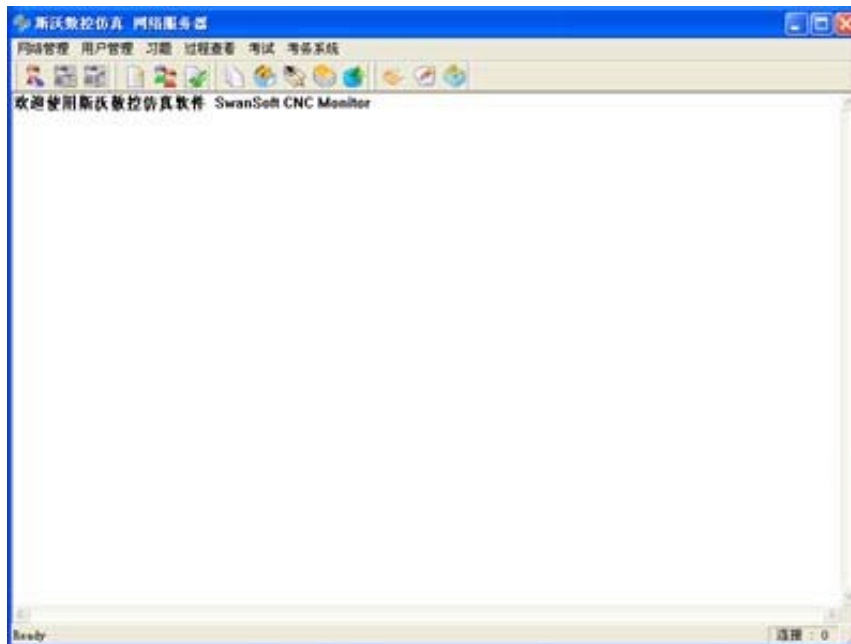


图 2.1-3

(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

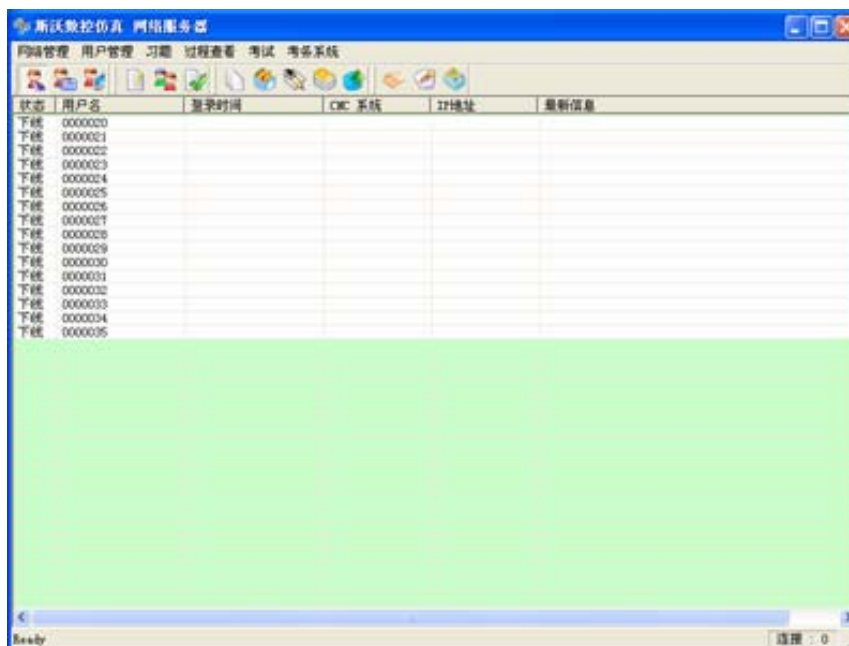



图 2.1-4

(9) 在用户状态列表中选择一个用户,然后单击工具栏上的“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

a. 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。

b. 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


 显示刀位号

置的功能

 刀具显示


 屏幕整体放大


 刀具轨迹

 屏幕整体缩小


 在线帮助

 屏幕放大、缩小


 录制参数设置


 屏幕平移


 录制开始

 屏幕旋转

 录制结束


 X-Z 平面选择

 示教功能开始和停止

 Y-Z 平面选择

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。

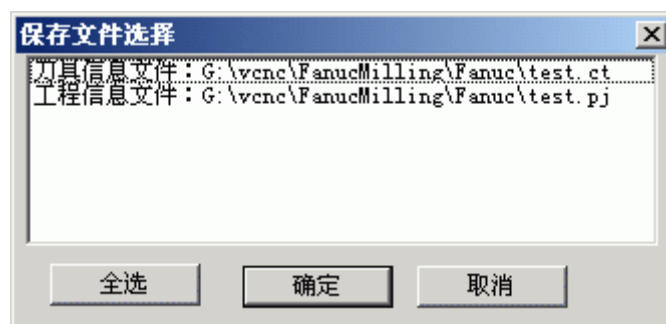


图 2.3-1

 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。

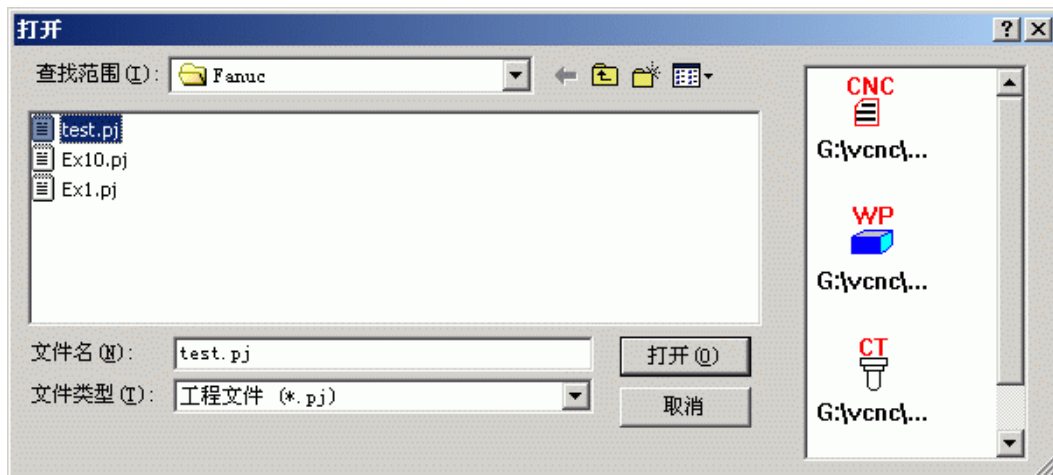


图 2.3-2

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

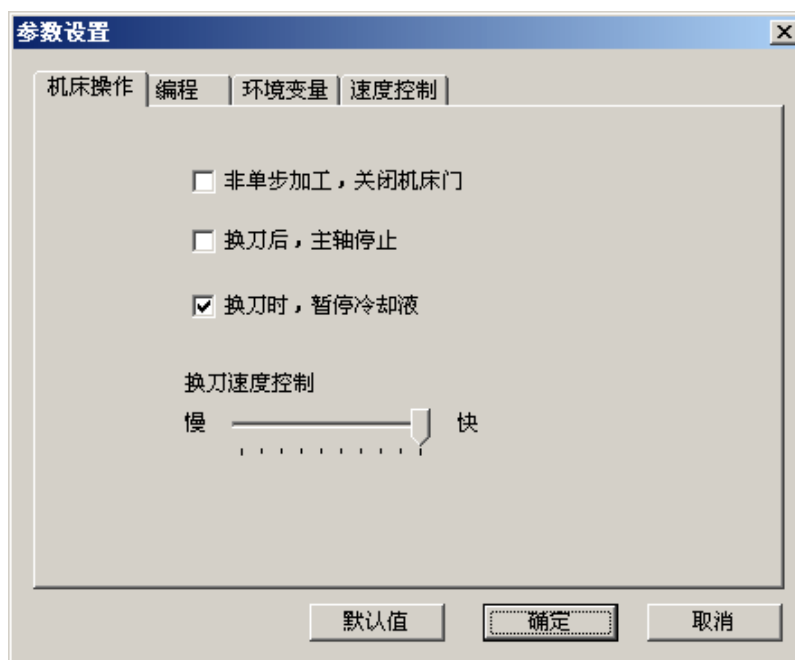


图 2.3-3

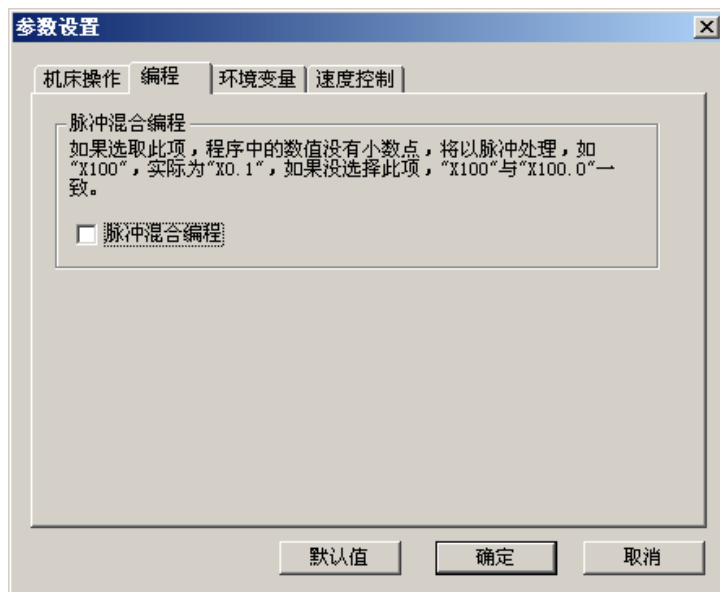


图 2.3—4

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。

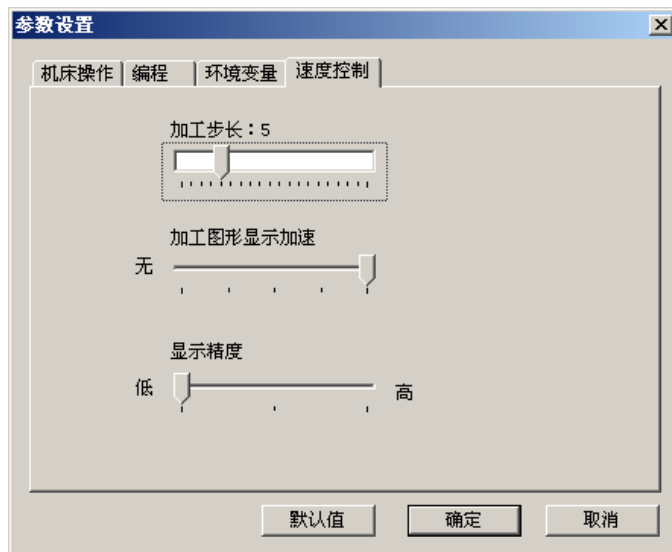


图 2.3—6

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

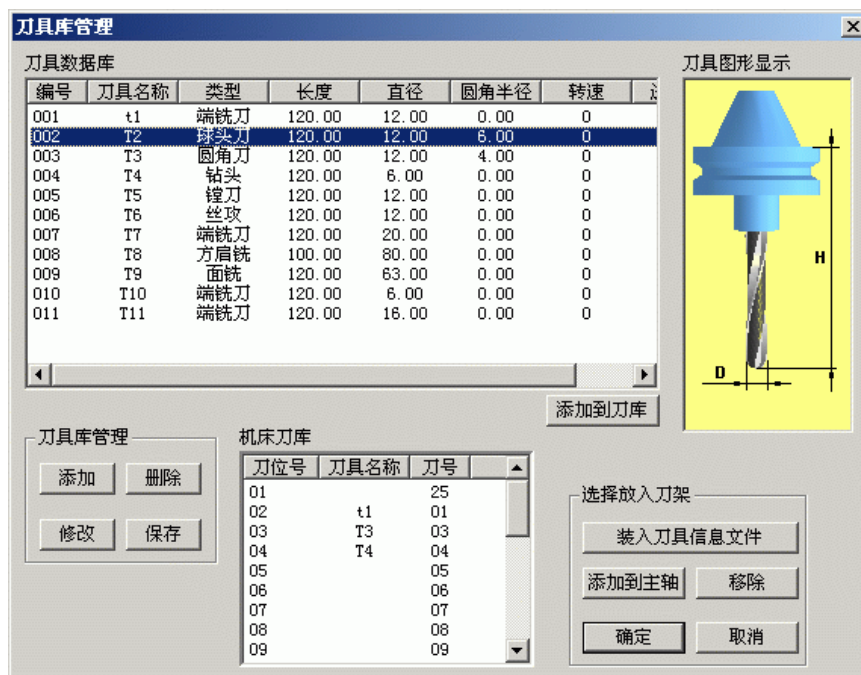


图 2.3—8

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

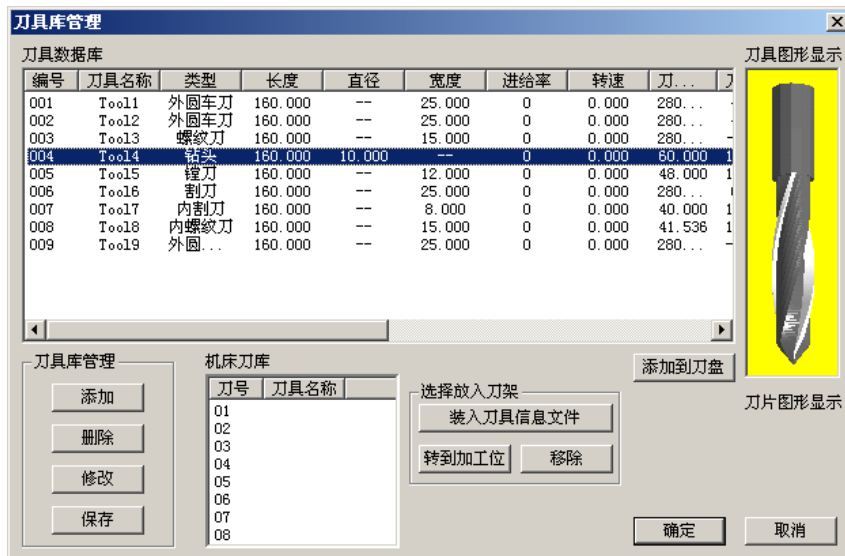


图 2.3—9

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:

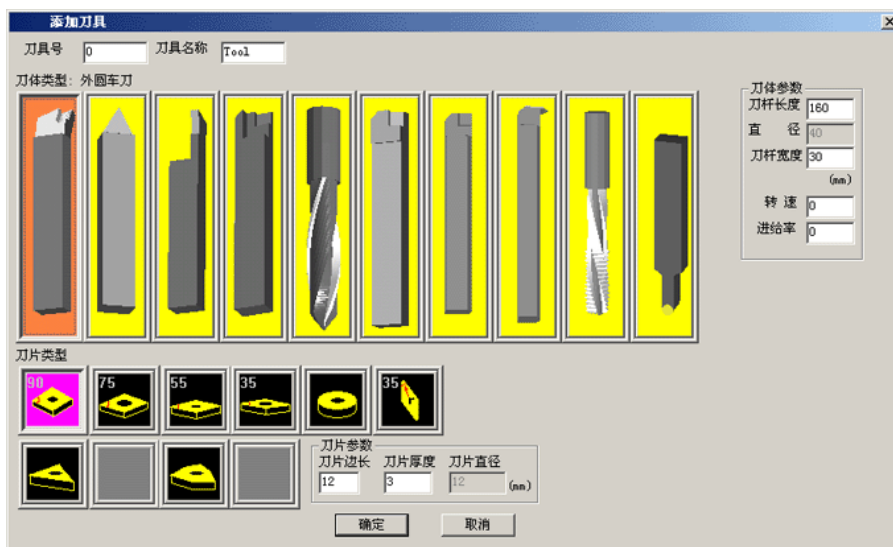


图 2.3—10

- (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:

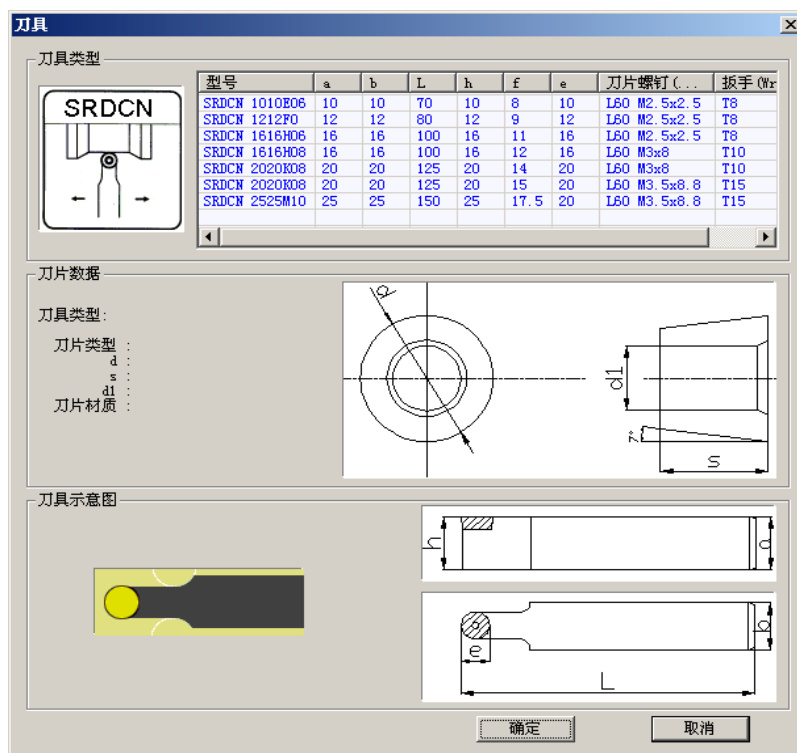


图 2.3—11

(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

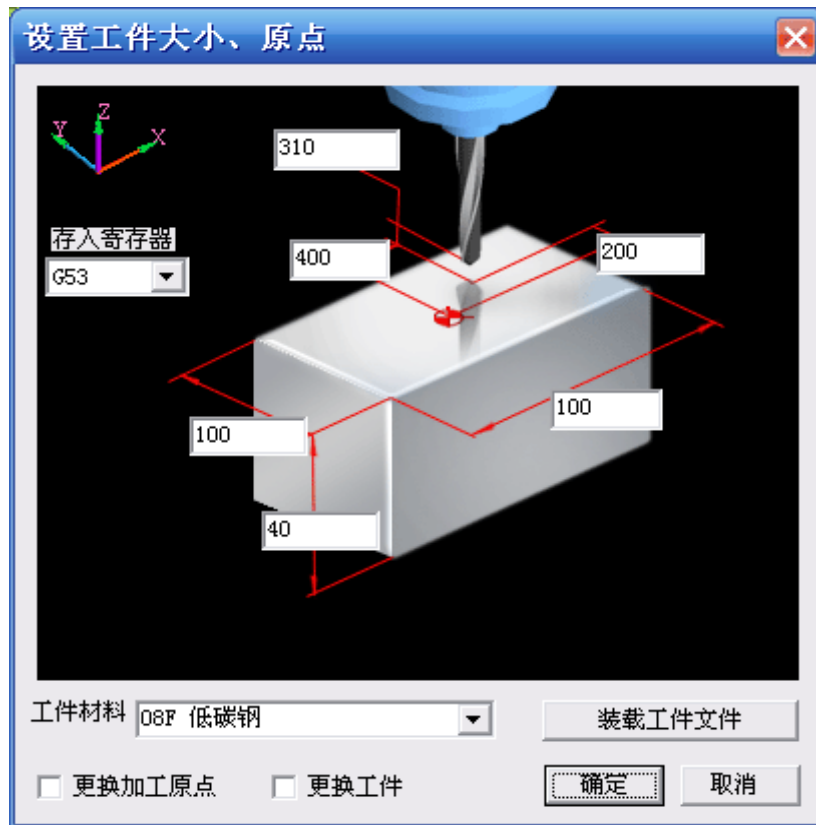


图 2.3—12

- (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

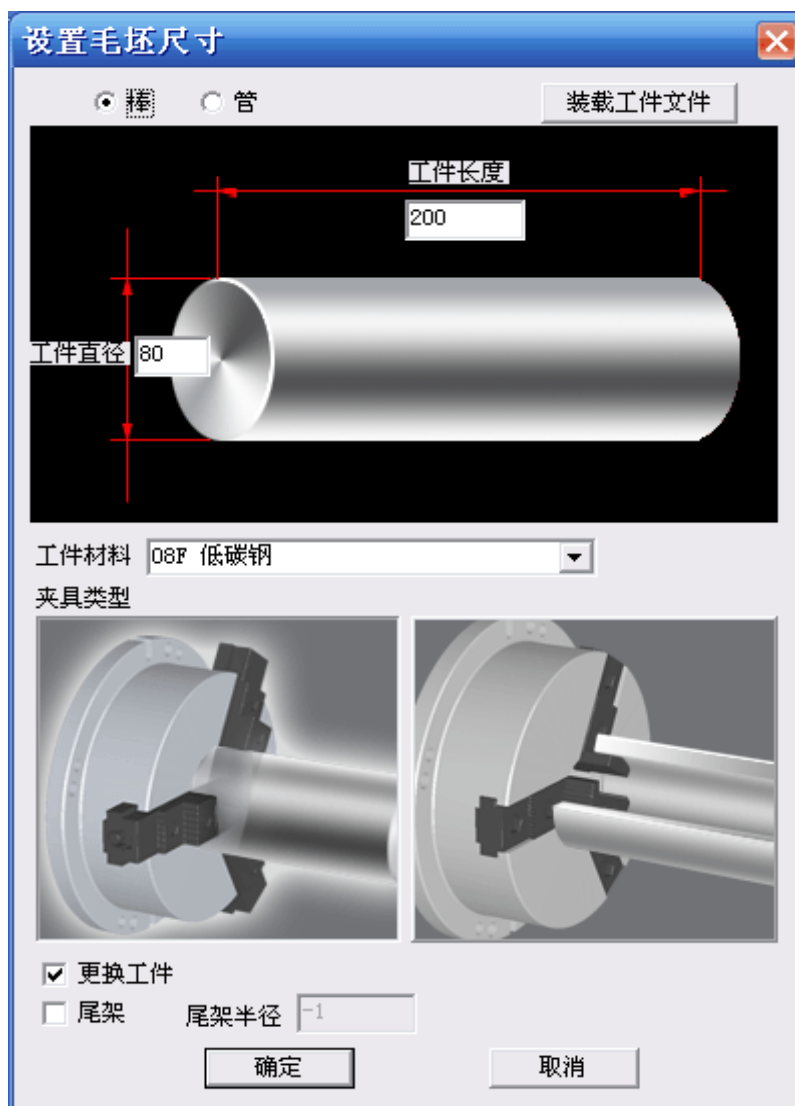


图 2.3—13

定义毛坯类型，长度、直径以及材料

定义夹具

选择尾夹

选择工件夹具

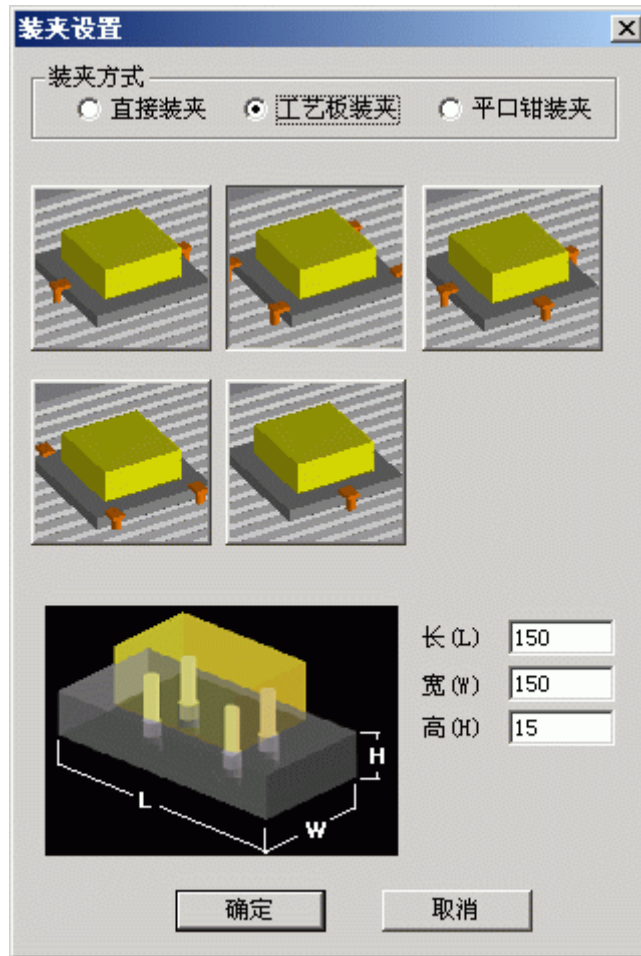


图 2.3—14

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

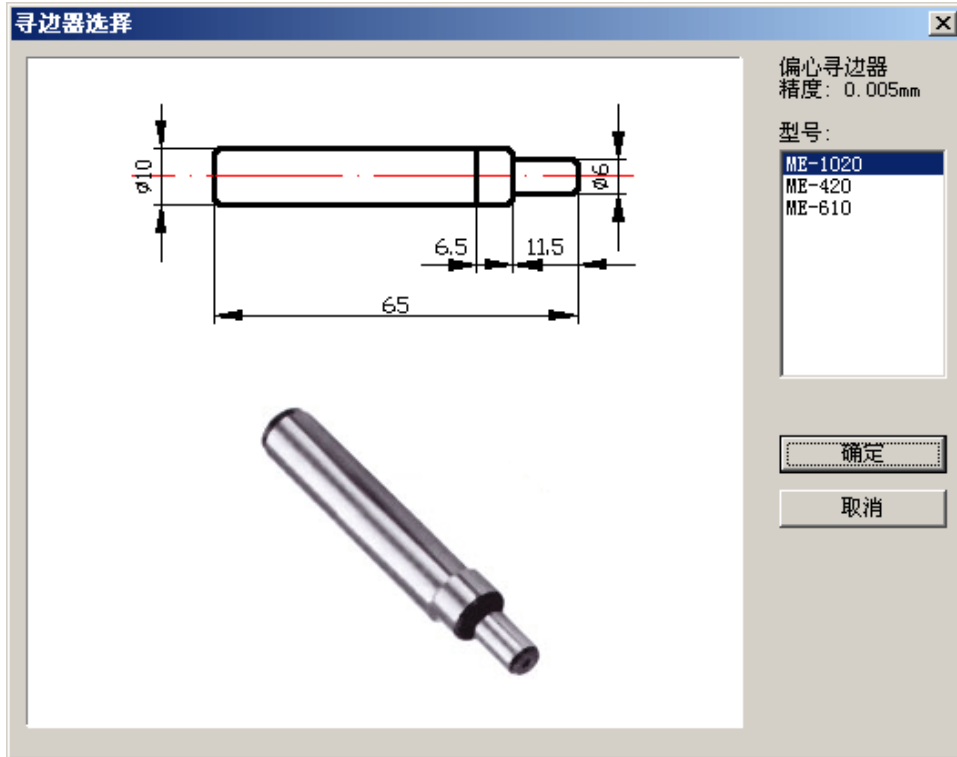


图 2.3—16

冷却液管调整

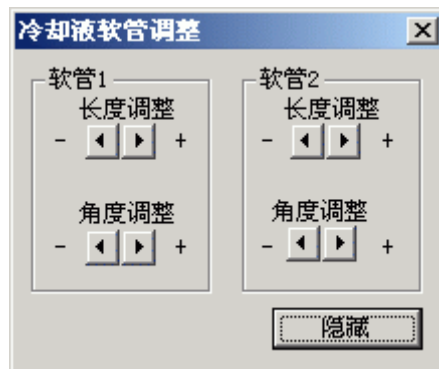


图 2.3—17

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。

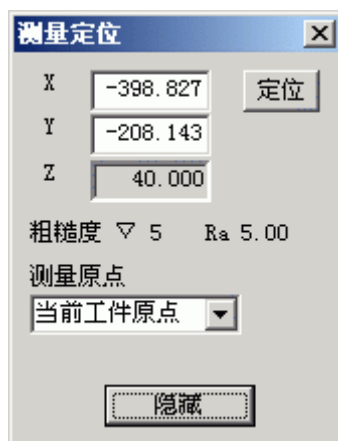
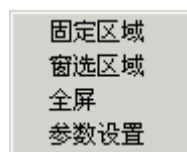


图 2.3—18

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

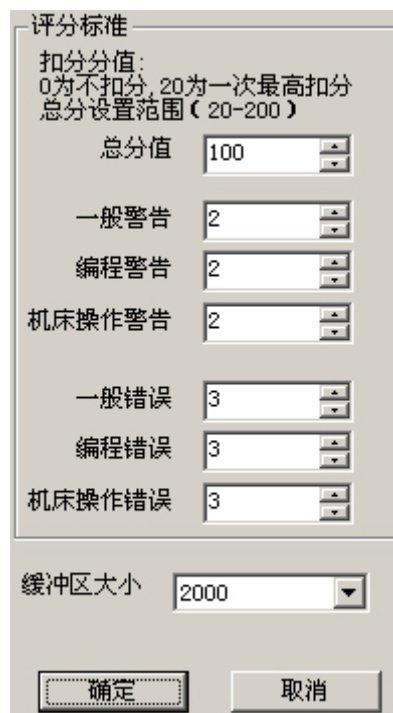


图 2.3-21 评分标准

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。

状态	用户名	登录时间	CNC 系统	IP地址	最新信息
下线	0000020				
下线	0000021				
下线	0000022				
下线	0000023				
下线	0000024				
下线	0000025				
下线	0000026				
下线	0000027				
下线	0000028				
下线	0000029				
下线	0000030				
下线	0000031				
下线	0000032				
下线	0000033				
下线	0000034				
下线	0000035				

图 2.3-22 网络管理

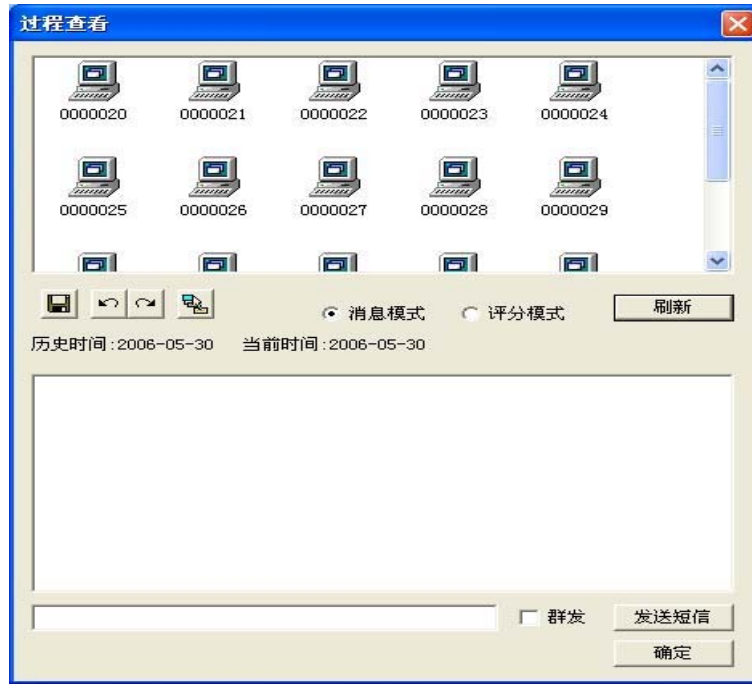


图 2.3-23 过程查看

第三章 PA8000 系统操作

3.1 PA8000 系统操作

手动方式

在选择机床后的第一个界面，或用户在点击“手动方式”按钮后，系统将切换到手动方式界面，如图所示：

此时可选择不同的手动方式来移动机床，但需在处于“机床准备好”状态才可实现（在紧急停止状态时，可用 Ctrl+“C” 键来取消）。



图3.1-1

注：在进入 PA 系统后需进行两步最基本的操作：第一步需取消紧急停止状态（Ctrl + “C”），第二步就是将所有可移动轴回原点，否则不能进行任何其它手动操作和自动运行程序。

点击主任务栏中“自动方式”按钮后，系统切换到如 3.1-2 所示的界面。在此界面下可以进行与工件加工程序有关的各种运行方式的选择。

状态栏中显示哪一个 NC 程序将要以何种方式运行。位置栏中为机床当前位置，终点坐标为当前程序行中指定要移动到的位置。



图3.1-2

如果用户还没有选择需要运行的程序或者需要更换运行程序，则选择“选择工件程序”，进入图 3.1-3 的下一界面。此时子任务栏有以下命令可供选择：



图3.1-3

1) 选择程序号：

用“选择程序号”命令来选择将要执行的程序，此时界面如图 3.1-4 所示，程序列表及程序号为当前已调入到 CNC 存储器中的 NC 程序。

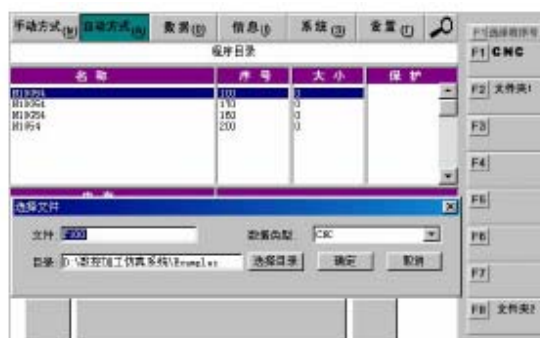


图3.1-4

2) 选择程序段:

用“选择程序段”命令来选择从现在程序的某一程序段开始运行。如图 3.1-5 所示。此时允许用户选择从当前程序中某一程序段开始执行，这使得继续执行中断的工件程序成为可能。选择方法为可直接在“请输入”对话框中输入行号或点击所需行后，点击确定按钮或按回车键后，在 NC 工件程序栏内将显示选择的那一行等待进入缓冲区。

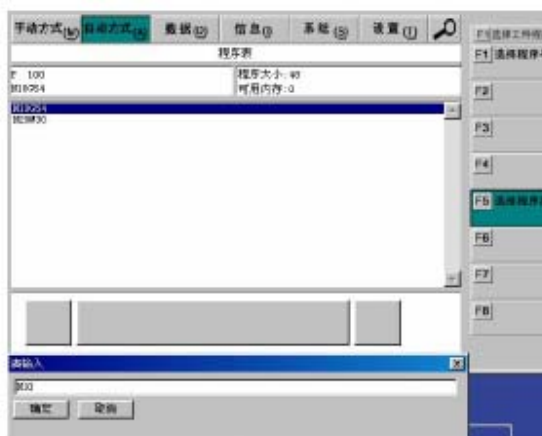


图3.1-5

程序执行 1

程序执行 1 提供两种运行方式给用户：连续方式和单段方式。即当用户按下操作箱上的启动按钮时，NC 程序以连续或单段方式运行。

同时程序执行 1 也提供了手动编程方式。

当系统处于测试程序时，要使用“测试开始”和“测试停止”子任务来实现对程序运行的控制。

手动方式

选择程序执行 1 中的“手动方式”后，系统弹出如图 3.1-6 所示的文本输入对话框，用户可以输入单行的 NC 程序段并且把它送入 NC 程序运行区。第一下按启动按钮（测试程序时用“测试开始”按钮）让程序段进入存储器（中间一行），第二下来执行此 NC 程序段。



图3.1—7

程序执行 2

程序执行 2 图 3.1—8，给用户选择是否跳步或是否执行暂停功能，同时，提供了并行编辑的功能和复位功能。“跳步”指不执行工件程序中带“/”的程序段，“(M01)暂停”指 M01 可选暂停。



图3.1—8

测试程序

用户可通过“测试程序”下的子功能实现如下功能：

执行程序：选择此菜单可以利用操作箱按钮执行相关程序（机床运行）。

测试程序：选择此菜单：选择此功能表明用户只想测试程序而非真正运行程序，因此机床不会产生任何移动，此时机床显示区将显示程序运行的轨迹图，而不再显示实际机床，运行程序时将显示程序运行轨迹的三维视图。

G00 进给速度：此功能可以使式件程序以 G00 速度执行，而非 F 指令后面的速度。



图3.1-9

点击“数据”主任务按钮后，系统切换到如图所示的界面。



图3.1-10

在此主任务下，允许用户载入、储存、管理和修改 NC 工件程序和其它的相关篇置值。一级子功能包括：

数据类型选择：选择数据类型如 NC 工件程序、参数 P、路径补偿、长度补偿和相关工件坐标系和刀库。

载入数据：从硬盘或软盘中载入数据。

储存数据：储存数据到硬盘或软盘。

管理数据：对 NC 存储器内数据进行拷贝、删除或更名等操作。

1) 点击“数据”主任务栏下的“数据修改”。出现“数据修改”子任务栏界面，点击其中的“程序号”，则出现如下图对话框。

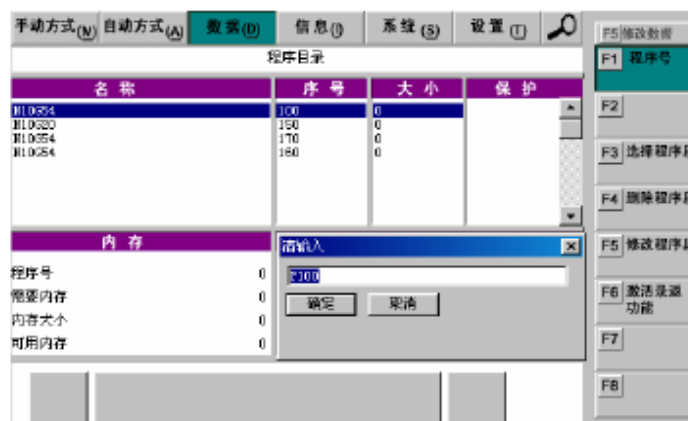


图3.1-11

- 2) 在“请输入”对话框中输入程序名。以“P”开头。
- 3) 按“确定”后，界面变为如图所示。此时可编写程序。

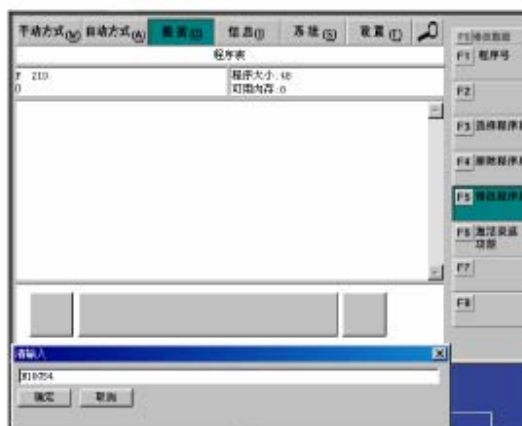


图3.1-12

- 4) 按“确定”程序即被确定读入。如图所示。

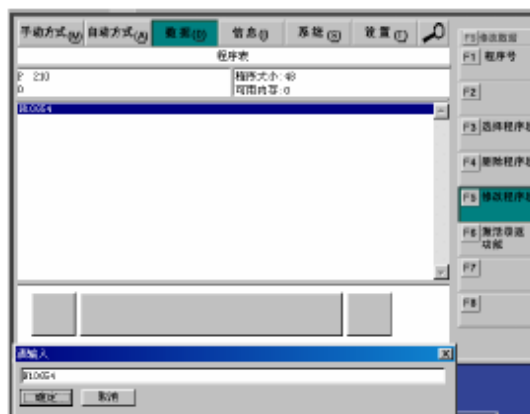


图3.1-13

- 5) 继续编写，每编写一行需按“确定”键读入。
- 6) 编写完毕后，按“取消”键退出。

保存程序

1) “新建”后，点击“数据”任务栏，在其子任务栏上，点击“存储数据”界面切换如下图。



图3.1-14

2) 点击“存储所有工作程序”，将所有内存程序保存到指定目录，同样可以选择指定目录。

注：若当前数据类型不是程序，此按钮无效。

“存储文件”是保存内存中的文件。

载入程序

用户可以通过选择“数据”任务中的“载入数据”来从硬盘或软盘中读取数据到内存中。界面切换如图。



图3.1-15

载入所有工件程序

根据选择好的数据类型，程序目录栏将显示在当前目录下的所有程序的名称及属性，点击对话框中的确定按钮，系统将当前目录下的所有程序均读入内存。

更改当前目录的方法有：

系统自动记忆两个默认的目录，选择“文件夹1”或“文件夹2”来选择当前的两个默认目录中的一个。

选择对话框中的“选择目录”按钮，在弹出的系统对话框中选择所需的目录（如 d:\temp），此时不仅当前目录成为 d:\temp，程序目录栏中将显示 d:\temp 下的所有程序，并且当前选中的系统默认目录（如“文件夹 1”）也将变为此目录，下次可直接选择“文件夹 1”就可将当前目录更换为 d:\temp。



图3.1-16

载入文件

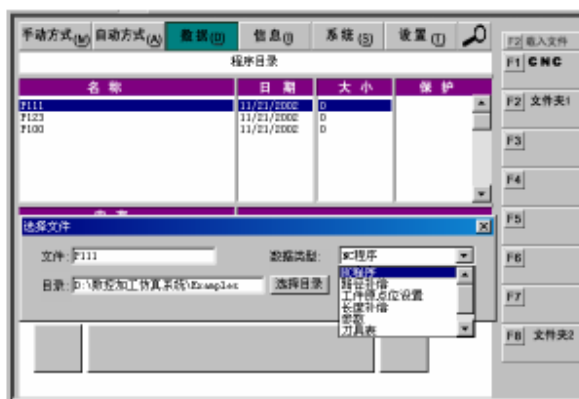


图3.1-17

在程序目录栏中显示内容同“载入所有工件程序”相同，但每次只能载入一个程序，并且可通过选择对话框（如图2-3-4）中的数据类别下拉列表框中选择要载入的数据类型。



图3.1-18

载入主程序及子程序

同“载入所有工件程序”功能相同，但只能载入 NC 程序，且当选择的数据类型不是程序时此按钮将不出现。

传送成功

若选择“载入文件”或“载入主程序及子程序”类型的任何一种，点击“确定”后，若正确载

入，则“报警信息栏”出现如下图所示。点击“√”确定退出。

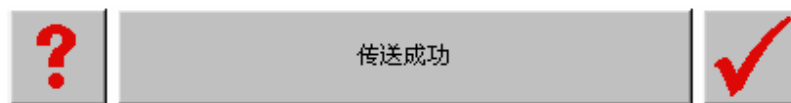


图3.1-19

若文件错误导致载入不成功。则“报警信息栏”出现如图6-2-3-6所示。点击“√”确定退出。

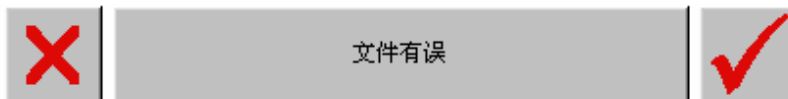


图3.1-20

管理数据

如下图所示“管理数据”界面，用户可以拷贝、删除或修改 NC 存储器中的数据。

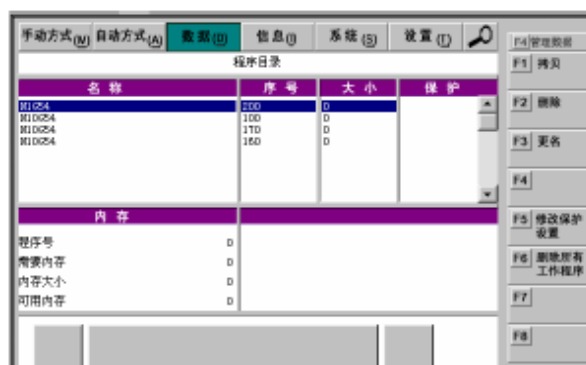


图3.1-21

拷贝

拷贝一个已经存在的程序并赋予此拷贝程序一个新的文件名。如图 2-4-2 界面。其步骤为：

- 1) 在“复制文本”对话框中，在“从”文本框中输入要拷贝的程序，或从程序目录中选择，其程序号自动出现在文本框中。
- 2) 在“到”文本框中输入目标程序名，点击确定按钮或按回车键，可将当前程序复制为一个新程序。



图3.1-22

删除

从 NC 存储器中删除文件，在删除对话框中输入程序名或直接在程序目录中选择要删除的文件，

点击确定按钮或按回车键，可将当前选择的程序从内存中删除。其界面如下图。

注：对于当前数据类型为程序时，删除程序使内存中不再有此程序。对于其它数据类型，此操作只是将数据全置为零。



图3.1-23

更名

将当前程序名更改为输入程序名。选择好程序后在“到”文件框内输入新的程序名，点击确定按钮或按回车键。如图 2-4-4。



图3.1-24

删除所有工作程序

当点击“删除所有工作程序”后，系统弹出对话框如图 2-4-5 所示，点击“是”按钮后将删除内存中的所有程序，点击“取消”可取消此操作。



图3.1-25

3.2 参数设置

3.2.1 参数 P

1) 点击“数据”子任务栏中的“数据类型选择”，出现如图 3.2-1 界面。点击其上的“参数 P”命令

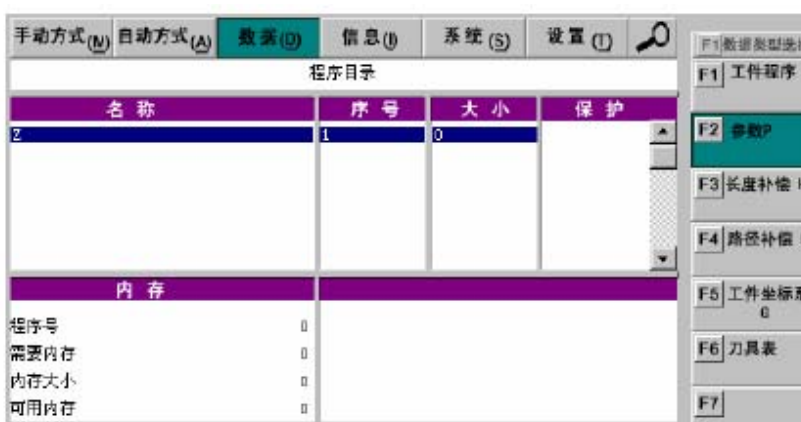


图3.2-1

点击“数据”子任务栏中的“修改数据”。如图 3.2-2。

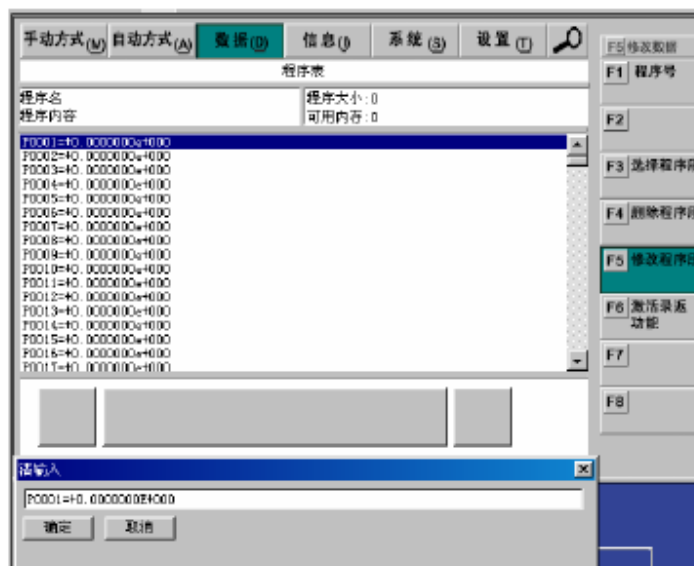


图3.2-2

在输入对话框中输入 P 值。

长度补偿 H

- 1) 点击“数据”子任务栏中的“数据类型选择”点击其上的“长度补偿 H”命令。
- 2) 点击“数据”子任务栏中的“修改数据”。如图 3.2-3。

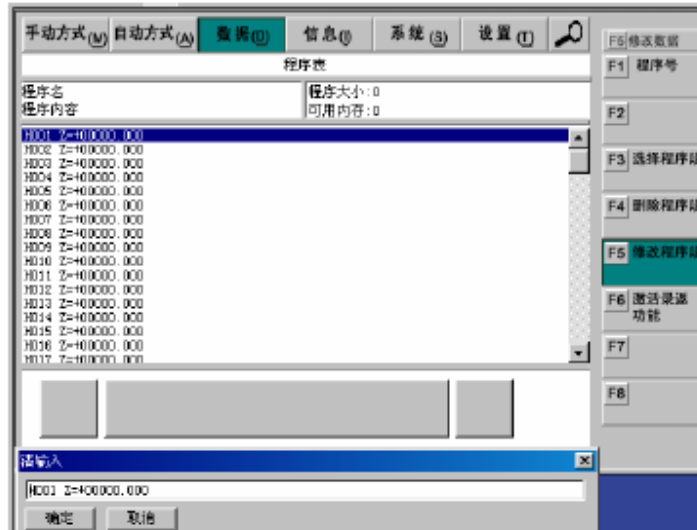


图 3.2-4

在输入对话框中输入长度补偿 H 值。

3.2.2 路径补偿 D

- 1) 点击“数据”子任务栏中的“数据类型选择”点击其上的“路径补偿 D”命令。
- 2) 点击“数据”子任务栏中的“修改数据”。如图 3.2-5。

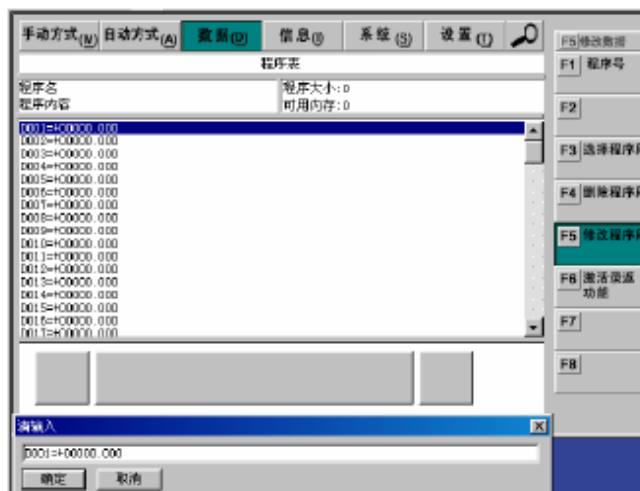


图 3.2-5

在输入对话框中输入路径补偿 D 值。

工件坐标系 G

- 1) 点击“数据”子任务栏中的“数据类型选择”点击其上的“工件坐标系 G”命令。
- 2) 点击“数据”子任务栏中的“修改数据”。如图 3.2-6。

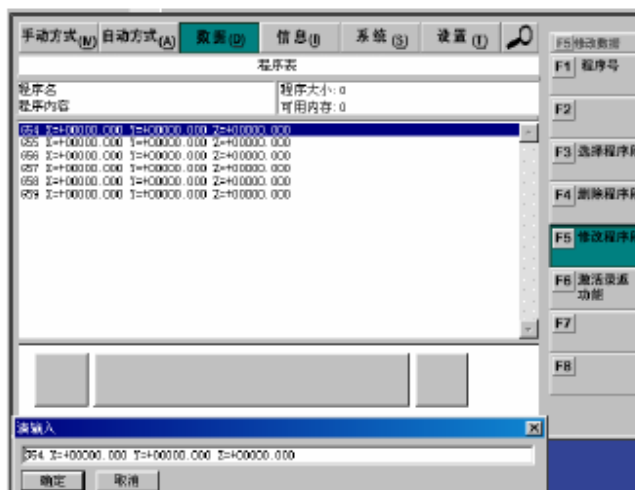


图 3.2-7

在输入对话框中输入工件坐标系 G54-G59 的值。

3.3 坐标系

坐标轴可以分为线性轴（进给轴）和旋转轴两种。三个基本的线性轴定义为 X, Y, Z 轴，它们在坐标系中的相对位置由右手法则决定，坐标轴的方向是指刀具相对于工件的运动方向。通常把和 X, Y, Z 平行的线性轴定义为 U, V, W；绕 X, Y, Z 旋转的旋转轴定义为 A, B, C。坐标系定义如下图所示：

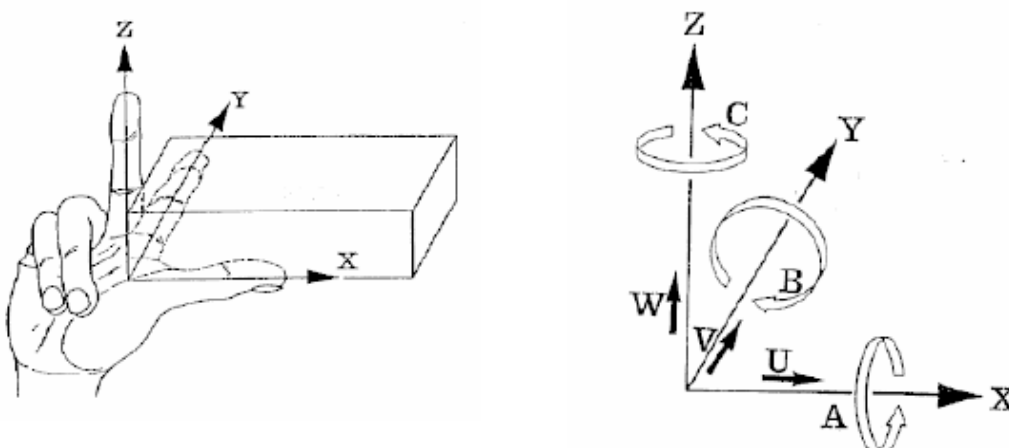


图 3.3-1

根据右手法则，普通立式铣床的坐标系定义如图 3.3 所示：

轴进给限位监控

轴进给限位值可以预先设置，称为软限位。在 NC 程序执行过程中，系统提前对 NC 程序段进行预读处理，并监控坐标轴是否超过软限位值。如果超过软限位值则做如下处理：

显示错误 211，并且在程序显示区的第三行显示产生限位的 NC 程序段。

在产生限位的程序段到达前停止程序执行。

软限位监控对于所有插补指令都有效，但是只对编程终点坐标起作用。

坐标轴在任何时候碰到硬件限位开关，系统也会显示报警信息（由 PLC 程序设置）。

3.4 G 代码

G90, G91 绝对/增量坐标编程

指令格式：G90 ... 绝对坐标编程

G91 ... 增量坐标编程

通过 G90/G91 指令切换绝对/增量坐标编程方式。系统复位后默认状态是 G90。

G90 绝对坐标编程

绝对坐标是指坐标轴相对于坐标系原点的坐标值。坐标值可以带符号。

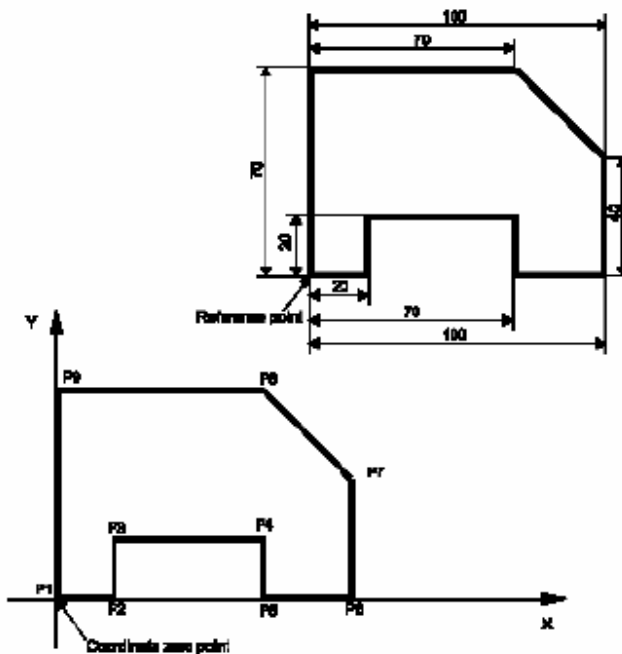


图 3.4—1

N10 G90

N20 G0 X0 Y0


```

N30 G1 X20 F500
N40 Y20
N50 X70
N60 Y0
N70 X100
N80 Y40
N90 X70 Y70
N100 X0
N110 Y0
N120 M30
    
```

G91 绝对坐标编程

增量坐标是指当前点相对于前一点的坐标变化量。坐标值符号代表轴运动方向。

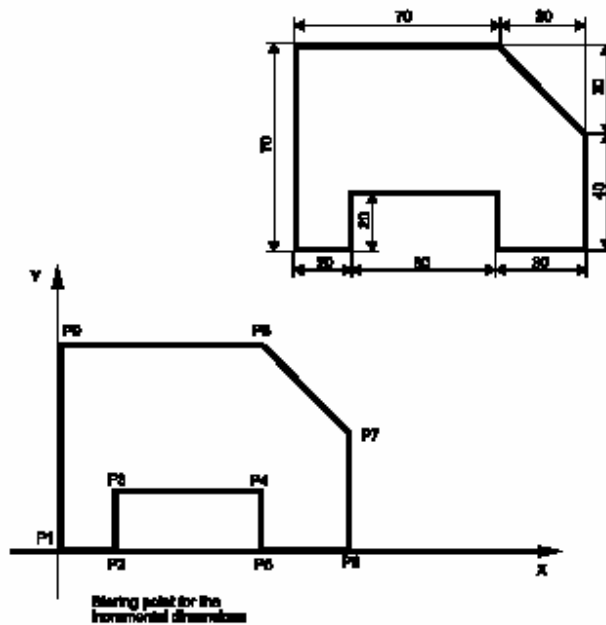


图 3.4-2

```

N10 G0 X0 Y0
N20 G91
N30 G1 X20 F500
N40 Y20
N50 X50
N60 Y-20
    
```

N70 X30
 N80 Y40
 N90 X-30 Y30
 N100 X-70
 N110 Y-70
 N120 M30

G53-G59 工件坐标系偏置

指令格式： G53 ... 取消工件坐标系偏置

G54/G55/.../ G59 激活工件坐标系偏置

G53—G59 是不运动的指令。G54—G59 用来选择工件坐标系偏置，G53 取消偏置。系统复位后默认状态是 G53。

坐标偏置值输入方法

G54—G59 对应的坐标系偏置值可以有三种输入方式：

方式 1：手动输入

输入步骤如下：

- a) 操作“数据——F1（数据类型选择）——F5（工件坐标系 G）”。
- b) 如果“工件坐标系 G”菜单项无效，点击使之有效（有效时菜单颜色反显）。
- c) 操作“数据——F5（修改）”。
- d) 点击要修改的偏置值。被选中的值显示在输入窗口内，可以在该处输入新的值。点击“确定”或按“ENTER”键即可。

注意：

只能修改“=”号后面的数值，其它如“G54 X= Y= Z=”要保留。

方式 2：使用循环编程指令编辑

方式 3：调用一个包含所需偏置值的文件。文件格式必须遵循以下格式：

```
%
GTABXX “XX” 是坐标系偏置表的号码（两位数字）
G54X=+00000.000 Y=+00000.000 ...
...
G59X=+00000.000 Y=+00000.000 ...
<ETX> 文件结束符
```

G00 快速定位

指令形式： G0 X... Y...

X, Y: 终点坐标

G00 指令使用系统默认速度（由机床参数决定）使刀具快速定位到终点坐标，刀具运动轨迹为直线。

(起点坐标: X = 250, Y = 200, Z = 250)

N10 G90

N20 G0 X50 Y80 Z100 快速移动到 X50 Y80 Z100

N30 Z20 快速移动到 Z20

N40 ...

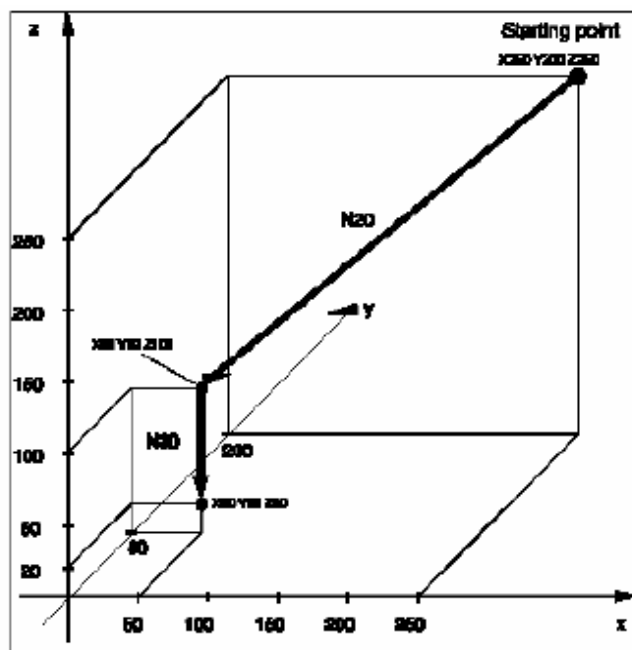


图 3.4-3

G01 直线插补

指令形式: G1 X... Y... F...

X, Y: 终点坐标

F: 进给速度 (单位: mm/分 或 mm/转)

G1 指令使刀具以速度 F 按直线轨迹进给到终点坐标。速度 F 具有模态性

G02, G03, G12, G13 圆弧插补

G02, G03 指定圆心圆弧插补

指令格式: G2/G3 X... Y... I... J... F... (X-Y 平面内圆弧, G17 激活)

G2/G3 Z... X... K... I... F... (Z-X 平面内圆弧, G18 激活)

G2/G3 Y... Z... J... K... F... (Y-Z 平面内圆弧, G19 激活)

I, J, K: 在 X, Y, Z 方向上, 圆弧圆心相对圆弧起点的增量坐标

X, Y, Z: 圆弧终点坐标

G2 是指定圆心的顺时针圆弧插补指令; G3 是指定圆心的逆时针圆弧插补指令。圆弧轨迹必须位于 G17—G20 定义的平面内。利用 G2/G3 不指定终点坐标时可以加工 360 度的整圆。若圆弧指令编写不完整, 系统会显示 243 或 203 号错误信息。

圆弧方向定义方法: 朝垂直于圆弧轨迹平面的第三轴负向看, 顺时针方向圆弧用 G2 编程; 逆时针方向圆弧用 G3 编程。见如下图示。

[例 4.6]

(起点 X = 0, Y = 50)

N30 G2 X60 Y30 I30 J-10 F200

圆弧方向 终点坐标 指定圆心 进给速度

G12, G13 指定半径圆弧插补

指令格式: G12/G13 X... Y... K... F...

K: 圆弧半径 (有符号)

G12 是指定半径的顺时针圆弧插补指令; G13 是指定半径的逆时针圆弧插补指令。圆弧方向定义与 G2/G3 一致。整圆插补不能用 G12/G13 指令编程。

小于 180 度的圆弧称为劣弧, 编程时半径 $K > 0$; 大于 180 度的圆弧称为优弧, 编程时半径 $K < 0$ 。

圆弧指令有如下错误时, 系统会显示错误号 114:

圆弧起点=终点

未输入半径值 K

半径值 K 过小, 即起点到终点的距离大于 2 倍半径值。

N40 G1 X15 Y5

N50 X10 Y15

N60 Y45

N70 G2 X30 Y65 I20

N80 G1 X85

N90 G12 X90 Y60 K5 圆弧 $<180^\circ$ (K 为正)

N100 G1 X95

N110 Y15

N120 G13 X75 Y5 K-14 圆弧 $>180^\circ$ (K 为负)

N130 G1 X15

...

螺旋线插补

若系统螺旋线插补功能已开放，则可以利用G2/G3/G12/G13指令进行螺旋线插补。所有在被激活平面外的轴都可以看作螺旋轴。螺旋轴最多可以有6个。

[例4.8] X-Y平面（G17）内整圆插补，Z轴为螺旋轴，编程如下：

```
N10 G02 I10.73 Z20.1
```

说明：

也可以利用切线圆弧指令G7实现螺旋线插补，刀具半径补偿G41/G42仍然有效。

G07 切线圆弧插补

指令格式：G7 X... Y...

切线圆弧插补功能插入一条圆弧轨迹，使之与前一段运动轨迹相切。

```
N10 G0 X10 Y10 F1000
```

```
N20 G1 X20 Y40
```

```
N30 G7 X50
```

```
N40 G1 X60 Y10
```

```
N50 M30
```

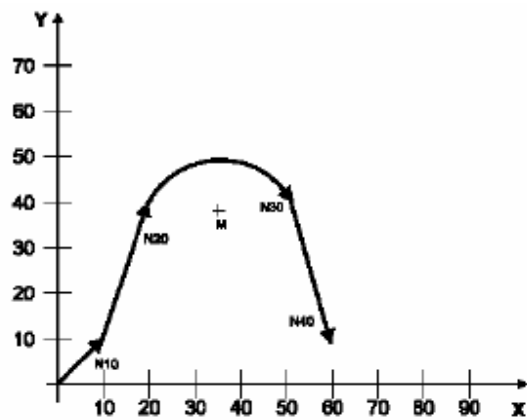


图 3.4—4

```
N10 G0 X10 Y10 F1000
```

```
N20 G1 X20 Y40
```

```
N30 G7 X50
```

```
N40 G1 X90 Y20
```

```
N50 M30
```

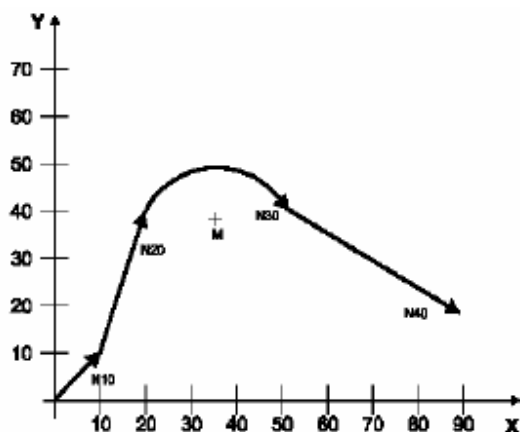


图 3.4—5

说明:

在例 3.2—13 中，插入的圆弧和前后两段直线都相切；而例 3.20 中，插入的圆弧只跟前一段直线相切。和后一段曲线是否相切是有该段曲线位置决定的。

N10 G2 X30 Y30 I30

N20 G7 X50 Y50

N30 G1 X70 Y60

N40 M30

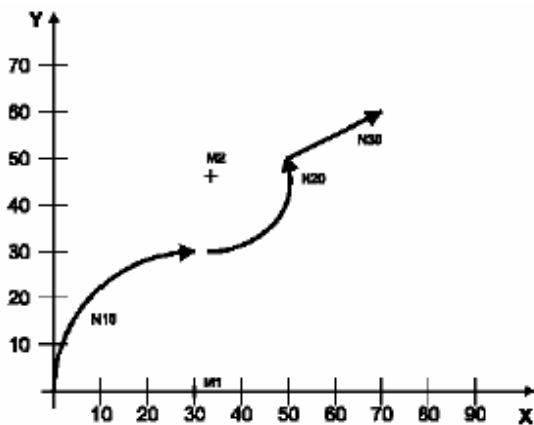


图 3.4—6

G05, G06 样条定义及 2 维样条插补

指令形式: G5 X... Y... M70/71/72/73 样条定义

G6 X... Y... F... 样条插补激活

样条插补用来将目标点用光滑的曲线连接起来（没有扭曲），曲线的半径是不断变化的。

该指令与“示教”功能配合使用，对于只有工件模型而没有尺寸坐标的轮廓加工是非常适用的。

样条插补编程分为“样条定义”和“样条插补激活” 两步。

G05 样条定义

首先用 G05 指令定义样条插补轴。每个插补轴必须指定一个虚拟值，该值至少由一个数字组成，数值本身没有意义（参看下列）。

样条类型由 M 代码确定，M 代码 M70-M73 意义如下：

M70 开始和结束样条均为 0 曲线（自然样条），M70 为默认指令。

M71 开始样条以切线过渡，结束样条为 0 曲线。

M72 开始样条为 0 曲线，结束样条以切线过渡。

M73 开始和结束样条均以切线过渡。

样条以切线过渡是指在样条插补前的最后一段和样条插补后的第一段不能插入任何扭曲轨迹。这些插入的轨迹必须是直线或圆弧。如果没有包含任何位置信息因而无法确定方向，样条开始和结束由第一个和最后一个样条段方向确定。

下面程序以不同样条类型插补的轨迹

```

N10 G5 X1 Y1 M70/M71/M72/M73 样条定义
N20 G1 X10 Y0
N30 X0 Y15
N40 G6 X5 Y30
N50 X20 Y15
N60 X45 Y30
N70 X60 Y15
N80 G1 X65 Y30
N90 M30
    
```

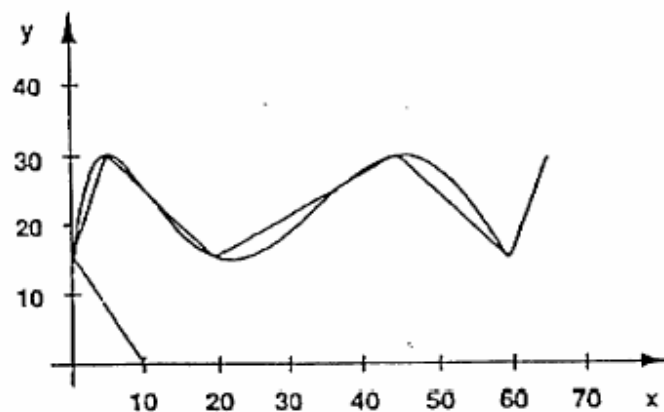


图3.4-7

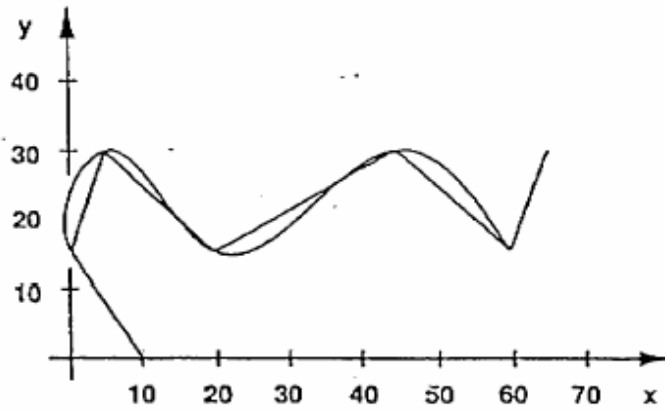


图3.4-8

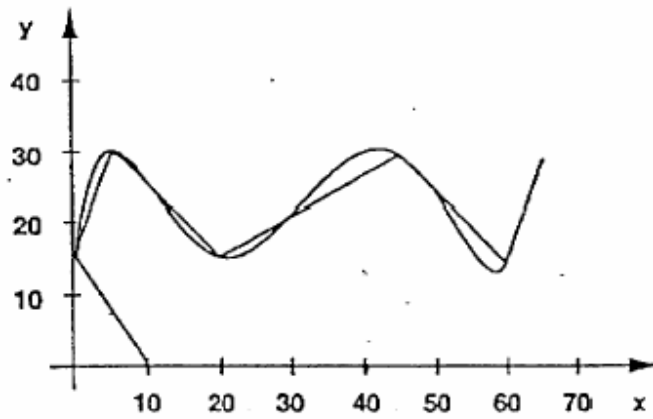


图3.4-9

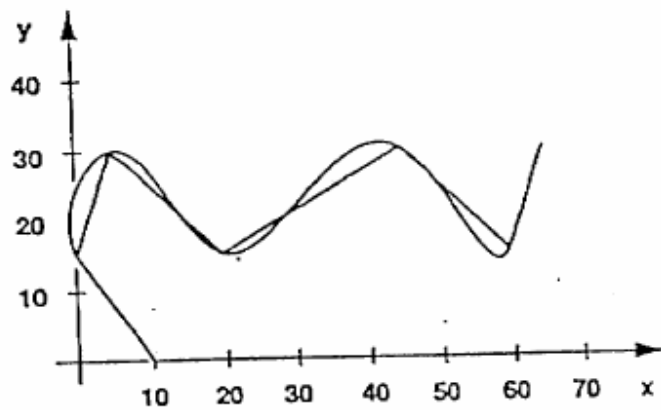


图 3.4-10

G06 激活样条插补

第二步使用 G06 激活样条插补。可以通过使用同组的其他 G 代码来使样条插补失效（如 G00,G02,G13）。如果要使用切线过渡，G06 前的程序段必须包含位置信息。


```
...  
N30 G5 X1 Z1 M71  
N40 G1 X2 Z5  
N50 G6 X3 Z10  
...
```

这段程序将控制坐标 X, Y, Z 达到下列结果:

样条插补对 X, Z 轴有效, Y 轴是线性插补。G05 定义的 X 和 Z 值只是定义样条插补轴, 并不会导致轴运动。

样条定义指令 G05 可以和定义插补轴的虚拟坐标及样条类型 M 代码 (M70-M73) 编写在同一程序段。

如果 G05 后面没有编写坐标值, 也就是说没有定义样条插补轴, 则 G06 激活样条插补时产生的效果相当于 G01。

如果使样条插补无效, 并在其后使用同指令组的其他 G 代码编程, 则最初的样条定义 (G05) 和最初的样条类型 (M70-M73) 仍然有效。

如果调用一个新的样条插补, 涉及到其它样条插补轴, 这些轴的地址 (每个轴有一个虚拟值) 必须在轴插补激活之前使用一个新的 G05 指令编程。如果样条类型需要改变, 必须在样条插补激活之前使用 M 代码对需要的样条类型进行编程。

注意:

如果随同 G05 一起编程的只有轴地址而没有新的样条类型, 已经选择的样条类型不会受影响。

如果 G06 有效时对 G05 编程, 将显示错误信息 108。

如果样条插补激活, 只能编写带有位置坐标的程序段; 无位置坐标的程序段 (如 G04, G92) 会导致错误信息 257。

如果只有一段样条插补指令, 则该指令象普通直线插补指令 G01 一样执行。

测试时, 可将样条插补的程序更改为直线插补, 只须将 G06 更换为 G01 即可。样条定义指令和样条类型的选择不影响直线插补。

G86 指令用 K 编程轮廓精度及“预读”功能对样条插补无影响。

轨迹速度

当样条轨迹和所编程的直线轨迹偏差距离比较大时, 实际样条插补速度大于编程速度, 这是由于编程速度是和直线轨迹相关的。当进行样条插补时, 系统将会采用适合的速度, 使刀具到达目标点所用时间和直线轨迹时间相同。

2 维路径切线设置

指令格式： G78 C... 2 维路径切线设置激活

G79 2 维路径切线设置取消

C: 刀具于轨迹切线方向的夹角。若 C 省略, 则默认角度为 0。夹角 C 的范围是 -360° 到 $+360^{\circ}$, 超过此范围, 系统显示错误号 54。

在进给过程中, 2 维路径切线设置功能可以控制旋转轴在轨迹平面内的定向, 使得任意时刻刀具与轨迹切线的夹角为设定值。该功能适用于锯床、激光焊接机、车床、冲床等。

2 维路径切线设置通过 G78 指令激活; G79 指令或“复位”将取消该功能。2 维路径切线设置激活后, 旋转轴总是选择最短路径 (转角 $<180^{\circ}$) 进行角度定位。

N10 G1 X0 Y0 C0 F3000

N20 G78 X30 Y30 角度调整为 45°

N30 G1 X60 Y40 角度调整为近似 16.5°

N40 G3 Y80 J-20 和圆弧轨迹相切

N50 G1 X0 角度调整为 180°

N60 G78 X-40 C45 角度调整为 225°

N70 G3 Y40 J-20 角度调整为: 45° + 轨迹切线角度

N80 G1 X-20 角度调整为 45°

N90 G78 Y0 角度调整为 270°

N100 G1 X-30 Y-30 M30 角度调整为近似 217°

工作方式

螺纹切削的进给速度是根据主轴转速计算得到的。编程的速度 F 不起作用。当遇到 G01, G02, G03 或 G07 等指令后, 速度字 F 再次有效。

为了保证螺纹多次切削时刀路重合, 每次从主轴的 0 位置 (即主轴编码器的零脉冲位置) 开始切削。加工几段连续的螺纹时, 只在第一段螺纹起始处定位零脉冲。

可控主轴

如果在切削螺纹时激活 G08 指令, 则在每个程序段结尾处切削速度减到 0, 在下一个程序段开始时再加速。可控主轴转速和螺纹切削轴同步, 即在程序段结尾处停止。

如果激活 G09 指令, 只有改变进给轴或主轴方向时, 才会在螺纹加工段结尾处降速。

左手螺纹或右手螺纹由主轴旋转方向决定 (分别用 M03 或 M04 编程)。

G33 恒间距螺纹切削

用 G33 指令编程可以切削下列类型恒间距螺纹:

端面螺纹

直螺纹

锥度螺纹

控制退刀直螺纹

控制退刀锥度螺纹

G34 变间距螺纹切削

用 G34 指令编程可以切削下列类型变间距螺纹：

直螺纹

锥度螺纹

螺纹段 NC 地址字的意义

X: ① 端面螺纹的螺纹长度

② X 方向退刀距离

Z: Z 方向螺纹长度

I: X 方向螺距（螺纹导程）

K: Z 方向螺距（螺纹导程）

J: ① Z 方向退刀距离

② 螺纹加工方向的螺距（螺纹导程）变化量

G133, G134 无滞后螺纹切削

“无滞后螺纹切削”是指通过自动调整消除螺纹轨迹滞后误差。如果 Hi800 已经设置了该功能，用 G33, G34 切削螺纹消除滞后误差。

第一次激活“零滞后”功能前必须先让系统“学习”螺纹轴的特性。通过 G133 指令激活“学习”功能。见例 3.27 所示。

```
N10 G1 X0 Z0 F300
```

```
N20 G133
```

```
N30 X10
```

```
N40 Z10
```

```
N50 G134
```

```
N60 M30
```

通过 G133 指令激活学习功能，插补模块计算零滞后所需的基本参数，以便在其后的程序段自动进行优化处理，使得系统显示的滞后值会在 0 左右变化。轴移动的过程中，KV 因子将会被调整为 100。因此，如果系统显示的 KV 值已经稳定在 100 左右，则可以用 G134 终止学习过程。

当激活学习功能时，不可以用 G33/G34 编程。

注意：

当再次用 G133 激活“学习”功能后，以前记忆得零滞后参数将会被改写。也就是说，要重复一次学习的全过程。

激活学习功能的 G 代码可以预先设定，默认值 G133。跟随其后的 G 代码停止学习功能。

无滞后螺纹切削时必须激活 G08。

N100 G08

N110 G01 F5000 X100 Z100 M03 S500

N120 G33 Z120 K1

N130 G1 X ...

N140 ...

G63, G66 可编程进给倍率

指令形式：G63 F... 可编程进给倍率开

G66 可编程进给倍率关

F：进给倍率，是指编程进给速度的百分比

Hi800 系统一般有两种进给倍率调节方式：

通过机床上的进给倍率开关手动调节

可编程进给倍率

在“手动”和“自动”工作方式中，进给倍率（百分比）和实际进给速度都显示在系统界面上。因此进给倍率对进给速度的影响可以直接从显示器上观察到。

说明：

在 G63 指令后用 F 值编程进给倍率。F 字的值（百分比值）必须是 1 到 120 间的整数。用 G63 编程的进给倍率优先于机床上进给倍率开关的调整。但有个例外是：如果机床上的进给倍率开关转动到“进给停止”状态，则机床倍率开关优先于编程的倍率。也因此才始终可以通过将进给倍率开关打到 0% 来停止机床运行。

用 G63 编程进给倍率可用 G66 来取消。G66 同时激活机床进给倍率开关的设置。如果没有用 G63 编程进给倍率，机床进给倍率开关有效。如果 G63 段中没有 F 字，轴进给使用 NC 程序中编程的速度。如果在前面的 G63 中已使用 F 值编程进给倍率，虽然已经用 G66 取消设置，再次使用 G63 时这个 F 值仍然有效。

N10 G66 机床进给倍率开关有效

...

N50 G63 使用 NC 程序中编程速度进给，机床进给倍率开关无效

...

N100 G63 F55 进给倍率设为 55%，也就是进给速度为编程速度的 55%

...

N200 G66 编程进给倍率无效，机床进给倍率开关有效

...

N300 G63 与 N100 效果一样

注意：

G63 对编程的进给速度 F 及快移速度都有效，在执行 G00 指令时，进给倍率不超过 100 %。

编程进给倍率值不等于 0 时，对 G74（可编程回原点）或 G33/G34（螺纹切削）无影响。

可编程加速度

指令格式： B ...

可编程加速度功能可以减小预设的最大加速度。加速度是指轴进给速度的变化率，因此它可以使速度增加或者减少。

可编程加速度用 B 和一个 1 到 100 之间的整数（百分数）来编程。编程的百分数与允许的最大加速度有关。编程加速度是模态的，在系统复位后该数值不改变。

[例 5.3] 预设的最大加速度减小为 25%，即，加速时间或制动时间加长为 4 倍。

...

N20 B25

N30 G1 X10 Y15

...

编程加速度对所有轴都有效。

注意：

如果数值 B 超过 100 或使得加速时间超过 32 秒，系统将分别显示错误信息 212 或 110。

当“预读”功能有效时，使用该指令限制加速度会更加有用。

S 代码

指令格式： S ...

S：主轴速度，单位为“转 / 分”。

[例 5.4] S2000 设定主轴转速为 2000 转/分

说明：

主轴转速倍率可用 S 代码和指令 G63 编程。

主轴速度限制可用 G92 编程。

主轴旋转方向由 M 代码决定。

M03, M04 主轴正转反转

指令形式： M03 ... 主轴正转（顺时针）

M04 ... 主轴反转（逆时针）

指令 M03 使主轴顺时针旋转（正转），指令 M04 使主轴逆时针旋转（反转）。顺时针和逆时针方向是由主轴看向工件决定的。

M05 主轴停止

指令形式： M5 ...

指令 M05 编程停止主轴，也就是主轴转速设为 0。

G63, G66 可编程主轴倍率

指令形式： G63 S... 可编程主轴倍率开

G66 可编程主轴倍率关

S：主轴倍率，是编程主轴速度的百分比。

Hi800 系统一般有两种主轴倍率调节方式：

通过机床上的主轴倍率开关手动调节

可编程主轴倍率

在“手动”和“自动”工作方式中，主轴倍率（百分比）和实际主轴转速都显示在系统界面上。因此主轴倍率对主轴转速的影响可以直接从显示器上观察到。

说明：

在 G63 指令后用 S 值编程主轴倍率。S 字的值（百分比值）必须是 50 到 120 间的整数。用 G63 编程的主轴倍率优先于机床上主轴倍率开关的调整。

用 G63 编程主轴倍率可用 G66 来取消。G66 同时激活机床主轴倍率开关的设置。如果没有用 G63 编程轴倍率，机床轴倍率开关有效。如果 G63 段中没有 S 字，主轴转速使用 NC 程序中编程的速度。如果在前面的 G63 中已使用 S 值编程主轴倍率，虽然已经用 G66 取消设置，再次使用 G63 时这个 S 值仍然有效。

注意：

编程主轴倍率对 G74（可编程回原点）或 G33/G34（螺纹切削）无影响。

G92 主轴限速

指令形式： G92 S ...

G92 指令和 S 字可编程限制主轴转速。S 值指明了最大转速，单位为 rev/min（转/分）。

如果速度限制有效时，当主轴限速激活后，只有不超过该限速值的主轴转速设定会生效。

刀尖半径补偿输入

有三种方式输入到存储区内刀尖半径补偿号中：

方式：手动输入

输入步骤如下：

- a) 操作“数据——F1（数据类型选择）——F5（路径补偿 D）”。
- b) 如果“路径补偿 D”菜单项无效，点击使之有效（有效时菜单颜色反显）。
- c) 操作“数据——F5（修改）”。
- d) 点击要修改的刀尖半径补偿号（D001…）。被选中的值显示在输入窗口内，可以在该处输入新的值。点击“确定”或按“ENTER”键即可。

注意：

旋转刀具的刀具顶部半径补偿

只能修改“=”号后面的数值，其它如“D001=”要保留。

可以输入几何补偿值和磨损补偿值两部分值，两个数值之间以正负符号分隔（“+”或“-”），加工时以两个值的和作为补偿值。如果只输入一个值，则认为是几何补偿值，磨损补偿值将自动设为 0。

方式 2：使用循环编程指令编辑（详见“循环编程”）

方式 3：调用一个包含所需补偿值的文件

文件格式必须遵循以下格式：

```
<lf>
% <lf>
DTABXX <lf> “XX” 是半径补偿表的号码（两位数字）
D001=+00010.000+00000.000 <lf>
```

...

<ETX> 文件结束符

调用刀尖半径补偿值

刀尖半径补偿值（几何补偿值和磨损补偿值之和）可通过地址字 D 和所需的补偿号（D001—D128）来选择。

例：

...

```
N30 G1 X5 Y0 D4
```

...

在 N30 段中，选择了第 4 号半径补偿值，这个值将由“路径补偿”（G40—G44）功能使用。使当前选定的半径补偿号失效的方法有：

选择了另一个半径补偿号 D...

使用 D0 编程

说明:

当前使用的刀尖半径补偿值显示在“信息”菜单下的补偿窗口中。

刀具长度补偿输入

有三种方式输入到存储区内刀具长度补偿号中:

方式 1: 手动输入

输入步骤如下:

- a) 操作“数据——F1 (数据类型选择) ——F4 (长度补偿 H)”。
- b) 如果“长度补偿 H”菜单项无效, 点击使之有效 (有效时菜单颜色反显)。
- c) 操作“数据——F5 (修改)”。
- d) 点击要修改的刀具长度补偿号 (H001...)。被选中的值显示在输入窗口内, 可以在该处输入新的值。点击“确定”或按“ENTER”键即可。

注意:

只能修改“=”号后面的数值, 其它如“H001 X= Z=”要保留。

可以输入几何补偿值和磨损补偿值两部分值, 两个数值之间以正负符号分隔 (“+”或“-”), 加工时以两个值的和作为补偿值。如果只输入一个值, 则认为是几何补偿值, 磨损补偿值将自动设为 0。通过机床参数设置可以输入输入两个轴的补偿值。

方式 2: 使用循环编程指令编辑 (详见“循环编程”)

方式 3: 调用一个包含所需补偿值的文件

文件格式必须遵循以下格式:

<lf>

% <lf>

HTABXX <lf> “XX” 是长度补偿表的号码 (两位数字)

H001X=+00000.000+00000.000 Z=+00000.000+00000.000 <lf>

...

<ETX> 文件结束符

G40-G44 路径补偿

指令形式: D... 选择刀尖半径补偿号

G40... 路径补偿取消

G41... 刀尖半径左补偿

G42... 刀尖半径右偏置

G43... 逼近路径不同的刀尖半径左补偿

G44... 逼近路径不同的刀尖半径右补偿

路径补偿编程

G41-G44 指令激活路径补偿。G41/G43 指令进行刀具补偿，等距线在运动方向上位于工件的左侧，称为左偏置或左刀补。G42/G44 指令进行刀具补偿，等距线在运动方向上位于工件的右侧，称为右偏置或右刀补。G41 与 G43 及 G42 与 G44 指令的区别在于逼近轨迹不同。指令 G40 使路径补偿无效。当前刀具尺寸决定等距线距离，它存储在刀具半径补偿号中。指令 D 编程半径补偿号。D0 也可使路径补偿无效。

半径补偿值可以是负值。G41 和一个负补偿值等效于 G42 和一个同样大小的正补偿值，反之亦然，也就是说，G42 和一个负补偿值等效于 G41 和一个同样大小的正补偿值。调用刀尖半径补偿指令（D...）和路径补偿激活指令（G41-G44）可以在不同程序段（见例 6.3），也可以同一程序段

注意：

路径补偿过程中不允许执行下述操作：

路径补偿过程中执行 G92 指令设定坐标值。报警错误号为 121。

路径补偿过程中执行 G74 回原点。报警错误号为 209。

执行螺纹切削指令 G33, G34。无错误报警信息，但路径补偿不被执行。

回退过程

在用 G40 指令取消路径补偿后的第一个定位指令段叫做回退段。如果 G40 和一条定位指令在同一程序段中，该段就认为是一条回退段。也可以通过编程 D0 指令或选择补偿值为 0 的补偿号来取消路径补偿。回退时，刀具按直线或螺旋线移动到回退段终点处。

[例 6.8] 按直线轨迹回退

```
N20 G41 D1
```

```
N30...
```

```
N40 G1 X20 Y30
```

```
N50 X30 Y10
```

```
N60 G40 X40
```

```
...
```

G41/G43 补偿路径

改变路径补偿方向（在 G41 和 G42 之间转换）

在 G41 和 G42 之间进行转换的 NC 程序段被作为“逼近段”来处理。在执行这个逼近段前的程序段时，刀具移动到编程终点的补偿点处。

```
N30 G1 ...
```

```
N40 G41 X3 Y7 D1
```

N50 X10

N60 G42 X12 Y3 （改变路径补偿方向）

N70 X16

补偿值符号改变

补偿值符号改变的程序段被作为“逼近段”。在执行这个逼近段前的程序段时，刀具移动到编程终点的补偿点处。

G92 设置坐标值

指令形式： G92 X ... Y...

用 G92 指令可以使当前坐标系原点移动到任意一点。

这种移动是通过给 G92 指令前一程序段终点定义一个新的坐标值实现的。定义的新坐标值用 G92 指令编程。如果坐标值（例如 X 或 Y 坐标）相对于原坐标值没有变化则无须编程。

G92 指令后面不跟坐标值时取消坐标系移动。

说明：

程序段 N10 的终点坐标为 X50/Y50，程序段 N20 将该点坐标值定义为 X0/Y10。即，坐标系原点如图中所示发生移动。

注意：

和 G54——G59 指令一样，G92 不会引起轴的运动，只会引起坐标改变。只有坐标值和 G92 指令一起编程，该坐标值才会起作用。

指令 M02 和 M30 不能复位 G92 定义的坐标值。

指令 G92 和 S 一起编程有另外的意义，用来限制主轴最高转速。

G70, G71 英制/公制编程

指令格式： G70 ... 英制编程

G71 ... 公制编程

G70 和 G71 指令编程实现英制和公制的转换。如果未更改机床参数，则系统复位后默认状态为公制编程（G71）。

可以在 NC 程序里改变编程制式。制式改变后，长度、位置和速度都按照所选的制式进行编译处理。

G14-G16 极坐标编程

指令形式： G14 ... 绝对极坐标编程

G15 ... 相对极坐标编程

G16 X... Y... 极点定义

用指令 G14 和 G15，可以切换极坐标值编程格式。编程 G14 指令后，极坐标值为绝对值

(与 G90 类似), 编程 G15 指令后, 极坐标值为相对值 (与 G91 类似)。

极坐标编程前, 应首先定义极坐标系所在的平面。如果未改变机床参数, 复位后 X-Y 平面 (G17) 有效; 因此若选择 X-Y 平面, 则无须编程 G17 指令。

极坐标编程有效后, 坐标值含义如下:

角度用有效平面内“主坐标轴 (major axis)”的地址字编程, 单位为“度”。

半径用有效平面内“副坐标轴 (minor axis)”的地址字编程。

注意:

指令 G90 或 G91 取消极坐标编程, 其后的坐标值为笛卡尔坐标值。

G17-G20 平面选择

指令形式: G17 ... 选择 X-Y 平面

G18 ... 选择 Z-X 平面

G19 ... 选择 Y-Z 平面

G20 I ... J ... 选择任意平面

每次激活的平面和如下功能有关:

G02/G03: 指定圆心的顺时针或逆时针方向圆弧插补。

G12/G13: 指定半径的顺时针或逆时针方向圆弧插补。

G50: 比例缩放。

G51/G52: 工件旋转。

G40—G44: 路径补偿。

G14—G16: 极坐标编程。

指令 G20 用于选择任意平面。G20 与地址字 I 和 J 一起编程定义并选择一个平面。主坐标轴的轴号用 I 定义, 副坐标轴的轴号用 J 定义。即由 I, J 定义任意平面内的坐标轴。

主坐标轴和副坐标轴可以根据右手法则来定义。如果拇指指向主坐标轴正向, 食指指向副坐标轴正向, 则中指的方向是第三个轴的正向。

注意:

如果 I, J 定义的轴号不存在, 或者轴号相同, 或其中有一个值为 0, 系统将提示错误号 204。

G24-G27 可编程工作区域限制

指令形式: G24 X ... Y ... 定义下限值

G25 X ... Y ... 定义上限值

G27 ... 工作区域限制激活

G26 ... 工作区域限制取消

机床的工作区域是由各个轴的轴限位 (motion limit) 决定的。轴限位即机床参数表中的“软限位”，可以防止轴运动超行程。

使用指令 G24—G27 可以减小机床的工作区域。具体步骤如下：

第一步：用指令 G24 定义轴运行区域下限值。

第二步：用指令 G25 定义轴运行区域上限值。

第三步：用指令 G27 激活工作区域限制，用指令 G26 取消限制。

注意：

如果取消工作区域限制，则机床参数表中的轴限位起作用。

如果没有用 G24 或 G25 编程工作区域限制值，或者限制值大于机床参数表中的轴限位值，此时用 G27 激活工作区域限制功能，机床参数表中的轴限位起作用。

不管是 G90 还是 G91 有效，G24 和 G25 编程的限制值永远都认为是绝对值。

编程的限位值受比例缩放影响。

CONTROL RESET 复位后，工作区域限制无效。机床参数表中的轴限位起作用。

错误信息：

工作区域限制激活后，如果某个程序段终点位于工作区域以外，则整个程序段都不会被执行，并将显示错误信息 211。

G38, G39 可编程镜像

指令形式： G38 ... 运动路径镜像使能

G39 取消镜像

镜像功能具有模态性，用 G38 指令与运行路径镜像的轴地址字一起编程。轴地址字后必须跟一个数值，该数值可以为任意值。

注意：

取消镜像功能可以用 G39 指令或用 G38 指令后不跟坐标值编程。

重复编程 G38 指令时，若每个 G38 指令定义的镜像坐标轴不同，则在运动指令之前的最后一个 G38 指令起作用。

镜像的起点通常是上一程序段的终点。

如果取消镜像时的坐标轴位置和镜像使能时的坐标轴位置不同，则系统会自动执行一条 G92 指令补偿位置偏差。所以在 G39 指令取消镜像功能后，应使用一条单独的 G92 指令（不跟坐标字）取消位置补偿。

注意：

程序段 N30 是系统自动插入执行的。

X 和 Y 轴镜像

N10 X0 Y0 F1000

N20 X5 Y1

N30 G38 X1 Y1

N40 X7

N50 Y2

N60 X5 M30

X 轴和 Y 轴镜像

G51, G52 工件旋转

指令格式: G51 R... 角度编程

G52 R... 弧度编程

工件旋转功能可以使整个程序或程序的一部分在有效平面内旋转。旋转中心可编程。旋转功能由 G51 或 G52 指令激活。旋转的角度由地址字 R 定义。角度为正值时向逆时针方向旋转, 为负值时向顺时针方向旋转。G90 有效时该值为绝对值, G91 有效时该值为增量值。旋转在由 G17—G20 指定的平面内进行。旋转中心由 G51, G52 指令及平面内相应坐标轴地址字定义。如果没有明确定义旋转中心, 旋转围绕平面的坐标系原点进行。

以下情况下, 系统将自动取消工件旋转功能:

系统复位

程序运行结束后

由 G17—G20 编程改变有效平面

G92 编程, 后面不跟任何轴信息

G50 比例缩放

指令形式: G50 R...

比例缩放是一个“工件调整功能”。它可以按照设定的比例系数放大或缩小工件编程轮廓尺寸。

比例缩放功能用指令 G50 和比例系数 R 编程完成。比例系数必须大于 0。如果比例系数小于 0 将出现错误提示 18。

在激活平面内, 比例系数对其后的所有编程运行路径和半径有效。例如, 比例系数为 0.5 时, 其后所有的运行路径和半径减半; 比例系数为 2 时, 其后所有运行路径和半径加倍。

注意:

比例系数 R 后的数值在 G91 (增量编程) 有效时为增量值。

未输入比例系数时认为比例系数为 1。

注意:

指令 G50 对下列功能无影响：工作坐标系偏置，刀具半径刀，具长度补偿，旋转轴，指令 G24—G27 编程的工作区域限制。

G74 可编程回机床零点（参考点）

指令格式： G74 X... Y...

指令 G74 使一个轴或几个轴回机床零点。需要回零点的坐标轴地址字和 G74 一起编程，每个轴地址字必须设定一个 >=1 的数值，数值大小不影响回零动作。

在 G74 后面编程的坐标轴同时回零点。坐标轴到达零点位置后，系统机床坐标值被设定。

3.5 M

M80 利用探针功能删除剩余路径

指令格式： M80 X... Y...

注意：

M80 是系统默认的指令代码，通过修改机床参数表可以分配其它的 M 代码。

回零点后，系统的机床坐标系将被确定。工件在机床坐标系中的准确位置可以借助“测量探针”，利用 M80 指令功能来确定。具体应用见下面的示例。

注意：

M80 指令功能只能和 G01，G02/G03，G07，G12/G13 指令一起编程。

M80 指令功能与 G92 “设定坐标值”效果类似。执行 G92 时，刀具当前定位点的坐标被设定为和 G92 一起编程的坐标值。执行 M80 时，探针/刀具与工件接触点的坐标被设定为和 M80 一起编程的坐标值。上述两种情况都会产生工件位置偏置，系统会按照偏置后的坐标系原点执行其后的程序段。

M80 设定接触点坐标值时相当于 G92 指令，因此可以通过 N... G92 指令取消。设定坐标值在复位“CONTROL RESET”后仍然保留。

M00 程序停止（无条件停止）

指令格式： M00

除非在 PLC 程序里有另外的处理，指令 M00 使 NC 程序停止运行，以便进行测量或其它操作。当执行完含有 M00 指令的程序段后，系统停止 NC 程序运行，并保护所有的状态数据。此时按“启动”按钮允许程序继续执行

M01 程序停止（有条件停止）

指令格式： M01

指令 M01 和 M00 功能相同，只是预先要选中“自动 ——F3（程序执行 2）——F2（M01 暂停）”。如果 M01 指令已经被系统处理并且送入动态程序段缓冲区内，此时再选中“M01

暂停”菜单，程序并不会停止，尽管此时 M01 程序段并没有开始执行。

M02, M30 程序结束

指令格式： M02/M30

在程序的结尾处用 M02 或 M30 指令编程，这两条指令作用相同，可以使用任意一个。

与 M00 指令相比，M02 及 M30 指令取消所有状态数据并且系统被复位。M02 或 M30 指令编写在程序结尾处，各进给轴保持在程序运行结束时的坐标位置。此时按“启动”按钮可以重新启动程序执行。

如果用坐标字 L 和 M02 或 M30 一起编程使程序循环执行，则 M02 或 M30 在每次程序循环结束后都被激活。

在子程序中的 M02 或 M30 只作为子程序的结束标志，并不能结束主程序。在这种情况下，M02 或 M30 使程序回到主程序运行，并不复位系统。

注意：

所有程序都必须包含 M02 或 M30，作为程序结束的标志，否则将出现 32 号错误。

G92 产生的坐标系原点偏置不会被 M02/M30 复位。

不允许在含有 M02/M30 的程序段中调用子程序。否则子程序不会被执行，并且没有任何错误信息出现。

M02/M30 可以被编写在最后一个程序段中的任何位置，这编写在其后的指令仍会在 M02/M30 之前被执行。

G10, G11 清空/填满动态程序缓冲区

G10 清空动态程序缓冲区

指令格式： G10

当执行 G10 指令后，只有当程序缓冲区中的所有程序段都被执行后，编译过程才会重新填满它。

G11 填满动态程序缓冲区

指令格式： G11

在进行大量连续微小线段加工时，建议使用 G11 指令。例如，在激活“样条插补”或“预读功能”前，如果预先在动态程序缓冲区内准备足够的程序段，会得到更好的效果。

当使用 G11 指令编程时，只有当程序缓冲区全部填满（或未填满但程序编译结束）时，G11 后的程序段才会被执行。

G72, G73 精确停止插补

指令格式： G72 精确停止插补取消

G73 精确停止插补激活

精确停止插补功能可以消除加工曲线终点的轮廓误差。

轮廓误差是由于控制偏差而产生的。轮廓误差的大小取决于进给速度和控制环增益（KV 因子）。轮廓误差可能导致工件拐角处细微的圆弧，如图所示。根据加工类型，轮廓误差也可能导致拐角处的扭曲和变形。

G08, G09 预读功能开/关

指令格式：G08 预读功能关闭（系统默认状态）

G09 预读功能打开

注意：“预读功能”也会被下面的 G 代码关闭：

G73 精确停止插补激活

G74 回参考点

G95 每转进给

通常情况下（G08 有效），运动的 NC 程序段处理过程如下：在程序段开始时，进给速度从 0 开始加速；在程序段结束到达终点时，进给速度降为 0。

打开“预读功能”时程序段处理过程如下。Hi800 预先处理一些程序段，以判断在哪个位置开始加速或减速。这种调整会依据下列因素进行：

每个 NC 程序段的进给速度

加工轨迹转弯及拐角处，系统采用允许的最大加速度

坐标轴允许的最大进给速度

这样可以保证两个或多个 NC 程序段能够以同样的进给速度运行，即运行多个程序段进行一次加减速处理，使加工过程快速平稳，得到更好的加工表面质量，提高加工效率。

为了保证这一点，系统不仅要考虑当前程序段，还要“预读”后面的程序段。当“预读”功能打开时，多个程序段以恒定的进给速度运行，并且在程序段终点处不停止，而是以恒定的速度继续进给。如果 G09 被取消，在程序段结束时必须将速度减到 0，系统停止在取消“预读”功能前的最后一个程序段终点处。为了保证在最后一段能够减速到 0，系统会限制进给速度。

当 G09 有效时，如果执行的 NC 程序段中没有位置指令，进给速度将在运动段结束后减为 0。

当 G09 有效时，如果最小程序段执行时间不是太短，或者最大程序段准备时间不是太长，就能保证一个新程序段能够及时准备好，以便插补过程使用。在时间比较紧张的情况下，可以通过编程 G11（填满动态程序缓冲区）或 G04（延时时间）指令来保证。

当 G09 有效时，Hi800 可以提前“预读”大量程序段。预读程序段的数量由系统动态程序缓冲区大小决定，最少为 4 段。

注意：

当从自动加工“连续方式”切换为“单段方式”时，所有 G09 有效的程序段都按 G08 有效处理。当再次从“单段方式”切换为“连续方式”时，已经按 G08 处理的程序段仍然按 G08 有效执行。在“单段方式”下，所有程序段都按 G08 有效处理。

当“预读功能”有效时，样条插补类型只能是以切线过渡方式。其它样条插补类型只能是 G08 有效。

为了得到最佳的控制效果，建议在 G09 打开“预读功能”后，应该在执行第一段运动程序段前首先填满动态程序段缓冲区。可以使用 G11（填满动态程序区）或 G04（延时指令）来填满动态程序缓冲区。

G86 拐角加速度，圆弧轮廓精度

除预读功能外，系统还提供 G86 指令，可以编程拐角加速度（E）和圆弧轮廓精度（K）。

N20 G86 E0.9 K0.05

圆弧轮廓精度

指令格式： G86 K...

圆弧插补的轮廓误差可以通过 G86 和 K 编程决定。

进行圆弧插补时的伺服跟踪误差会造成轮廓误差（图 8.6），该误差由圆弧增益系数（KV）和轨迹速度决定。

当限制轮廓精度进行圆弧插补时，系统会自动降低轨迹速度，使得圆弧半径误差不超过限制。如果不限制圆弧精度，则可以编程一个很大的 K 值。K 和轴坐标值采用相同的编程单位。

注意：

编程轮廓误差只影响圆弧插补（指令 G02/G03，G12/G13，G07），不影响直线插补（G01）和样条插补（G05/G06）。

如果不编程 K 值，该值由机床参数“CircleContourError”决定

G75 曲率优化功能

指令格式： G75

G76 K...

G75 指令激活“曲率优化”功能。用 G08 或 G09 指令取消该功能。“曲率优化”功能包含“预读功能”。也就是说，当 G75 激活时，预读功能也被自动激活。

曲率优化功能的目的是，当运行 CAD/CAM 这类软件生成的 NC 程序时，在不超过加速度限制的情况下，系统不断地调整进给速度。其实现方法是，在给定精度范围内做近似多项式分解，拟合给定曲线，分解后的程序段为切线连接。系统在保证不超过加速度限制的前提下

下规划进给速度。允许的加速度限制由 G76 编程：

G76 Kxx xx=加速度限制占最大加速度的百分比，

[例 8.4] G76 K70 允许的加速度限制是最大加速度的 70%

当未编程 G76 指令时，K 值由机床参数“CurvatureAcceleration”决定。

当多项式分解后的拟合误差超过给定精度范围时，系统会修改拟合轨迹，使其在给定精度内。这可能会导致程序段连接处产生“拐角”，并且在该程序段进给速度降低。拟合精度由机床参数“CurvatureAccuracy”决定。

注意：

当曲率优化功能激活后，用 G86 K...编程圆弧轮廓误差将不起作用。

允许的“拐角加速度”由以下编程决定：

G86 Exx xx=拐角加速度与最大加速度的比率

[例 8.5] G86 E2.0 允许的拐角加速度是最大加速度的 2 倍。

当未编程该指令时，E 值由机床参数“CornerAccelerationG09”决定。

G04 延时时间

指令格式：G4 F...

F 表示延时时间，默认的单位是“毫秒(ms)”。F 最大值是 99999。

G4 指令的作用是，在未到延时时间之前，下面的 NC 程序段不被执行。

[例 8.6]

...

N50 X10

N60 G4 F500

N70 Y20

说明：

程序段 N60 的作用是，在执行 N50 之后等待一个延时时间（此处为 0.5 秒），然后才执行下一段（N70）。

如果延时时间超过 100 秒，则需要连续编程 G04 指令以得到需要的延时时间。

辅助功能（BCD 码）

辅助功能是用来从 NC 程序向 PLC 程序传递信息的指令字。Hi800 系统可以设置 4 类辅助

功能，通常指令字为 M，S，U 和 T。NC 程序将辅助功能指令字作为 BCD 码传给 PLC 程序。

通常 BCD 码的意义由机床参数决定。在“附录 2”M 功能列表中的 M 代码是预先定义的。

表中打“*”号的 M 代码一定会被传递给 PLC。其中一些 M 代码（如 M02/M30）只有在相应功能确实被执行以后才会传递给 PLC，在表中打“*2”符号。例如 M02/M30 只有在主程序

结束复位后才会传递给 PLC；而在子程序结尾处的 M02/M30 仅仅是跳回到主程序，并不传递给 PLC

X 和 Y 轴移动到钻孔位置

X 和 Y 轴移动到钻孔位置后，钻孔循环被自动调用。这要求下列 G 代码之一必须有效：

G00 快速定位

G01 直线插补

G02/G03 指定圆心顺/逆时针圆弧插补

G07 切线圆弧插补

G12/G13 指定半径顺/逆时针圆弧插补

G33/G34 恒/变间距螺纹切削

注意：

G06 指令（样条插补）有效时不能使用钻孔指令。

N30 G1 F1000 S500

*N40 P2=500000, P3=420000

*N50 P10=600000, P4=1000

N60 G82

N70 X20 Y20

N80 X40 Y70

N90 G80

N100...

说明：

程序段 N40 和 N50 定义了参数。这些定义用于后面的循环加工（NC 子程序）。N60 段激活钻孔循环指令 G82（延时时间钻孔）。钻孔循环在到达 N70 段设定的位置后开始执行。钻孔循环终止后 G00（快速进给）有效。后面的 NC 段在定位到新的 X / Y 坐标位置后继续做钻孔循环加工。

N90 段指令 G80 取消钻孔循环。

取消钻孔循环

可以通过编程 G80 指令或其它钻孔指令，取消当前激活的钻孔循环指令。

注意：

由于钻孔循环是调用 NC 子程序，因此受“一级主程序最多有四级子程序嵌套”的限制。即钻孔循环指令不能在 4 级子程序之外执行，但可以在主程序或第一到第三级子程序内执行。在坐标轴到达编程位置后，相应的钻孔子程序被调用。

取消钻孔循环

指令格式： G80

使用指令 G80 取消“钻孔循环”功能。其后的定位指令不再产生钻孔循环调用。

G81 钻孔加工

指令格式： G81

G81 指令钻孔到终点深度。钻孔过程使用 NC 程序中定义的进给速度和主轴转速。使用

G81 指令必须预先设置下面 3 个参数：

P2 参考平面，Z 轴绝对坐标

P3 孔终点深度，Z 轴绝对坐标

P10 返回平面，Z 轴绝对坐标

N30 ...

*N40 P2=400000, P3=60000

*N50 P10=520000

N60 G81

N70 X30 Y60

N80 G80

N90 ...

G81 钻孔过程：

○1 Z 轴快速定位到参考平面（P2）

○2 用当前进给速度钻孔到终点深度（P3）

○3 快速退出移动到返回平面（P10）

注意：

和坐标值相关的 P 参数以“坐标当量”（通常是 1um）为单位。

G82 延时时间钻孔

指令格式： G82

G82 选择“延迟时间钻孔”。钻孔过程使用 NC 程序中定义的进给速度和主轴转速。使

用 G82 指令必须预先设置下面 4 个参数：

P2 参考平面，Z 轴绝对坐标

P3 孔终点深度，Z 轴绝对坐标

P4 延迟时间，单位 ms

P10 返回平面，Z 轴绝对坐标

N30 ...

*N40 P2=400000, P3=60000

*N50 P4=1000, P10=520000

N60 G82

N70 X30 Y60

N80 G80

N90 ...

G82 钻孔过程:

- 1 Z 轴快速定位到参考平面 (P2)
- 2 用当前进给速度钻孔到终点深度 (P3)
- 3 离开与工件接触面之前, 等待延时时间 (P4)
- 4 快速退出移动到返回平面 (P10)

G83 钻深孔

指令格式: G83

G83 指令选择“钻深孔”功能。钻孔过程使用 NC 程序中定义的进给速度和主轴转速。

使用 G83 指令必须预先设置下面 7 个参数:

P1 第一次进给量, 增量值

P2 参考平面, Z 轴绝对坐标

P3 孔终点深度, Z 轴绝对坐标

P4 延迟时间, 单位 ms

P5 再次进给量, 增量值

P6 安全距离, 增量值

P10 返回平面, Z 轴绝对坐标

N30 ...

*N40 P1=130000, P2=530000

*N45 P3=70000, P4=1000

*N50 P5=120000, P6=50000

*N55 P10=660000

N60 G83

N70 X30 Y60

N80 G80

N90 ...

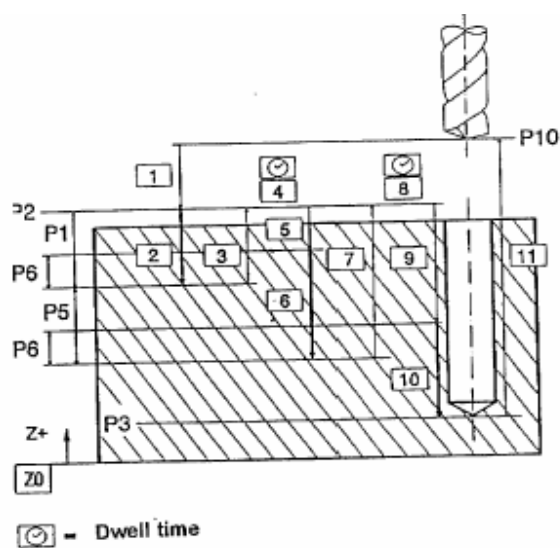


图 3.4-11

G83 钻孔过程:

- 1 Z 轴快速定位到参考平面 (P2)
- 2 用当前进给速度移动进给量 (P1), 到达深度 P1
- 3 快速退出移动到参考平面 (P2)
- 4 为了使钻头冷却, 在参考平面 (P2) 等待延时时间 (P4)
- 5 快速移动到孔内深度: $P1 - P6$ (第一次进给量减去安全距离)
- 6 用当前进给速度钻孔到深度 2: $P6 + P5$ (安全距离加上进给量)
- 7 快速退出移动到参考平面 (P2)
- 8 为了使钻头冷却, 在参考平面 (P2) 等待延时时间 (P4)
- 9 快速移动到孔内深度: $P1 + P5 - P6$ (第一次进给量加上再次进给量减去安全距离)
- 10 使用当前进给速度钻到下一深度 $P6 + P5$ (安全距离加上进给量)。如果 $P1 + n \cdot P5$ (第一次进入值加上 n 乘再次进给量) 超过孔终点深度 (P3), 则用当前进给速度钻到终点深度 (P3)
- 11 快速退出移动到返回平面 (P10)

G84 带平衡卡盘攻内螺纹

指令格式: G84

指令 G84 选择“带平衡卡盘攻内螺纹”。钻孔过程使用 NC 程序中定义的进给速度和主轴转速。使用 G84 指令必须预先设置下面 4 个参数:

P2 参考平面, Z 轴绝对坐标

P3 孔终点深度, Z 轴绝对坐标

P4 延迟时间, 单位 ms
 P10 返回平面, Z 轴绝对坐标
 N30 ...
 *N40 P2=400000, P3=60000
 *N50 P4=1000, P10=520000
 N60 G84
 N70 X30 Y60
 N80 G80
 N90 ...

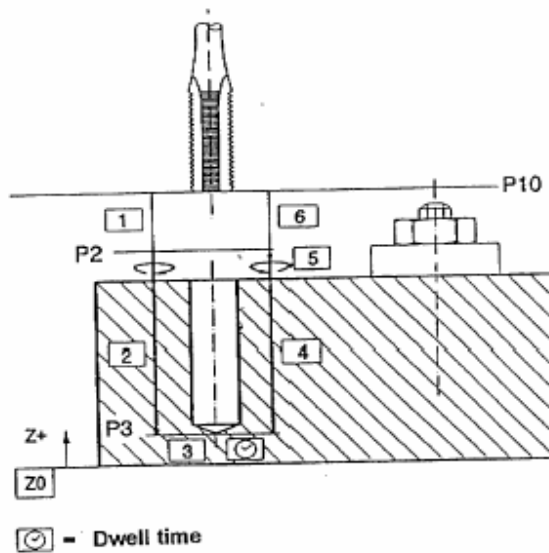


图3.4-12

G84 攻丝过程:

- 1 Z 轴快速定位到参考平面 (P2)
- 2 用当前进给速度并且主轴正转 (M03) 进给到终点深度 (P3)
- 3 改变主轴转向, 即主轴反转 (M04), 等待延时时间 (P4)
- 4 快速退出移动到参考平面 (P2)
- 5 改变主轴转向, 即主轴再次正转 (M03)
- 6 快速退出移动到返回平面 (P10)

G85 铰孔

指令格式: G85

指令 G85 选择“铰孔”功能。钻孔过程使用 NC 程序中定义的进给速度和主轴转速。使用 G85 指令必须预先设置下面 4 个参数:

P2 参考平面，Z 轴绝对坐标
 P3 孔终点深度，Z 轴绝对坐标
 P4 延迟时间，单位 ms
 P10 返回平面，Z 轴绝对坐标
 N30 ...
 *N40 P2=400000, P3=60000
 *N50 P4=1000, P10=520000
 N60 G85
 N70 X30 Y60
 N80 G80
 N90 ...

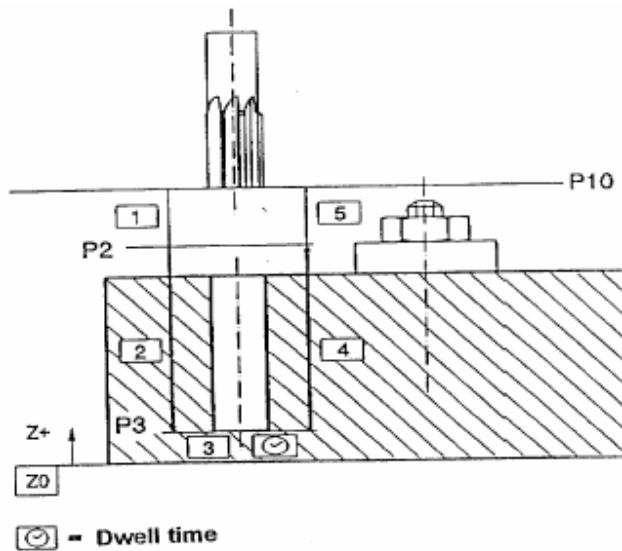


图3.4-13

G85 铰孔过程:

- 1 Z 轴快速定位到参考平面 (P2)
- 2 用当前进给速度钻孔到终点深度 (P3)
- 3 等待延时时间 (P4)
- 4 当前速度退出移动到参考平面 (P2)
- 5 快速移动到返回平面 (P10)

G86 镗孔

指令格式: G86

指令 G86 选择“镗孔”功能。为了防止绞刀退出时磨损较软材料内部轮廓，镗孔结束后

主轴升起定位，并且在 X, Y 方向上产生偏移。使用该功能的首要条件是必须有带反馈的模拟量主轴。钻孔过程使用 NC 程序中定义的进给速度和主轴转速。使用 G86 指令必须预先设置下面 6 个参数：

P2 参考平面，Z 轴绝对坐标

P3 孔终点深度，Z 轴绝对坐标

P4 延迟时间，单位 ms

P8 X 轴偏移增量，符号决定移动方向

P9 Y 轴偏移增量，符号决定移动方向

P10 返回平面，Z 轴绝对坐标

G85 铰孔

N30 ...

*N40 P2=400000, P3=60000

*N50 P4=1000, P8=1500

*N55 P9=1500, P10=520000

N60 G86

N70 X30 Y60

N80 G80

N90 ...

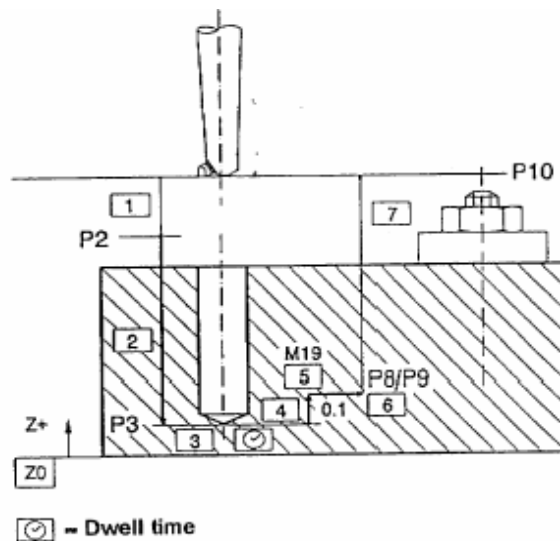


图 3.4-14

G86 镗孔过程：

○1 Z 轴快速定位到参考平面 (P2)

- 2 用当前进给速度钻孔到终点深度 (P3)
- 3 等待延时时间 (P4)
- 4 主轴使用当前进给速度升起 0.1mm
- 5 主轴定位到 0 度 (M19)
- 6 主轴在 X 和 Y 方向产生偏移 (P8 和 P9)
- 7 快速移动到返回平面 (P10)

G87 带测量停止铰孔

指令格式: G87

指令 G87 选择“带测量停止铰孔”功能。注意返回平面区域必须保证有足够的测量空间。使用 G87 指令必须预先设置下面 7 个参数:

P2 参考平面, Z 轴绝对坐标

P3 孔终点深度, Z 轴绝对坐标

P4 延迟时间, 单位 ms

P10 返回平面, Z 轴绝对坐标

P11 加工进给速度

P12 返回进给速度

P13 第一次铰孔深度, Z 轴绝对坐标

N30 ...

*N40 P2=400000, P3=60000

*N45 P4=0, P10=520000

*N50 P11=600, P12=400

*N55 P13=250000

N60 G87

N70 X30 Y60

N80 G80

N90 ...

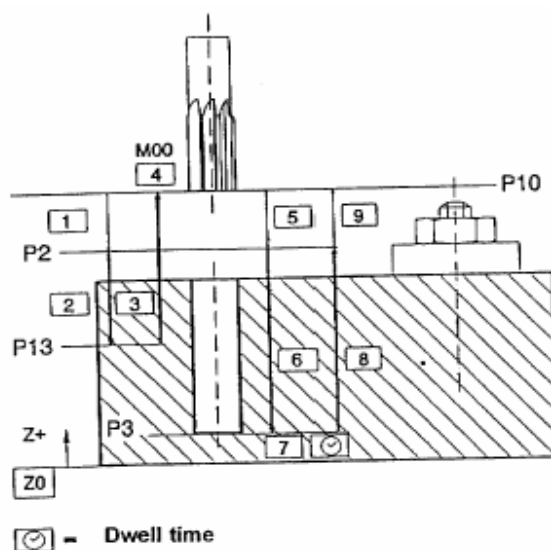


图3.4-15

G87 带测量停止铰孔过程:

- 1 Z 轴快速定位到参考平面 (P2)
- 2 使用加工进给速度 (P11) 铰孔到第一次铰孔深度 (P13)
- 3 使用返回进给速度 (P12) 退出到返回平面 (P10)
- 4 暂停进给以便测量孔, 按“START”键继续加工
- 5 Z 轴快速定位到参考平面 (P2)
- 6 用加工进给速度 (P11) 钻孔到终点深度 (P3)
- 7 离开与工件接触面之前, 等待延时时间 (P4)
- 8 使用返回进给速度 (P12) 退出到参考平面 (P2)
- 9 快速退出移动到返回平面 (P10)

注意:

G87 钻孔程序完成后, 返回进给速度 (P12) 有效。

G88 带主轴停止镗孔

指令格式: G88

指令 G88 选择“带主轴停止镗孔”功能。钻孔过程使用 NC 程序中定义的进给速度和主轴转速。使用 G88 指令必须预先设置下面 4 个参数:

- P2 参考平面, Z 轴绝对坐标
- P3 孔终点深度, Z 轴绝对坐标
- P4 延迟时间, 单位 ms
- P10 返回平面, Z 轴绝对坐标
- N30 ...

```

*N40 P2=400000, P3=60000
*N50 P4=1500, P10=520000
N60 G88
N70 X30 Y60
N80 G80
N90 ...
    
```

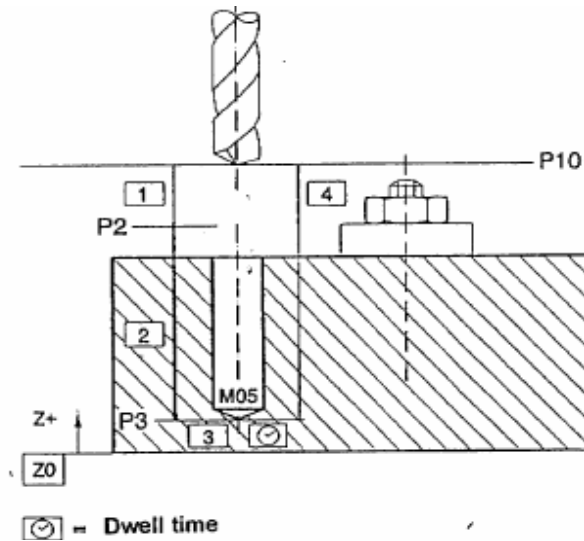


图 3.4-16

G88 带主轴停止镗孔过程:

- 1 Z 轴快速定位到参考平面 (P2)
- 2 用当前进给速度钻孔到终点深度 (P3)
- 3 等待延时时间 (P4) 后主轴停止
- 4 主轴保持停止状态, 快速退出移动到返回平面 (P10)

G89 带中停镗孔

指令格式: G89

指令 G89 选择“带中停镗孔”功能。钻孔过程使用 NC 程序中定义的进给速度和主轴转速。使用 G89 指令必须预先设置下面 6 个参数:

- P2 参考平面, Z 轴绝对坐标
- P3 孔终点深度, Z 轴绝对坐标
- P4 延迟时间, 单位 ms
- P10 返回平面, Z 轴绝对坐标
- P13 第一次钻孔深度, Z 轴绝对坐标

P15 第二次钻孔平面，Z 轴绝对坐标

N30 ...

*N40 P2=530000, P3=110000

*N50 P4=1000, P10=650000

*N55 P13=320000, P15=250000

N60 G89

图 9.9 G88T 带主轴停止镗孔 T

N70 X30 Y60

N80 G80

N90 ...

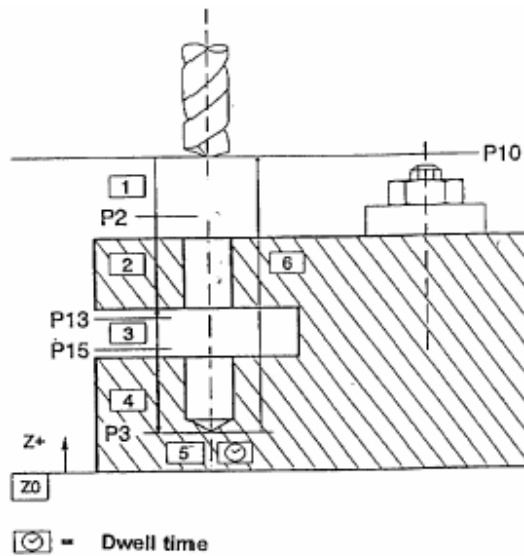


图 3.4-17

G89 带中停镗孔过程:

- 1 Z 轴快速定位到参考平面 (P2)
- 2 用当前进给速度加工到第一次钻孔深度 (P13)
- 3 Z 轴快速移动到第二次钻孔平面 (P15)
- 4 用当前进给速度钻孔到终点深度 (P3)
- 5 离开与工件接触面之前, 等待延时时间 (P4)
- 6 快速退出移动到返回平面 (P10)

G271 径向切削循环 (外圆)

指令格式

G271 U... R... 编程切削量

U: X 方向粗加工切削量

R: X 方向退刀量

说明:

U 和 R 都是模态量, 采用无符号半径编程。如果省略编程 U 或 R, 其数值分别从机床参数 TurningDepthOfCut 和 TurningEscapeAmount 取得。

G271 P... Q... U... W... 激活循环加工

P: 精加工轮廓的起始程序段号

Q: 精加工轮廓的结束程序段号

U: X 方向精加工余量。其符号决定加工余量相对于最终轮廓的方向。当直径编程有效时, 该值采用直径编程

W: Z 方向精加工余量

说明:

P 和 Q 之间的程序段由切削循环代替。

如果精加工余量 U 或 W 为 0, 也应该在 0 前面输入符号 (例如: W+0 或 W-0), 以便决定粗加工进给方向。如果 0 前面未输入符号, 将作为正值处理。

G271 径向切削循环

...

N50 G0 X45 Z0

N60 G271 U10 R5

N61 G271 P100 Q200 U.5 W1 S1200 F.8 M4

N100 G1 X10

N110 Z-30

N120 X30 Z-50

N130 X40

N140 Z-80

N200 X45 Z-80

说明:

字母含义如下:

d: X 方向粗加工切削进给量 (U)

e: X 方向退刀量 (R)

u: X 方向精加工余量 (U)

w: Z 方向精加工余量 (W)

切削循环从 N100 之前的位置开始, 即从坐标 X45 Z0 处开始。精加工余量 U.5 和 W1 在 X, Z 正方向上。

粗加工过程中 X 方向分三次进刀切削, 切削终点的 X 坐标分别为 35.5; 25.5 和 15.5。刀具首先移动到起始位置 X45.5 Z1。粗加工结束的轮廓坐标为 X10.5 Z1; X10.5 Z-29; X30.5 Z-49; X40.5 Z-49; X40.5 Z-79; X45.5 Z-79。

切削循环结束后, 刀具停在起始位置, 即 N100 段之前的坐标位置。

有效的 G 指令

激活 G271 或 G272 指令后, 只有径向坐标 X, 轴向坐标 Z 及插补指令 G00, G01, G02, G03, G12, G13 会被处理。

在 X 方向进刀切削过程中, 其它所有编程指令字, 例如进给速度或主轴转速, 以及所有 G 代码都无效。在切削循环指令前的进给速度和主轴转速有效。

如果按照同样的轮廓进行精加工, 不能在精加工指令 G270 和循环段之间插入任何插补 G 代码, 否则将破坏轮廓形状。

G272 轴向切削循环

指令格式

G272 W... R... 编程切削量

W: Z 方向粗加工切削量

R: Z 方向退刀量

说明:

W 和 R 都是模态量, 采用无符号编程。如果省略编程 W 或 R, 其数值分别从机床参数 FacingDepthOfCut 和 FacingEscapeAmount 取得。

G272 P... Q... U... W... 激活循环加工

P: 精加工轮廓的起始程序段号

Q: 精加工轮廓的结束程序段号

U: X 方向精加工余量。其符号决定加工余量相对于最终轮廓的方向。当直径编程有效时, 该值采用直径编程

W: Z 方向精加工余量

说明:

P 和 Q 之间的程序段由切削循环代替。

如果精加工余量 U 或 W 为 0, 也应该在 0 前面输入符号 (例如: W+0 或 W-0), 以便决定粗加工进给方向。如果 0 前面未输入符号, 将作为正值处理。

激活 G272 指令后，只有径向坐标 X，轴向坐标 Z 及插补指令 G00，G01，G02，G03，G12，G13 会被处理。

G270 精加工

指令格式

G270 P... Q...

P: 精加工轮廓的起始程序段号

Q: 精加工轮廓的结束程序段号

说明:

G270 和 G271/G272 中定义的轮廓程序段号必须一致

G270 的起始位置必须和 G271/G272 的起始位置一致

可以在切削循环结束后执行精加工指令

G274 端面啄孔循环

指令格式:

G74 R...

R: Z 方向退刀量。R 为模态量，如果不编程 R，该值从机床参数 TurningReturnAmount 中取得。

G274 X... Z... U... V... R... 激活循环加工

X: X 方向终点坐标

Z: Z 方向终点坐标

U: X 方向每次进刀量，无符号编程

W: Z 方向每次进刀量

R: X 方向退刀量。R 符号由 X 进给方向决定

G275 内/外径啄孔循环

指令格式:

G275 R...

R: X 方向退刀量。R 为模态量，如果不编程 R，该值从机床参数 TurningReturnAmount 中取得。

G275 X... Z... U... V... R... 激活循环加工

X: X 方向终点坐标

Z: Z 方向终点坐标

U: X 方向每次进刀量，无符号编程

W: Z 方向每次进刀量

R: Z 方向退刀量。R 符号由 Z 进给方向决定

G276 螺纹切削循环

指令格式:

G276 P(m)..(a).. V... R...

m: 精加工循环次数 (1-99)

a: 刀尖角度。模态量, 由两位数字表示。

当不编程 a 时, 该值从机床参数 TurningToolTipAngle 中取得。

P: m 和 a 同时由地址字 P 设定。当 m=2, a=60 时, P 编程为 P0260。

V: X 方向最小切削量。当计算得到的循环切削深度小于 V 时, 取 V 为切削深度。

当不编程 V 时, 该值从机床参数 TurningMinimumCuttingDepth 中取得。

R: 精加工余量。模态量。

当不编程 R, 该值从机床参数 TurningFinishingAllowance 中取得。

G276 X... Z... I... U... V... K... J...

X: X 向螺纹终点 (半径值) 坐标

Z: Z 向螺纹终点坐标

I: 加工锥度螺纹时, I 表示每个螺距 X 方向变化量。如果 I=0, 用于加工普通直螺纹。

螺纹起点到终点 X 方向坐标变化量是: $\Delta X = I * \gamma$, 其中 $\gamma = \Delta Z / K$ 。

U: 螺纹高度。X 方向半径编程。

V: 第一次进刀深度 (半径值)

J: Z 向倒角退刀量

K: 螺距

G275 内/外径啄孔循环

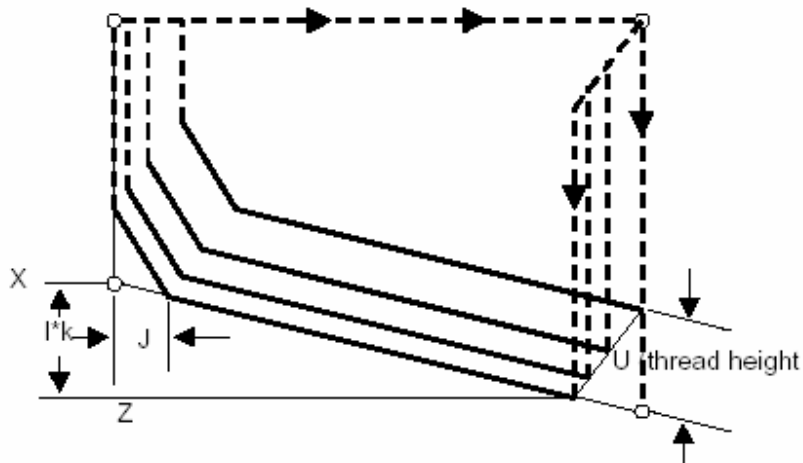


图 3.4-18

注意:

U, V 和 R 代表的意义由坐标字 X 和 Z 决定。

定义 X 和 Z 坐标后激活 G276 指令。

利用螺纹循环功能, 单边刀刃切削进刀, 减小刀尖负荷。

X 方向第一次进刀深度是 V, 第 n 次进刀深度为 $P=V*\sqrt{n}$, 如下图所示

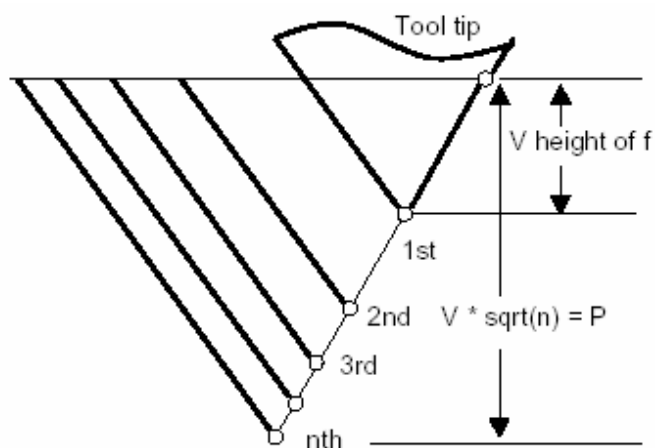


图 3.4-19

加工程序显示

当切削循环激活时, 为了清楚地表明切削循环过程, 加工程序显示会有所不同。通常按如下方式:

第一行: 显示产生切削循环的程序段。

第二行: 显示正在进行加工的轮廓程序段。

第三行: 显示将要加工的程序段。

车削循环开始时，G271（或 272）指令显示 1 秒钟。此时 CNC 移动到切削起始点；车削循环（G271/G272）结束时再次显示指令 G271/G272，CNC 移动到起始点；当 G270 精加工时结束时，G270 指令显示 1 秒钟，CNC 移动到车削循环起始点。

3.5 M

M80 利用探针功能删除剩余路径

指令格式：M80 X... Y...

注意：

M80 是系统默认的指令代码，通过修改机床参数表可以分配其它的 M 代码。

回零点后，系统的机床坐标系将被确定。工件在机床坐标系中的准确位置可以借助“测量探针”，利用 M80 指令功能来确定。具体应用见下面的示例。

注意：

M80 指令功能只能和 G01，G02/G03，G07，G12/G13 指令一起编程。

M80 指令功能与 G92“设定坐标值”效果类似。执行 G92 时，刀具当前定位点的坐标被设定为和 G92 一起编程的坐标值。执行 M80 时，探针/刀具与工件接触点的坐标被设定为和 M80 一起编程的坐标值。上述两种情况都会产生工件位置偏置，系统会按照偏置后的坐标系原点执行其后的程序段。

M80 设定接触点坐标值时相当于 G92 指令，因此可以通过 N... G92 指令取消。设定坐标值在复位“CONTROL RESET”后仍然保留。

M00 程序停止（无条件停止）

指令格式：M00

除非在 PLC 程序里有另外的处理，指令 M00 使 NC 程序停止运行，以便进行测量或其它操作。当执行完含有 M00 指令的程序段后，系统停止 NC 程序运行，并保护所有的状态数据。此时按“启动”按钮允许程序继续执行

M01 程序停止（有条件停止）

指令格式：M01

指令 M01 和 M00 功能相同，只是预先要选中“自动 ——F3（程序执行 2）——F2（M01 暂停）”。如果 M01 指令已经被系统处理并且送入动态程序段缓冲区内，此时再选中“M01 暂停”菜单，程序并不会停止，尽管此时 M01 程序段并没有开始执行。

M02, M03 程序结束

指令格式：M02/M30

在程序的结尾处用 M02 或 M30 指令编程，这两条指令作用相同，可以使用任意一个。

与 M00 指令相比，M02 及 M30 指令取消所有状态数据并且系统被复位。M02 或 M30 指令编写在程序结尾处，各进给轴保持在程序运行结束时的坐标位置。此时按“启动”按钮可以重新启动程序执行。

如果用坐标字 L 和 M02 或 M30 一起编程使程序循环执行，则 M02 或 M30 在每次程序循环结束后都被激活。

在子程序中的 M02 或 M30 只作为子程序的结束标志，并不能结束主程序。在这种情况下，M02 或 M30 使程序回到主程序运行，并不复位系统。

注意：

所有程序都必须包含 M02 或 M30，作为程序结束的标志，否则将出现 32 号错误。

G92 产生的坐标系原点偏置不会被 M02/M30 复位。

不允许在含有 M02/M30 的程序段中调用子程序。否则子程序不会被执行，并且没有任何错误信息出现。

M02/M30 可以被编写在最后一个程序段中的任何位置，这编写在其后的指令仍会在 M02/M30 之前被执行。

