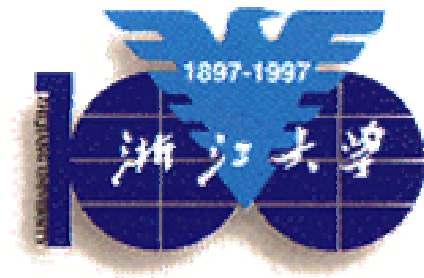


# 三维数控车床动态仿真加工系统 使用说明书



机械设计研究所

## 一、三维数控车床动态加工仿真软件的人机界面及操作说明

本软件系统的人机界面主要由以下几部分构成（如图 1），



图 1 系统人机界面构成

下面对各区的功能作一详细的介绍：

### 1、代码编辑区

代码编辑区由两部分组成：左边有色小矩形区域和右边无色大矩形区域。（如图 2）

左边有色小矩形区域主要有以下三个作用：

- 1、在编译程序时，若零件加工程序有错，此区域内有一小游标指示编译后的程序的错误行。
- 2、在运行程序时，区域内小游标指示正在或将要运行的程序行。
- 3、在用辅助编程功能进行编制零件加工程序时，区域内小游标指向辅助编

程功能自动生成的代码行。

右边大矩形区域也具有小矩形区域的同样功能，它用反黑程序行来代替小游标，同时，它还具有零件加工程序的输入、编辑、修改等功能，并用不同的颜色及字体来显示程序段的准备功能字（G 系列）、坐标功能字（X, Z, U, W, P, D）、坐标值、辅助功能字（M 系列）、进给功能字 F、字程序标号 N、注释等。（如图 2）

整个代码编辑区可通过菜单或工具条的选择操作进行全屏显示或窗口显示。



图 2 代码编辑区

## 2、加工过程仿真显示区

用于仿真显示整个零件的加工过程。它主要显示以下几部分：坐标轴、被加工零件的三维动态轮廓图、刀具轨迹、刀具位置、卡盘和尾架。（如图 3）

仿真显示区中的这几部分可通过菜单或工具条的选择决定其是否要显示。也可通过菜单或工具条的选择决定仿真显示区是全屏显示或窗口显示。

被加工零件的三维动态轮廓图大小根据仿真显示区大小自动调整，同时可按鼠标左键抓取零件后调整方位。（如图 4）

## 3、提示信息显示区

它主要完成以下几个功能：

- 1、在编译零件加工程序有错误后，显示错误行的行号、这一行的错误原因及总的错误个数。若双击其中的某一条，则在代码编辑区中定位到对应的程序段。（如图 5）

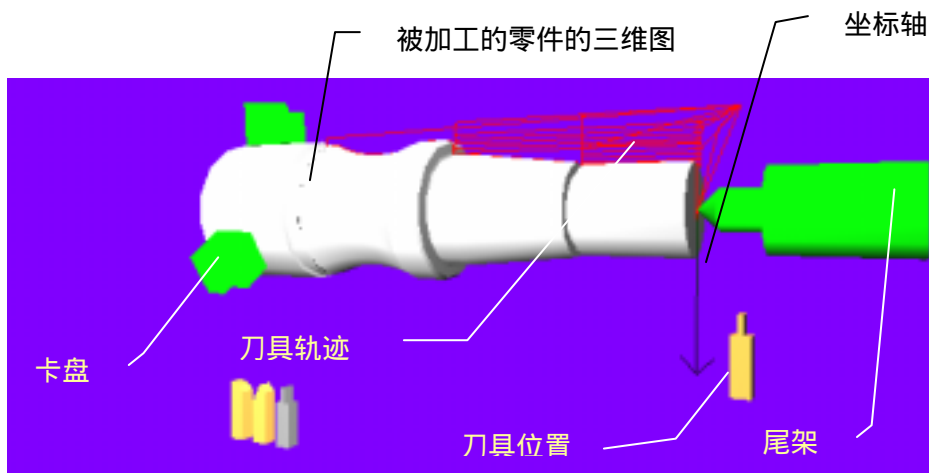


图 3 加工过程仿真显示区

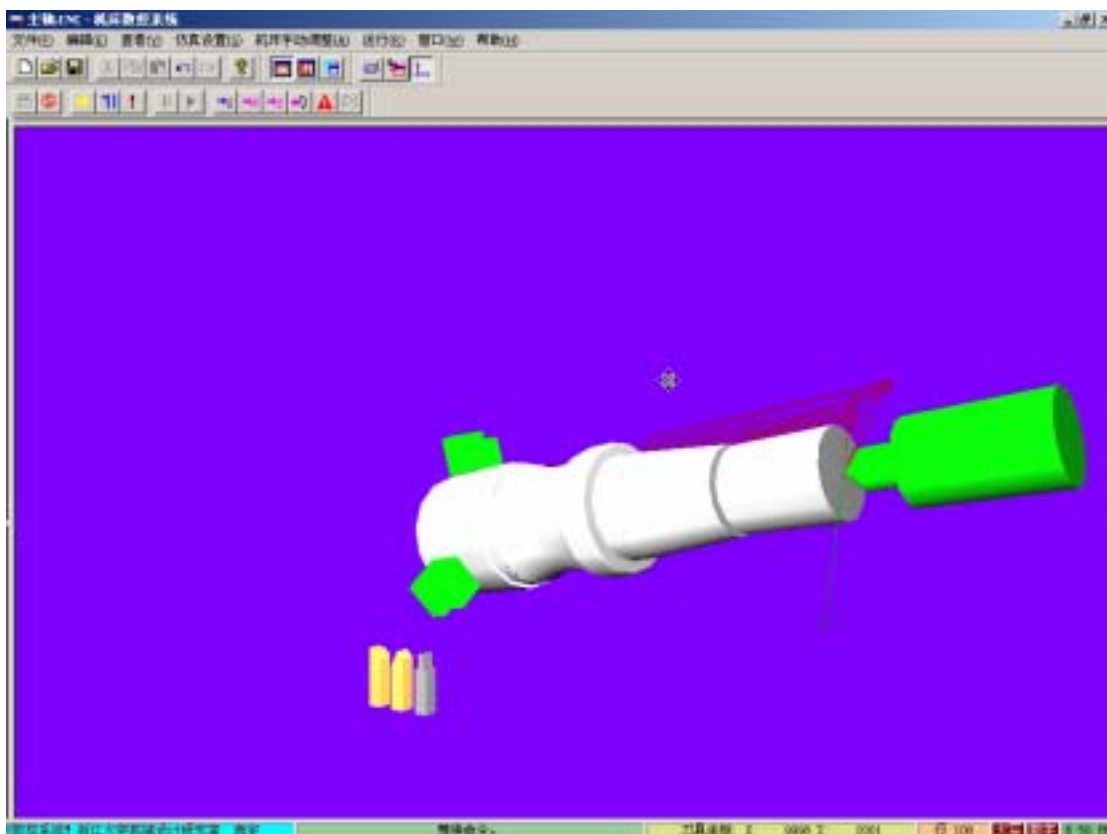


图 4 仿真显示区大小调整

- 2、在运行零件加工程序时，显示已经运行了几个程序段和将要运行的程序

行号。(如图 6) 显示异常情况，如急停、越位等。

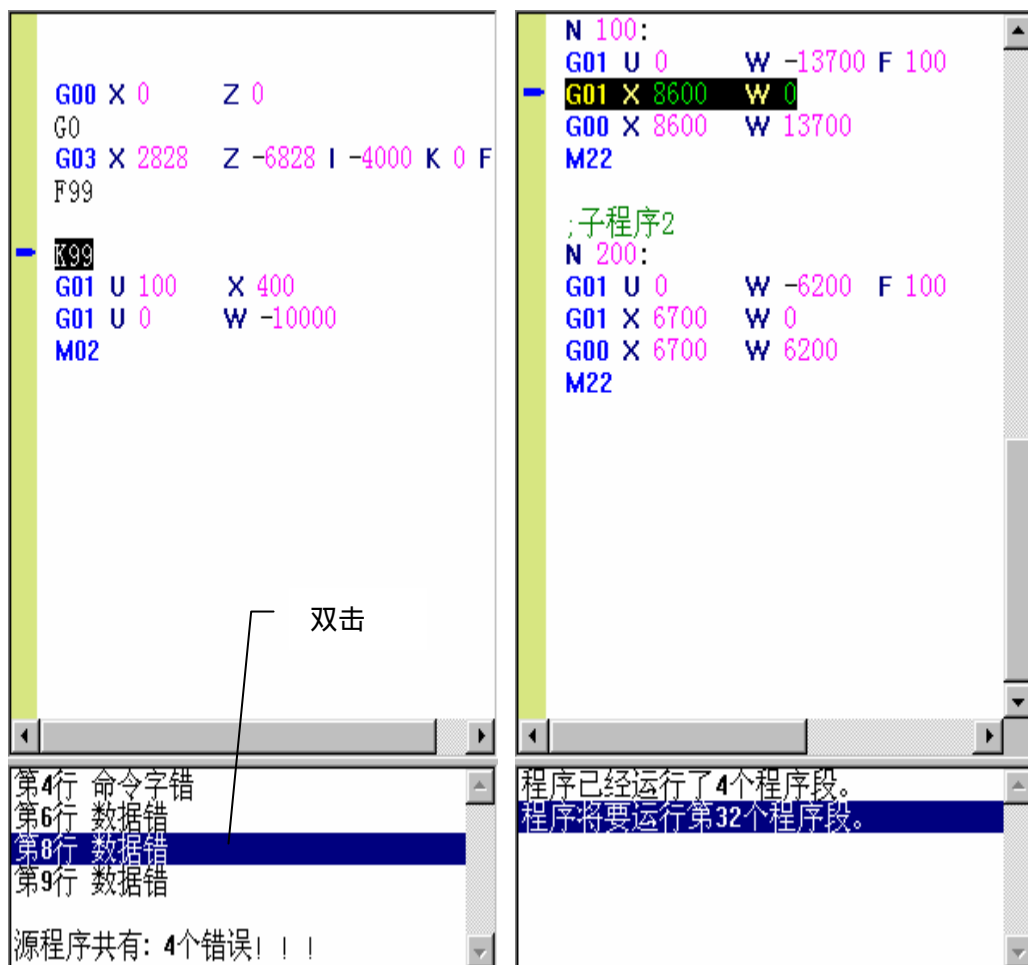


图 5 提示信息显示区错误定位

图 6 程序运行提示

#### 4、辅助编程区

辅助编程区罗列了本系统所用到的所有功能字及其简单示例，它用对话框的方式让用户选择所需要的功能字，并进行参数的输入。若确定后，则在代码编辑区光标所在行的上一行插入对应的程序段。注：在使用本功能前，先在代码编辑区中设置插入点。

#### 5、菜单条

菜单是本数控软件系统的用户界面的基础，下面主要介绍系统主菜单的各项命令。

##### 5.1 文件菜单

文件菜单用于新建、打开、保存、打印文件等，其中选项有：

- 新建： 建立新文件；
- 打开： 打开文件；
- 保存： 保存当前文件；
- 另存为： 重新命名保存当前文件；
- .....： 最近使用的文件列表；
- 退出： 退出本数控系统。

## 5.2 编辑菜单

编辑菜单包括剪贴、复制、撤消等命令，具体选项有：

- 撤消： 撤消一个编辑操作，最大可撤消 100 次；
- 重做： 返回撤消的内容，最大可重做 100 次；
- 剪切： 将当前选择移入剪贴板；
- 复制： 将当前选择复制到剪贴板；
- 粘贴： 将剪贴板内容复制到当前文件。

## 5.3 查看菜单

查看菜单主要用于设置工具条及状态栏的可见性。具体选项有：

- 文件管理及编辑工具条 设置文件操作工具条的可见性；
- 仿真设置工具条： 设置仿真设置工具条的可见性；
- 程序运行工具条： 设置程序运行工具条的可见性；
- 窗口管理工具条： 设置窗口管理工具条的可见性；
- 状态栏： 设置状态栏的可见性。

## 5.4 仿真设置菜单

仿真设置菜单主要用于仿真显示的一些配制，具体选项有：

- 设置毛坯尺寸： 设置要加工零件的毛坯尺寸；
- 设置仿真区各组件颜色： 设置仿真区各组件显示颜色；
- 显示分辨率设置： 设置零件显示的圆度；
- 仿真速度与精细度设置： 设置仿真时单位进给速度与显示精细度；
- 显示坐标轴： 设置是否要在仿真显示区中显示坐标轴；
- 显示三爪卡盘： 设置是否要在仿真显示区中显示三爪卡盘；
- 刀具轨迹显示 设置是否要在仿真显示区中显示刀具轨迹。

- 显示二维加工过程： 设置在仿真显示区中显示零件的二维加工过程还是三维加工过程；
- 显示作者信息： 设置在仿真显示区中是否显示作者信息；
- 平行投影： 设置在仿真显示区三维显示时是采用平行投影还是采用透视投影。

#### 5.5 运行菜单项

它主要用于零件加工程序的编译、运行、原点设定。具体选项有：

- 编译： 对代码编辑区的文本代码进行转换，变为本系统能识别的数据格式。同时对原程序进行查错；
- 单步运行： 按一下本选项，零件加工程序执行一个程序段；
- 运行到光标处： 零件加工程序执行到代码编辑区光标所在行程序段的上一程序段；
- 连续运行： 连续的运行零件加工程序；
- 停止运行： 只有在执行单步运行命令时已执行完了一个程序段，等待执行下一程序段或执行运行到光标处命令时，已运行到了光标所在行程序段的上一程序段并等待往下执行时本命令才有效，它使下一次执行程序时又回到程序的起始程序段开始执行，并使本系统恢复初始状态；
- 暂停： 在执行程序段进行零件加工时，暂时停止零件的加工，并处于等待状态；
- 继续运行： 只有当零件加工暂停时，本命令有效，它取消暂停加工状态，使加工继续往下进行。

#### 5.7 窗口菜单项

主要用于代码编辑窗口与仿真显示窗口的管理，具体选项有：

- 仿真窗口全屏： 使仿真显示窗口处于全屏显示或窗口显示状态；
- 代码编辑窗口全屏： 使代码编辑窗口处于全屏显示或窗口显示状态；
- 恢复原始窗口： 使本系统的全部窗口恢复原始设定的大小。

### 6、工具条

它分四部分：

1、文件操作工具条。(如图 7)

主要用于零件加工程序的读入、存贮、编辑等。

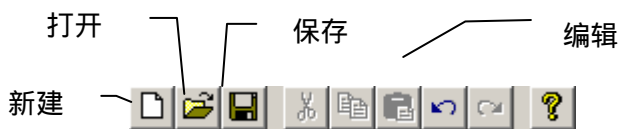


图 7 文件操作工具条

2、窗口管理工具条

用于代码编辑区、仿真显示区的全屏与窗口显示及恢复原始窗口大小。(如图 8)

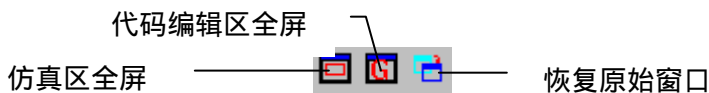


图 8 窗口管理工具条

3、仿真设置工具条

用于仿真显示区的毛坯尺寸的设置、坐标显示设置及刀具轨迹设置。(如图 9)



图 9 仿真设置工具条

4、程序运行工具条



图 10 程序运行工具条

它主要用于零件加工程序的编译、运行（有运行停止、单步、运行到光标处、连续运行、运行暂停、继续运行功能）、主轴旋转与停止、紧急停



止功能。(如图 10)

## 7、状态条

状态条主要显示以下内容：当前所选菜单的详细注解、当前系统状态、当前刀具位置、代码编辑区的光标位置、键盘状态及当前时间。(如图 11)

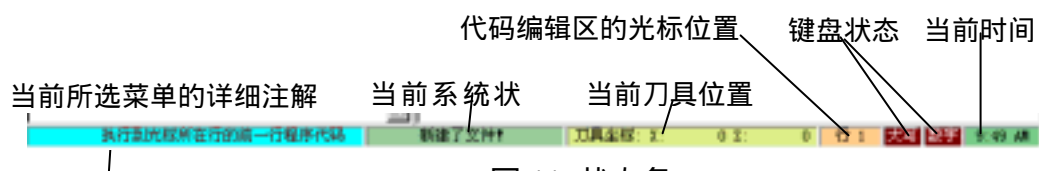


图 11 状态条

## 二、数控软件系统的程序格式与编制

### 1、数控机床运动方向的规定

在数控机床中，机床直线运动的坐标轴 X, Y, Z 按照 ISO 和我国 JB3051-82 标准，规定为右手笛卡儿坐标系。三个回转运动 A、B、C 相应的表示其轴线平行于 X、Y、Z 的旋转运动，如图 1-5 所示。X、Y、Z 的正方向是使工件尺寸增加的方向，即增大工件和刀具距离的方向。通常以平行于主轴的轴线为 Z 轴（即 Z 坐标运动由传递切削动力的主轴所规定），而 X 轴是水平的，并平行于工件的装夹面，最后 Y 坐标就可按右手笛卡儿坐标系来确定。旋转运动 A、B、C 的正向，相应的在 X、Y、Z 坐标正向上按右螺纹前进的方向。上述规定是工件固定、刀具移动的情况。反之若工件移动，则其正方向分别用 X', Y', Z' 表示（如图 12 中的虚线所示）。通常以刀具移动时的正方向作为编程的正方向。

对于工具机，沿床身导轨为 Z 轴，沿拖板导轨为 X 轴。

### 2、程序段的组成

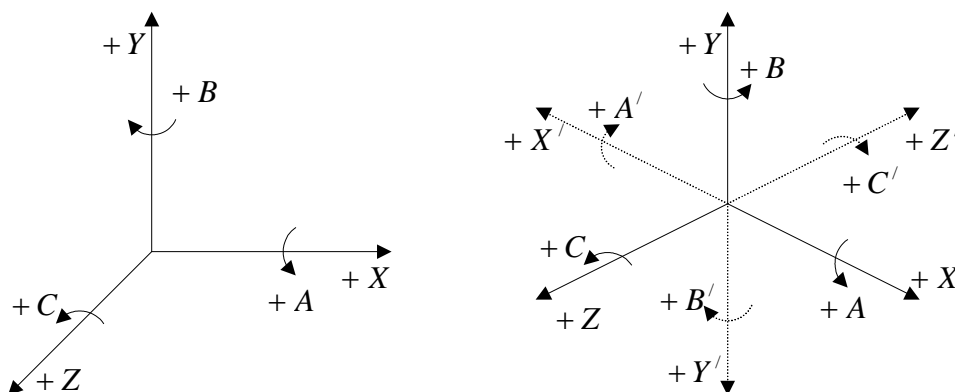


图12 数控机床坐标系

一个程序段对应着零件的一段加工。如下面一个程序段：

G01 X2400 Z-2000 F100            它代表命令刀具走一条斜线。

一个程序段一般由准备功能字 G 或辅助功能字 M 或子程序标号 N、坐标功能字 (X、Z、U、W、I、K)、进给功能字 F 组成。

(1) 准备功能字    准备功能字以 G 为首，后跟二位数字，本系统用到如下

准备功能字：

G00:    点定位。后面跟坐标功能字，不需要进给功能字，它命令刀具沿一直线快速走到坐标功能字所定义的坐标点，中间不得有切削加工。

如：G00 X 10 Z -100 或 G00 U 20 W -100 或 G00 X 10 W -200

等。

G01: 直线插补。后面跟坐标功能字、进给功能字，它命令刀具沿一直线按进给功能字所定义的速度走到坐标功能字所定义的坐标点，中间有切削加工。

如：G01 X 10 Z -100 F 100 等。

G02: 顺时针圆弧插补。后面跟坐标功能字、进给功能字，它命令刀具沿一顺时针圆弧按进给功能字所定义的速度走到坐标功能字所定义的坐标点，中间有功能加工。

如：G02 X 2000 Z-1000 I 0 K 1000 F 100 等。

G03: 逆时针圆弧插补。后面跟坐标功能字、进给功能字，它命令刀具沿一逆时针圆弧按进给功能字所定义的速度走到坐标功能字所定义的坐标点，中间有功能加工。

如：G03 X 2000 Z-1000 I -1000 K 0 F 100 等。

G04: 暂停。后面直接跟所要暂停的时间，以毫秒为单位。

如：G04 1000。

G05: 快速返回浮动原点。刀具快速回到先前设定的浮动原点处。

G84: 纵横向车削循环。

G92: 原点偏置设置。

G59: 进行原点偏置。

**注：以上准备功能 G 代码的详细用法见附件。**

(2) 辅助功能字 辅助功能字以 M 开头，后跟二位数字，本系统用到如下

辅助功能字：

M02: 程序结束。

M03: 主轴转动。

M05: 主轴停止。

M21: 调用子程序，后面跟调用的子程序编号如：M21 100

最多可连续调用子程序 20 次。

M22: 子程序返回。

M80: 将毛坯反向装夹，主要用于需两端加工的零件。(为仿真用自定

义)

(3) 子程序标号 以 N 开头，后面空一格后跟它代表的子程序编号。如 N 100。

(4) 坐标功能字 坐标功能字用来设定机床各坐标之间位移量。它一般是 X、Z、U、W、I、K 后空一格跟“+”或“-”及一串数字，该数字一般以系统脉冲当量为单位，不使用小数点。

其中 X、Z 为绝对坐标功能字，U、W 为增量坐标功能字。绝对坐标功能字所表示的点坐标是以绝对坐标系为标准的，在绝对坐标系中，所有坐标点均以某一固定点计量（即编程坐标原点），在本系统中，编程坐标原点为加工原点，处于毛坯右端面与中心线的交点处。

增量坐标功能字所表示的点坐标以增量坐标系为标准，在增量坐标系中，运动轨迹的终点坐标作为下一段的起点坐标。

注意：在零件直径方向的坐标，它的坐标值以零件直径值表示。

坐标功能字中的 K、I 只在圆弧插补中使用，它是一增量坐标，是以圆弧起点坐标为坐标原点的圆心坐标值，其中 I 表示的为 X 方向，K 表示的为 Z 方向，此时 K 为实际坐标值，不用直径表示。

(5) 进给功能字 以 F 开头，后面空一格跟一整数代表进给速度。

在编制零件加工程序时，若本程序段与上一程序段的功能字有相同的，则在本程序段中可以省略。

### 3、错误提示

本系统能查找的错误主要有：

命令字错、数据错、重复置数、缺少子程序返回、缺少子程序、缺少程序结束功能字等。

命令字错： 在原代码中有本系统不识别的功能字；

坐标功能字错： 原代码中的坐标功能字有错；

- 数据错： 在一个程序段中缺少数据；
- 重复置数： 在一个程序段中对同一坐标赋了两次或两次以上的值；
- 缺少子程序返回： 在子程序中缺少返回功能字 M22；
- 缺少子程序： 找不到 M21 功能字中要调用的子程序；
- 缺少程序结束符： 没有程序结束符 M02。

#### 4、加工程序的编制

下面以一手柄加工程序为例，介绍零件加工程序的编制。

手柄零件图如图 13

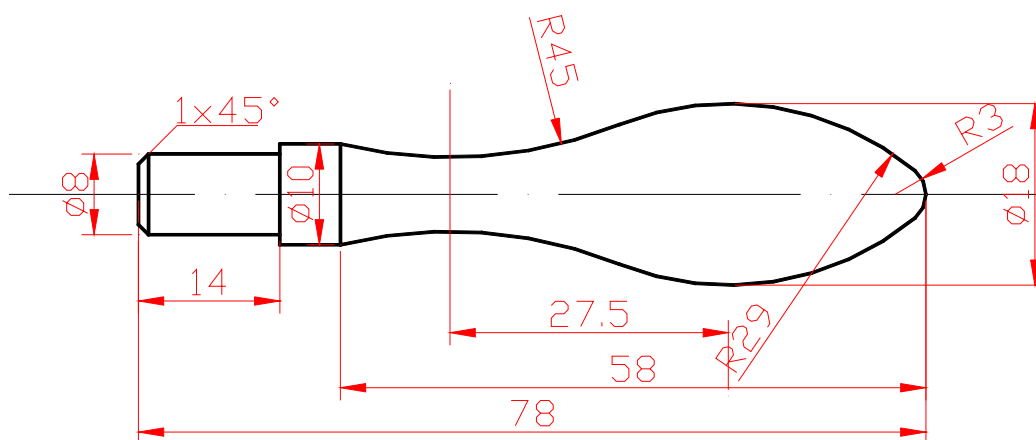


图 13 手柄零件图

由上图可知，此工件由半径为 R3、R29、R45 三个圆弧光滑连接而成。对圆弧工件编程时，必须求出以下三个点的坐标：

- 1) 圆弧的起始点坐标值；
- 2) 圆弧的结束点（目标点）坐标值；
- 3) 圆弧中心点坐标值。

计算方法如下：

取编程零点为  $W_1$  (图 14)。

在  $O_1E O_2$  中

已知： $O_2E = 29 - 9 = 20$

$$O_1O_2 = 29 - 3 = 26$$

$$O_1E = \sqrt{(O_1O_2)^2 - (O_2E)^2} = \sqrt{26^2 - 20^2} = 16.613$$



则  $Z_A = -1.083$

从圆弧起始点  $W_1$  作坐标，得：

$$I_{O_1} = 0$$

$$K_{O_1} = -3$$

$$X_A = 4.616$$

$$Z_A = -1.083$$

(2) 求 B 点坐标值及  $O_2$  点的 I、K 值

因  $\Delta O_2HO_3 \cong \Delta BGO_3$

$$\frac{BG}{O_2H} = \frac{O_3B}{O_2O_3}$$

$$BG = O_2H \times \frac{O_3B}{O_2O_3} = 27.5 \times \frac{45}{45 + 29} = 16.723$$

$$BF = O_2H - BG = 27.5 - 16.723 = 10.777$$

$$W_1O_1 + O_1E + BF = 3 + 16.613 + 10.777 = 30.39$$

则  $Z_B = -30.39$

又在  $\Delta O_2FB$  中

$$O_2F = \sqrt{(O_2B)^2 - (BF)^2} = \sqrt{29^2 - (10.777)^2} = 26.923$$

$$EF = O_2F - O_2E = 26.923 - 20 = 6.923$$

因是直径编程

$$X_B = 2 \times 6.923 = 13.846$$

$$Z_B = -30.39$$

从 A 点作坐标，求出  $I_{O_2}$ 、 $K_{O_2}$  值。

$$I_{O_2} = -(AD + O_2E) = -(2.308 + 20) = -22.308$$

$$K_{O_2} = -(O_1D + O_1E) = -(1.917 + 16.613) = -18.53$$

得出：

$$X_B = 13.846$$

$$Z_B = -30.39$$

$$I_{O_2} = -22.308$$

$$K_{O_2} = -18.53$$

(3) 求 C 点坐标值及  $O_3$  点的 I、K 值

从图 14 可知：

$$X_C = 10$$

$$Z_C = -(78 - 20) = -58.0$$

$$GO_3 = \sqrt{(O_3B)^2 - (GB)^2} = \sqrt{(45)^2 - (16.723)^2} = 41.777$$

以 B 点为起始点：

$$I_{O_3} = 41.777$$

$$K_{O_3} = -16.723$$

$$X_C = 10.0$$

$$Z_C = -58.0$$

为了编程方便，把以上计算数据，写在工件圆弧的捌点和圆心上。具体见图 15。

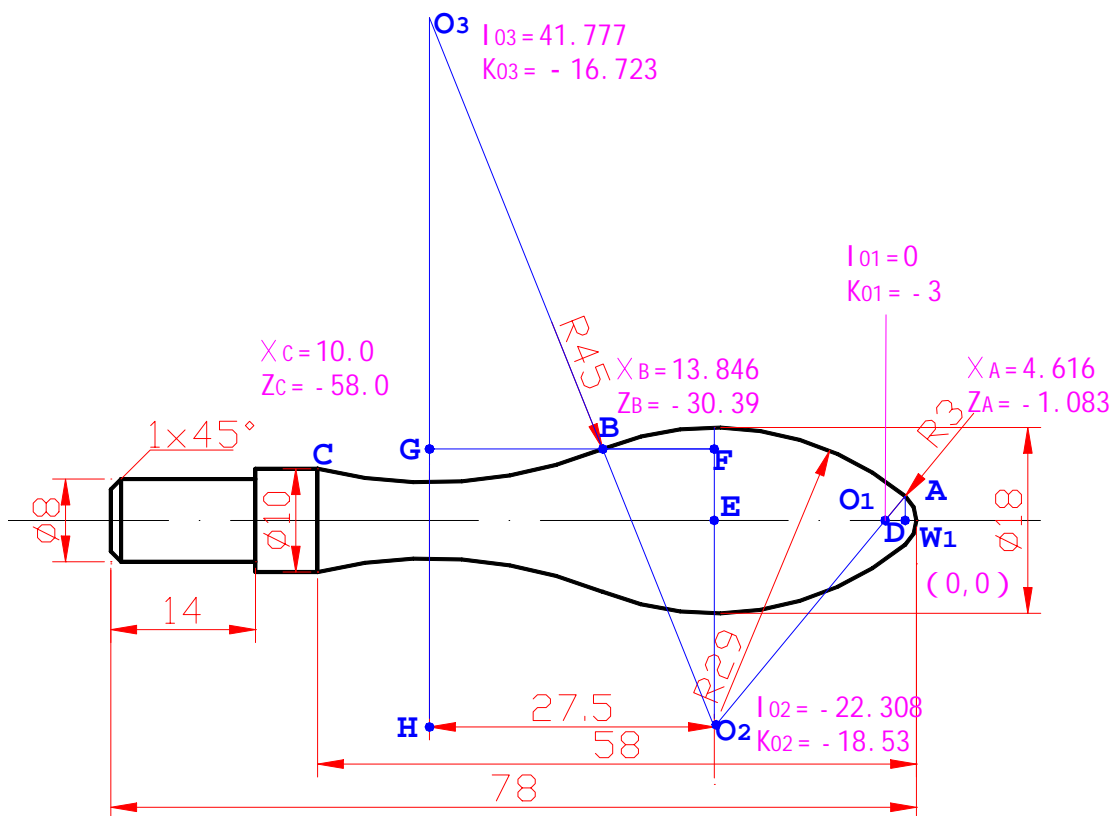


图 15 手柄捌点及圆心坐标

车削手柄的原材料一般为棒料，如果一次行程中要车削成图 13 的手柄形状，因余量太多，所以是不可能的。为此，必须先将大部分多余的材料车去，见图 16 细线部分，然后再编程车成椭圆形手柄。



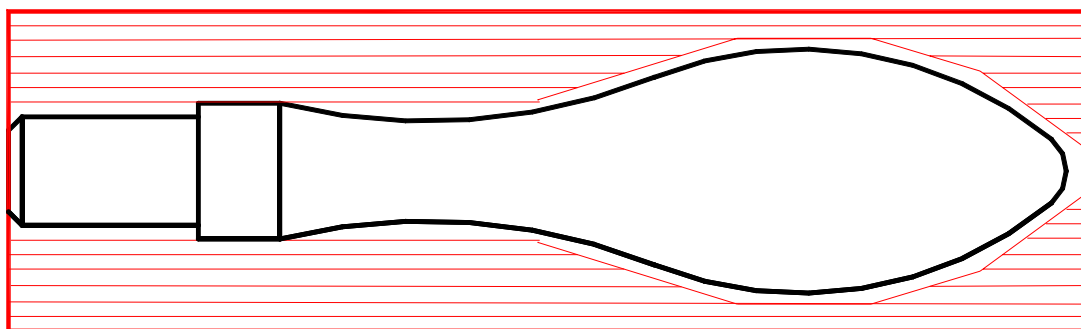


图 16 车去多余材料

车去大部分多余材料时编程时，一般可用 G84 指令，将毛坯车成台阶和几个斜面，并留有 0.5—1mm 余量，见图 17 和图 18。

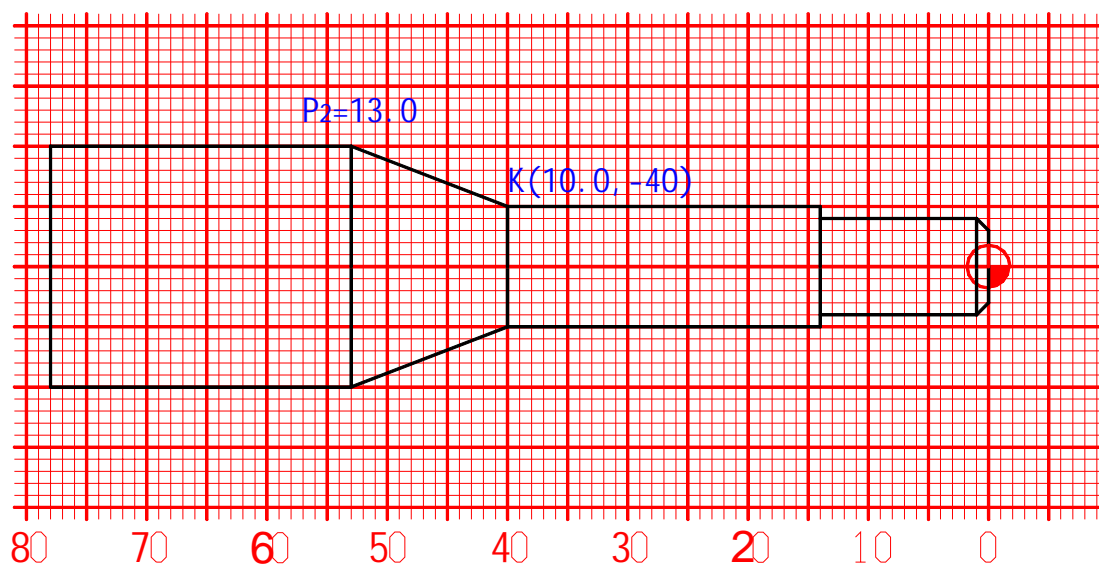


图 17 车手柄左端台阶及斜面

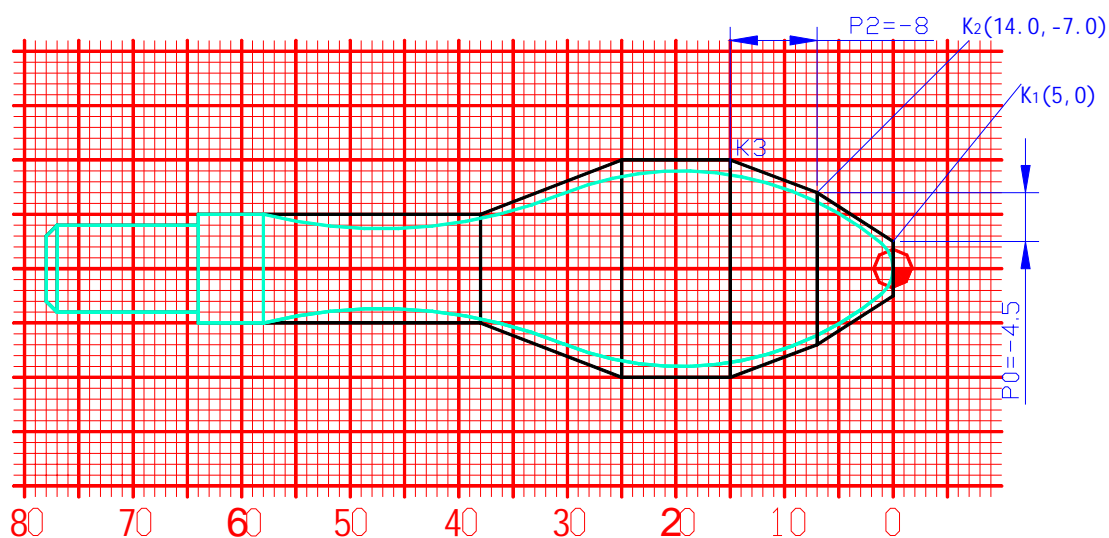


图 18 车手柄右端双斜面

具体车削时，可编两个程序，第一个程序车削手柄左端外圆台阶和斜面，见图 16。为了准确决定各目标点的坐标，可将手柄画在坐标纸上，再根据方格纸坐标，粗略决定各目标点坐标值。如图 17 中 K 点的坐标为  $X = 10.0$ 、 $Z = -40.0$ 、 $P2 = -13.0$ 。如果有计算机，可用 AutoCad 软件进行上述步骤，可方便并且准确的得到坐标值。

一端车好后，将工件调头，夹住  $\phi 8 \times 14$  外圆，车右端圆弧部分。具体加工如图 18。

具体编程如下：

```

;毛坯尺寸20*79
;开始时零点在卡盘的左端面处
;把编程零点偏置到离毛坯右端面0.5mm处，留0.5mm余量
G92 X 00    Z 7850
;调用G92
G59
;主轴转动
M03
;车刀快速定位至直径22mm及离端面2mm处
G00 X 2200    Z 200
;车端面毛坯长度至78.5mm,车端面时刀尖过中心点0.5mm，端面精车余量0.1mm，分层切削深度0.5mm
G84 Z 0        X -50    D2 20        D3 50    F 80
;车刀快速定位至直径20mm及离端面2mm处
    
```

G00 X 2000 Z 200

;车削直径10mm外圆及斜面，精车余量为0.2mm，分层切削深度0.8mm

G84 X 1000 Z -4000 P2 -1300 D0 20 D2 20 D3 80

;车刀快速定位至直径11mm及离端面2mm处

G00 X 1100 Z 200

;车削直径8\*14mm外圆至尺寸

G84 X 800 Z -1400 D0 20 D3 50

;车刀快速定位至直径4mm及离端面1mm处，准备倒角

G00 X 400 Z 100

;倒角

G01 X 1000 Z -200

;车刀远离工件

G00 X 5000 Z 5000

;主轴停转

M05

;由于零件左台阶长度为14mm，卡盘长度为18mm

;毛坯经加工后长度为78.5mm，所以毛坯右端面离卡盘原点

;距离为78.5-14+18=82.5mm（卡盘只能夹在最左边的台阶上）

;工件反向装夹，毛坯右端面离卡盘原点距离为82.5mm

M80 X 0 Z 8250

;把编程零点偏置到离毛坯右端面0.5mm处，留0.5mm余量

G92 X 00 Z 8200

;调用G92

G59

;主轴转动

M03

;车刀快速定位至直径22mm及离端面2mm处

G00 X 2200 Z 200

;车端面长度至尺寸，车端面时刀尖过中心点0.5mm，端面精车余量0.2mm，分层切削深度0.5mm

G84 Z 0 X -500 D2 20 D3 50

;车刀快速定位至直径20mm及离端面2mm处

G00 X 2000 Z 200

;粗车直径18mm外圆，留精车余量0.2mm

G84 X 1820 Z -3000 D3 80

;车刀快速定位至直径19mm及离端面2mm处

G00 X 1900 Z 200

;车削斜面，精车余量为0.2mm，分层切削深度0.5mm

G84 X 1400 Z -700 P0 -450 P2 -800 D0 20 D2 20 D3 50

;车刀快速定位至工件中心及离端面1mm处，准备车削圆弧

G00 X 0 Z 100

;车刀以工进速度移至圆弧起点

```

;到换刀位
G00 X 10000 Z 2000
;换刀
T20

G00 X 0 Z 0
;逆时针车削圆弧至A点
G03 X 462 Z -108 I 0 K -300
;逆时针车削圆弧至B点
G03 X 1385 Z -3039 I -2231 K-1853
;顺时针车削圆弧至C点
G02 X 1000 Z -5800 I 4178 K -1673
;车刀远离工件
G00 X 5000 Z 5000
;主轴停转
M05
;程序结束
M02
    
```

到此，车削手柄的程序编制完毕。通过输入到控制、仿真软件中，进行仿真加工后可得到图 14 的手柄工件。



图 19 仿真加工结果

下面以一主轴加工程序为例，介绍零件加工程序的编制。

主轴零件图如图 20

零件加工程序如下：

```

;注：主轴尺寸85X290mm
;开始时零点在卡盘的左端面处
;把编程零点偏置到毛坯右端面处
G92 X 00 Z 29000
;调用G92
G59
    
```

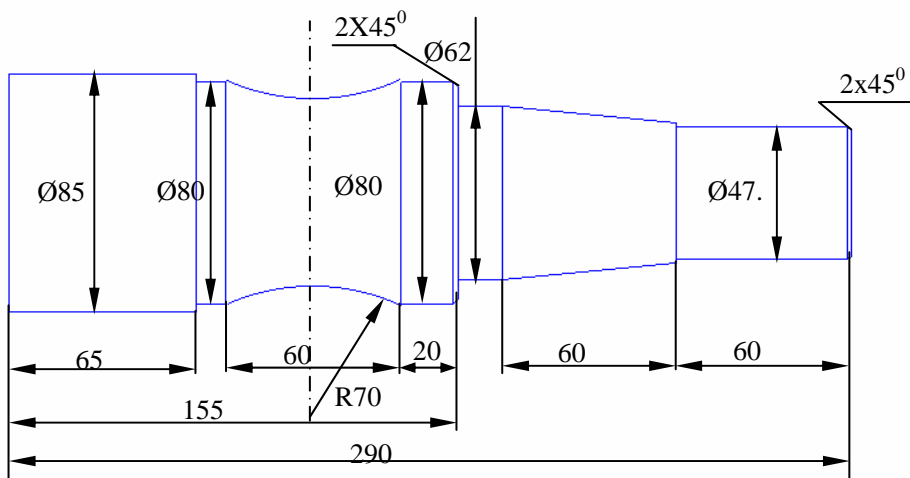


图 20 主轴零件图

;主轴旋转

M03

;到换刀位

G00 X 10000 Z 2000

;换刀

T10

;切端面

G00 X 8800 Z 1000

G00 X 8800 Z -80

G01 X -1000 Z -80 F 80

G00 X 8000 Z 1000

;到换刀位

G00 X 10000 Z 2000

;换刀

T30

;切退刀槽

G00 X 10000 Z -13300

G01 X 6500 F 80

;延时

G04 1000

G00 X 10000

;到换刀位

G00 X 10000 Z 2000

;换刀

T10

;粗车毛坯

G00 X 8000 Z 200

;调用编号为100的子程序

M21 100

G00 X 7500 Z 200

M21 100

G00 X 7000 Z 200

M21 100

G00 X 6500 Z 200

M21 100

;到换刀位

G00 X 10000 Z 2000

;换刀

T30

;切退刀槽

G00 X 6500 Z -5850

G01 X 5000 Z -5850 F 80

;延时

G04 1000

G00 X 10000 Z -5850

;到换刀位

G00 X 10000 Z 2000

;换刀

T10

G00 X 6000 Z 200

M21 200

G00 X 5500 Z 200

M21 200

G00 X 5000 Z 200

M21 200

G00 X 4180 Z 200

G01 X 4780 Z -100 F 80

Z -6000

;倒角

;车外圆，直径47.8

```

X 5000 ;退刀
X 6200 W -6000 ;车锥度
Z -13500 ;车外圆，直径62
X 7600 ;退刀
X 8000 W -200 ;倒角
W -1800 ;车外圆，直径80
;到换刀位
G00 X 10000 Z 2000
;换刀
T20

G00 X 8000 Z -15500
;车圆弧
G02 W -6000 I 6325 K -3000
G01 Z -22500 ;车外圆，直径80
X 9000

;到换刀位
G00 X 10000 Z 2000
;换刀
T30
;切退刀槽
G00 X 6500 Z -5850
G01 X 4000 Z -5850 F 80
;延时
G04 1000

G00 X 10000 Z -5850
;到换刀位
G00 X 10000 Z 2000
;主轴停止
M05
;程序结束
M02

;子程序1
N 100:
G01 U 0 W -13600 F 80
G01 X 8600 W 0
G00 X 8600 W 13600
M22

;子程序2
N 200:

```

```
G01 U 0      W -6100 F 80
G01 X 6700   W 0
G00 X 6700   W 6100
M22
```

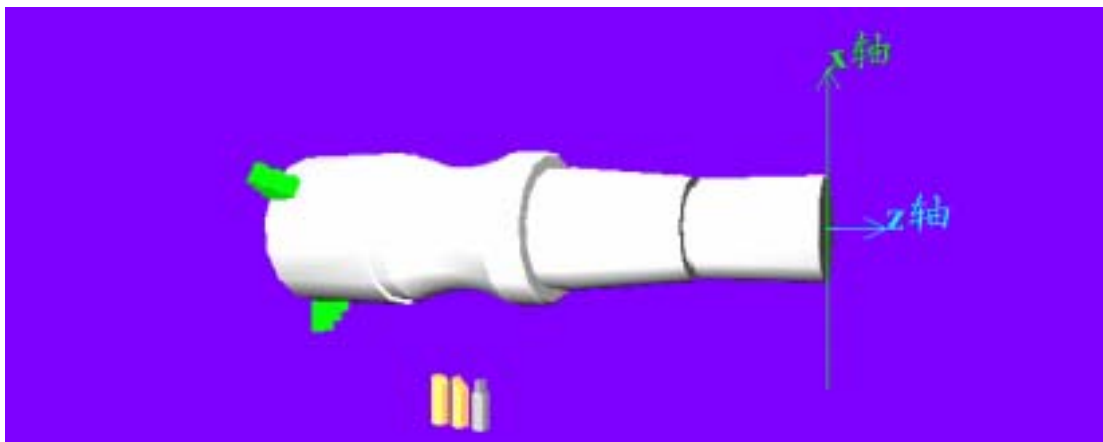


图 21 仿真加工结果

### 三、零件加工程序执行过程

- 1、用本系统中的文件操作功能打开存在盘上的，以前编制好的零件加工程序，把它放入系统的内部缓冲区内。或在代码编辑区中用键盘输入新的零件加工程序；
- 2、对零件加工程序进行编译，如果有错则对源程序进行修改，直到源程序正确为止；
- 3、进行毛坯尺寸的设置，其中“毛坯右端离卡盘原点（左端面处）距离（卡盘长度 18mm）”这一项 X 的值计算方法如下：  
 若已知毛坯长度为 L，卡盘长度中  $K = 18\text{mm}$ 。  
 当毛坯在安装时其左端面与卡盘左端面在同一平面上时，则  $X = L$ ；  
 当毛坯在安装时其左端面在卡盘内部时，毛坯在卡盘内的长度为 M，则  
 $X = L - M + K$ ；
- 4、选择单步、运行到光标处、连续执行三个执行功能中的一个运行零件加工程序。



#### 四、典型零件的零件图

可选图 22 图 23 中的零件图进行加工。

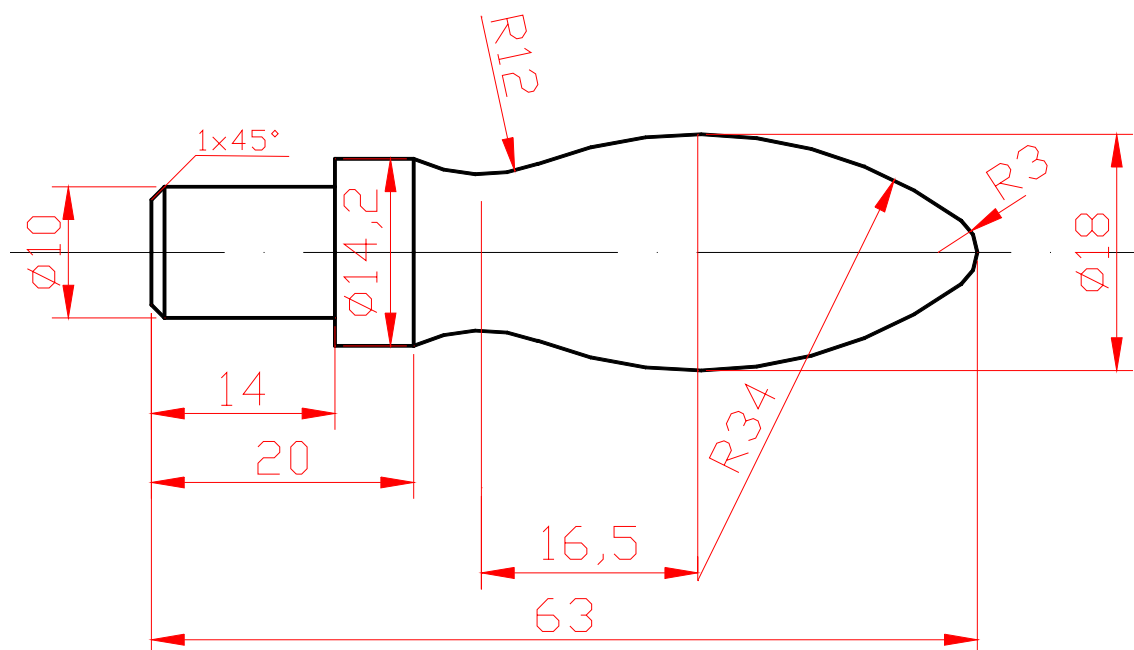
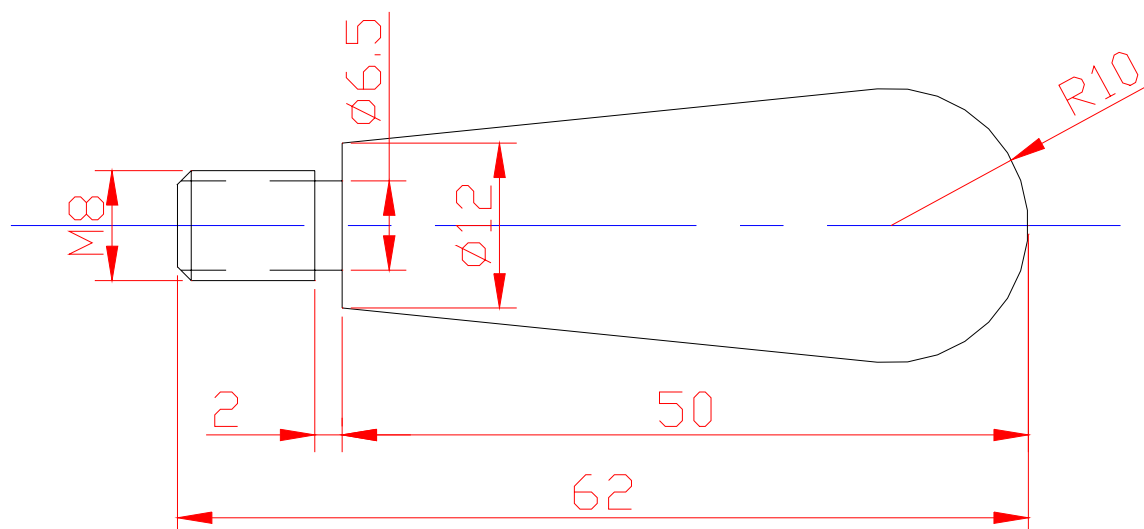


图 22 手柄工作图 1



倒角： $1 \times 45^\circ$

图 23 手柄工作图 2

## 附录 准备功能 G 代码详解

准备功能字是指定给定机床或控制系统工作方式的一种指令,用地址 G 和它后面的数字来指定控制动作方式。本系统主要用到第 0 组 G 代码,它的主要功能是确定刀具的直线、圆弧等各种运动轨迹,所以也称为轨迹功能,具体介绍如下:

### 一、G00 快速定位 (点定位)

G00 功能使刀具以机床规定的快速进给速度 (F100) 移动到目标点,又称为点定位。它与以前程序段中选用的速度无关。其编程方法见表 1。

G00	X	Z
	±5	±5
	U	W

表 1 G00 快速点定位

表中:

G00	快速点定位代码;
X, Z	绝对值编程时的目标点坐标 (0.01mm);
U, W	增量值编程时的目标点坐标 (0.01mm);
±5	数据无小数,最大 5 位。

例 1: 车削如图 1 所示工件,要求刀尖从 S 快速定位至 P 点 ( $\phi 40 \perp Z = 2mm$ );

试用绝对值和增量值方法编程。

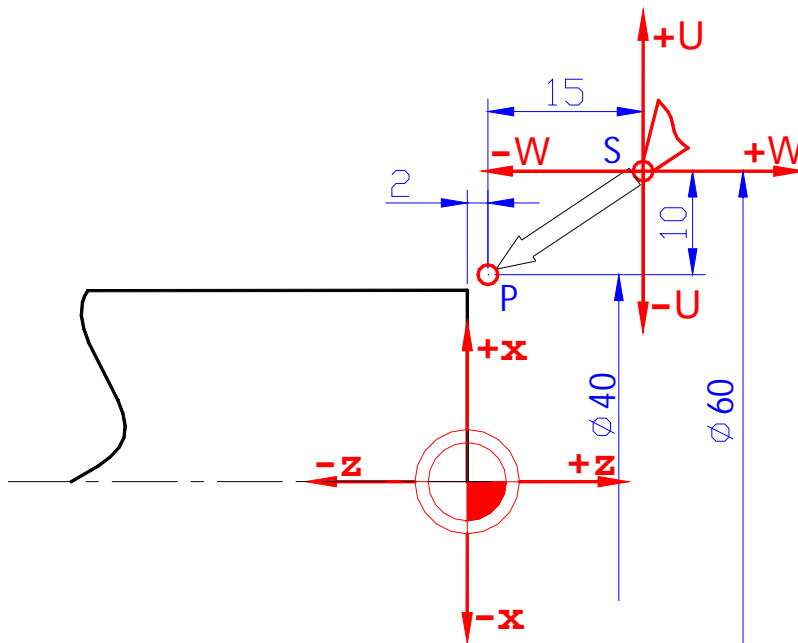


图 1

解: 绝对值编程:

.....

G00 X 4000 Z 200

.....

增量值编程：

.....

G00 U -1000 W -1500

.....

## 二、G01 直线插补

G01 功能用于刀具直线插补运动，它是通过程序段中的信息，使各坐标轴上产生与其移动距离成比例的速度。其编程方法见表 2。

G01	X ±5 U	Z ±5 W	F3
-----	--------------	--------------	----

表 2 G01 快速点定位

表中：

G01

直线插补代码；

X, Z

绝对值编程时的目标点坐标 (0.01mm)；

U, W

增量值编程时的目标点坐标 (0.01mm)；

±5

数据无小数，最大 5 位；

F3

进给量，数值在 0 - 100 之间，100 时进给速度最大。

例 2：车削如图 2 所示工件，试用绝对值和增量值方法编程。

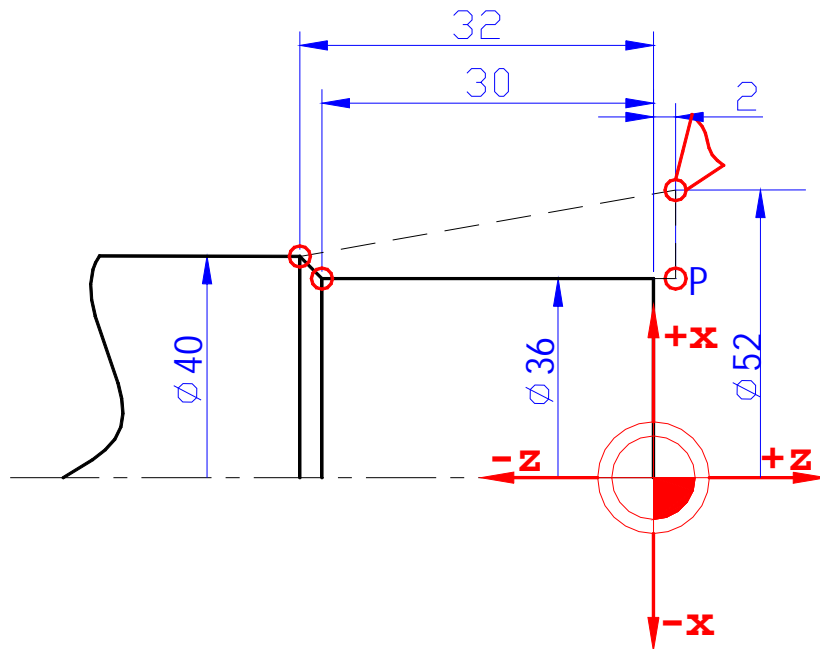


图 2

解：绝对值编程：

.....

```
G00 X 5200 Z 200 ;车刀快速移动至 52 及离工件右端面 2mm 处
G00 X 3600 ;车刀快速移动至 36
G01 Z - 3000 F 100 ;车刀以每转 0.1mm 进给量车 36x30 外圆
G01 X 4000 Z - 3200 F80;车刀以每转 0.08mm 进给量车斜面
G00 X 5200 Z 200 ;车刀快速退回至 52 及离工件右端面 2mm 处
.....
```

增量值编程：

```
.....
G00 .....
G00 U - 800
G01 W - 3200 F 100
G01 U 200 W - 200 F 80
G00 U 600 W 3400
.....
```

对工件倒角在车床上使用的机会很多，下面介绍用 G01 指令对工件倒角的方法。  
例 3：车削如图 3 所示工件的倒角，试用绝对值方法编程。

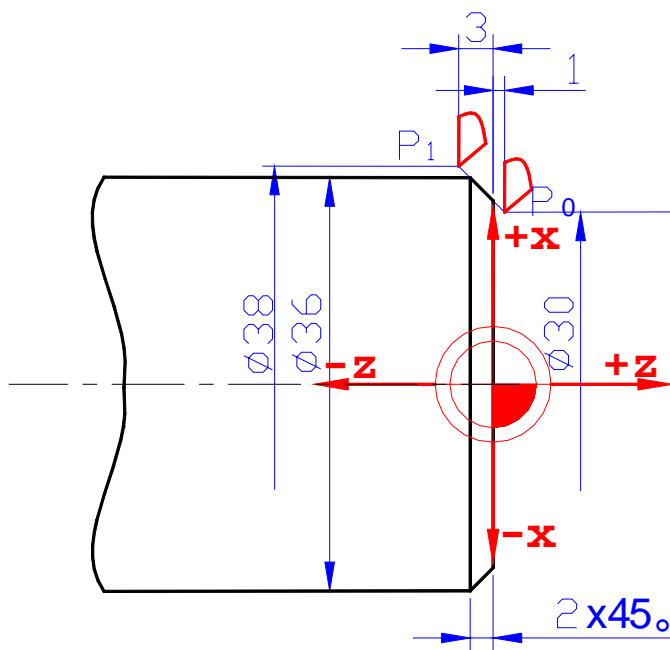


图 3

解：工件车倒角实际上与车削斜面方法相同。车削时，因快速点定位不能直接选在工件上，一般必须离端面 1 - 2mm，退刀处也必须离工件 1 - 2mm。这样就必须先计算出 P<sub>0</sub>、P<sub>1</sub> 点坐标值。P<sub>0</sub> 点坐标为 X3000、Z100、P<sub>1</sub> 点坐标值为 X3800、Z - 300。具体编程如下：

.....

```
G00 X 3000 Z 100 ;车刀快速移动至 30 及离工件右端面 1mm 处
G01 X 3800 Z -300 F 80 ;车刀以每转 0.08mm 进给量车倒角
G00 X 4200 Z 2000 ;车刀快速退回至 42 及离工件右端面 20mm 处
.....
```

### 三、G84 纵向车削循环

车内外圆、台阶、圆锥时，一般需经多次车削循环才能完成。如用 G01 代码编程，需编写很多条程序段。采用 G84 纵向车削循环，只需一条指令，即可粗精车内外圆、台阶、圆锥等工件表面，非常方便（见图）。

G84 代码有纵向（外圆）车削循环和横向（端面）车削循环两种功能。先介绍 G84 纵向车削循环。其编程方法见表 3，图 4。

G84	X	Z	P0	D0	D3 5	F3
	±5 U	±5 W	±5 P2	±5 D2		

表 2 G84 纵向车削循环

表中：

- G84 纵向车削循环代码；
- X, Z 绝对值编程时 K 点坐标 (0.01mm)；
- U, W 增量值编程时 K 点坐标 (0.01mm)；
- P0 X (U) 轴方向 (径向) 的圆锥量 (0.01mm)；
- P2 Z (W) 轴方向 (轴向) 的圆锥量 (0.01mm)；
- D0 X (U) 轴方向 (径向) 的精加工余量 (0.01mm)；
- D2 Z (W) 轴方向 (轴向) 的精加工余量 (0.01mm)；
- D3 分层切削深度 (0.01mm)；
- ±5 数据无小数，最大 5 位；
- F3 进给量，数值在 0 - 100 之间，100 时进给速度最大。

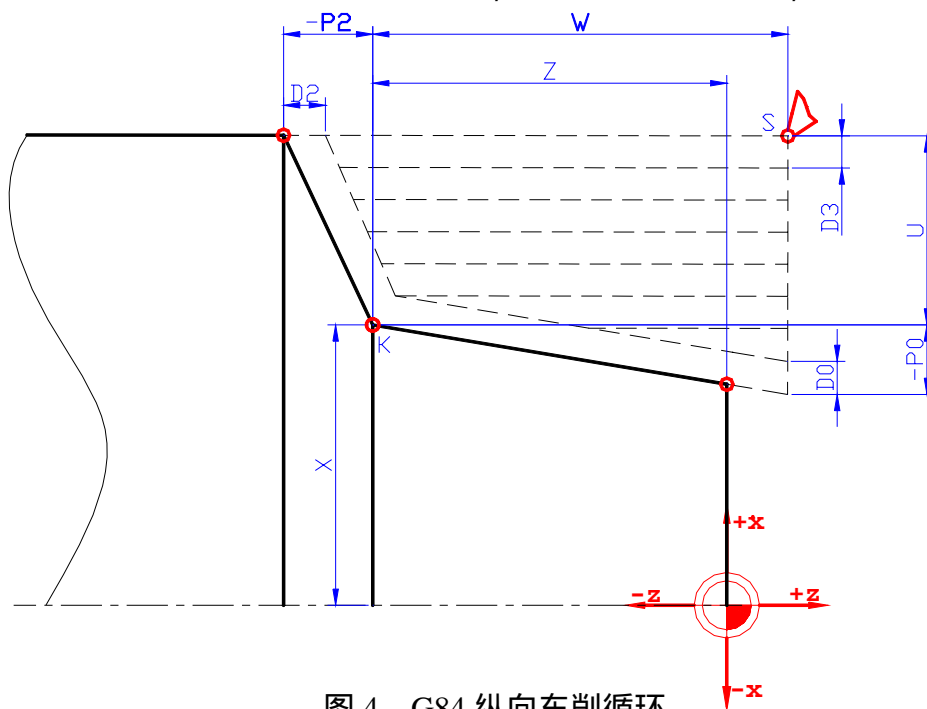


图 4 G84 纵向车削循环

G84 纵向车削运动顺序见图 5：

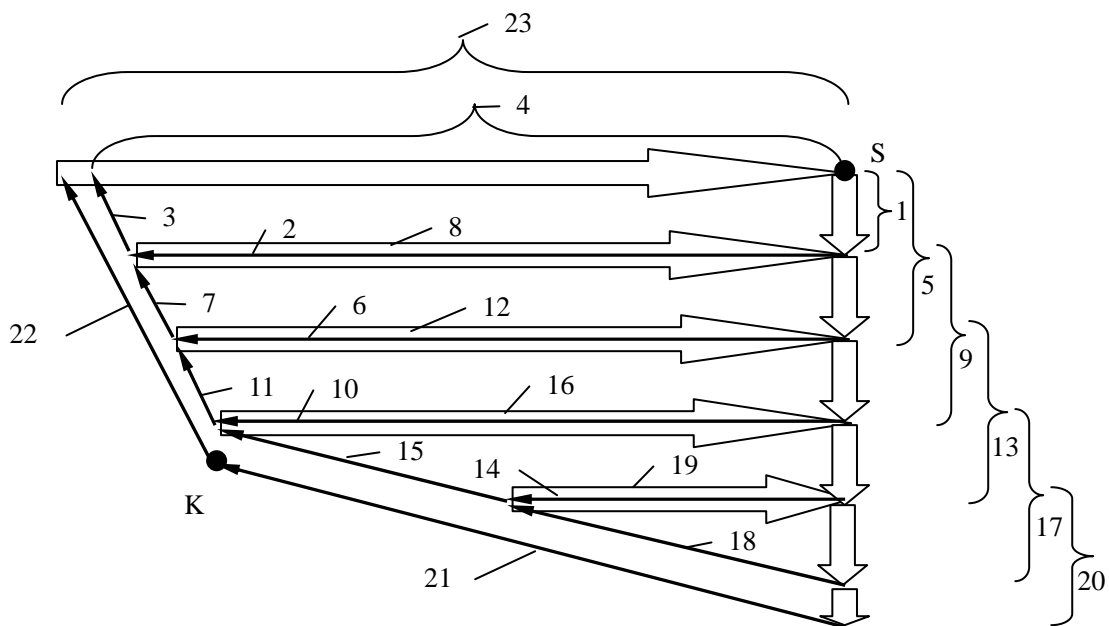


图 5 G84 纵向车削运动顺序

车刀从 S 点开始移动，从序号 1 至 23，回到 S 点结束。图 5 中黑线 2、3、6、7、10、11、14、15、18、21、22 为切削序号（按进给速度运动）。其它空箭头为车刀快速退回或定位（按 G00 速度运动）。

例 4：车削如图 6 所示的台阶工件，直径从 40 车至 26，台阶长为 40mm，分层切削深度为 2mm，试编程。

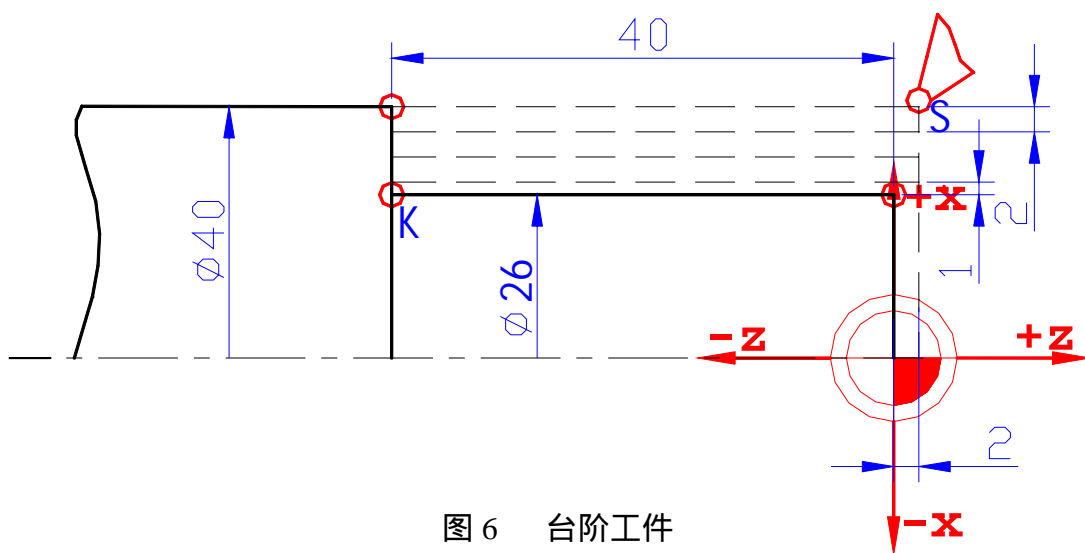


图 6 台阶工件

解：绝对值编程：

G00 X 4000 Z 200 ; 刀具快速移至 S 点

G84 X 2600 Z - 4000 D3 200 F100

增量值编程

G00 .....

G84 U - 700 W - 4200 D3 200 F100

关于分层切削深度 D3 的计算：

如图 6，总切削深度 7mm，D3 为 2mm，因此分 2、2、2、1 共 4 次切削完成。

例 5：车削如图 7 所示的工件。取外圆精加工余量为 0.2mm，端面精加工余量为 0.15mm，分层切削深度为 2mm，试编程。

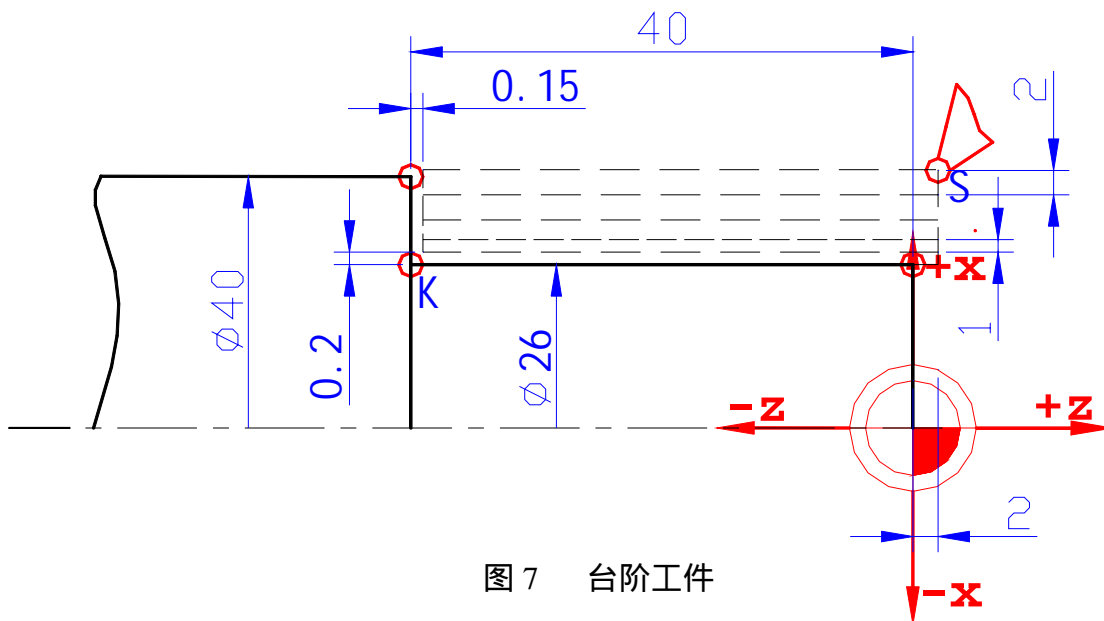


图 7 台阶工件

解：绝对值编程

G00 X 4200 Z 200

G84 X 2600 Z - 4000 D0 20 D2 15 D3 200 F80

增量编程：

G00 .....

G84 U - 700 W - 4200 D0 20 D2 15 D3 200 F80

从以上实例可知，当圆锥尺寸 P0、P2 值不进行编程（缺项），G84 执行车台阶循环。

例 6：车削如图 8 所示的双圆锥工件。取 X 轴精加工余量为 0.5mm，Z 轴精加工余量为 0.4mm，分层切削深度为 2mm，试编程。

解：编程前，必须先计算出 X 轴方向圆锥度 P0 (CD) 的尺寸（如图 9）。因为车刀刀尖离 Z 轴基准点 2mm。因此圆锥量必须重新计算。在图 9 中：

$$\Delta abK \cong \Delta cdK$$

$$\frac{cd}{ab} = \frac{ck}{ak} = \frac{42}{40}$$

$$ab = \frac{24-16}{2} = 4$$

$$cd = ab \times \frac{42}{40} = \frac{4 \times 42}{40} = 4.2$$

$$cd = P_0 = 4.2mm$$

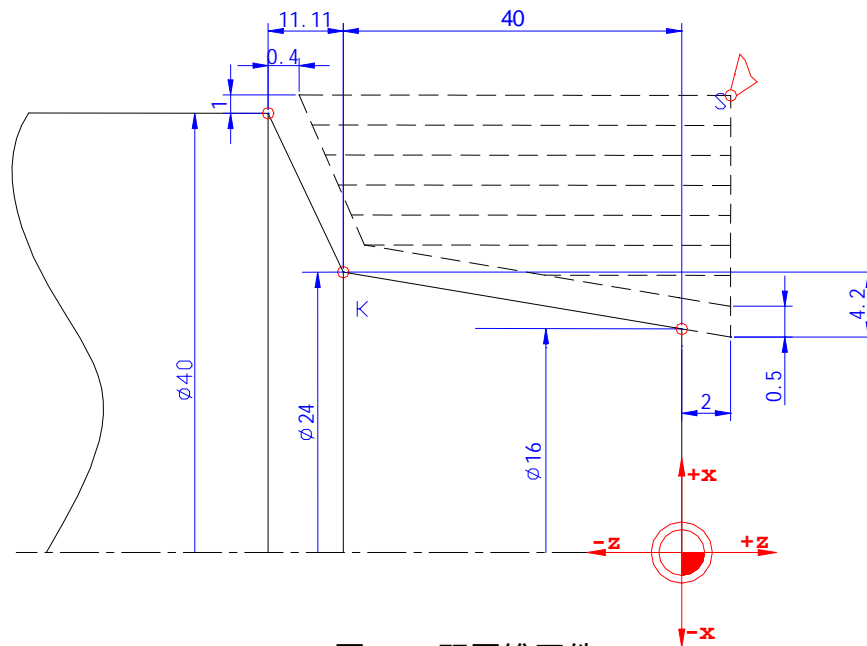


图 8 双圆锥工件

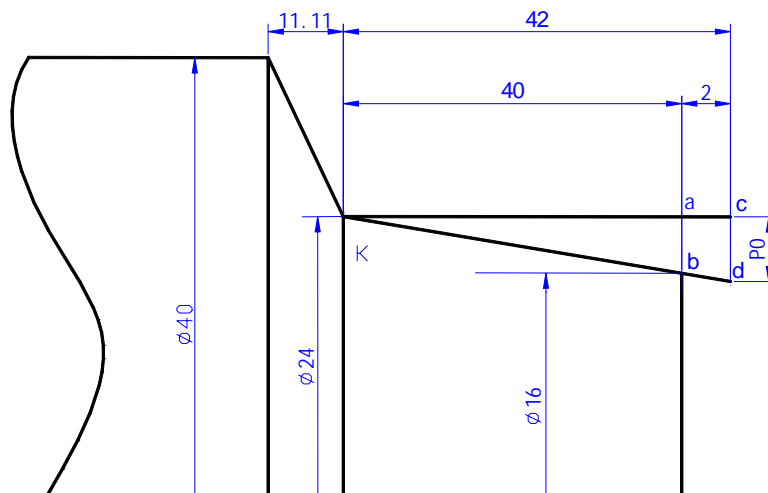


图 9 圆锥度的计算

绝对值编程：



```
G00 X 4200 Z 200
G84 X 2400 Z -4000 P0 -420 P2 -1111 D0 50
D2 40 D3 200 F80
```

增量值编程：

```
G00 .....
G84 U -900 W -4200 P0 -420 P2 -1111 D0 50
D2 40 D3 200 F80
```

G84 纵向车削循环可以进行内外圆的左右车削循环，其循环类型见图 10。

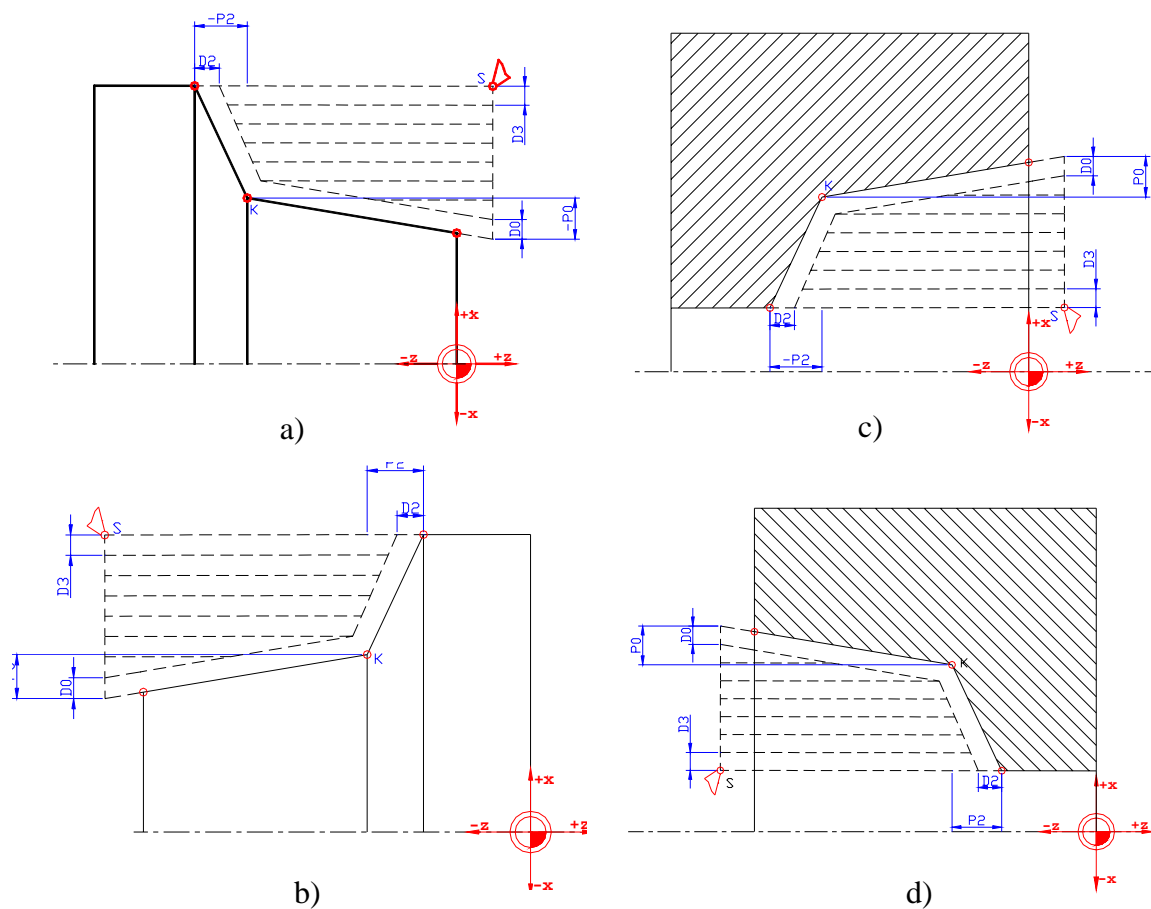


图 10 G84 纵向车削循环类型

a) 从右向左车外圆 b) 从左向右车外圆 c) 从右向左车孔 d) 从左向右车孔

1、从右向左车外圆（图 10 a）

编程方法如下：

```
G84 X ( - U ) - Z ( - W ) - P0 - P2 D0 D2 D3 F
```

2、从左向右车外圆（图 10 b）

编程方法如下：

```
G84 X ( - U ) Z ( W ) - P0 P2 D0 D2 D3 F
```

3、从右向左车孔 (图 10 c)

编程方法如下：

```
G84 X(U) -Z(-W) P0 -P2 D0 D2 D3 F
```

4、从左向右车孔 (图 10 d)

编程方法如下：

```
G84 X(U) Z(W) P0 P2 D0 D2 D3 F
```

四、G84 横向车削循环

横向车削循环又称端面车削循环，其车削循环原理与 G84 纵向车削循环几何相同。不同之处是将 Z(W) 坐标值编在 X(U) 之前，其车削循环就改变成图 11、图 12 方式进行。其编程方法见表 3、图 11。

G84	Z	± 5	X	± 5	P0	± 5	D0	± 5	D3 5	F3
	W		U		P2		D2			

表 3 G84 横向车削循环

表中：

- G84 横向车削循环代码；
- X, Z 绝对值编程时 K 点坐标 (0.01mm)；
- U, W 增量值编程时 K 点坐标 (0.01mm)；
- P0 X(U) 轴方向 (径向) 的圆锥量 (0.01mm)；
- P2 Z(W) 轴方向 (轴向) 的圆锥量 (0.01mm)；
- D0 X(U) 轴方向 (径向) 的精加工余量 (0.01mm)；
- D2 Z(W) 轴方向 (轴向) 的精加工余量 (0.01mm)；
- D3 分层切削深度 (0.01mm)；
- ± 5 数据无小数，最大 5 位；
- F3 进给量，数值在 0 - 100 之间，100 时进给速度最大。

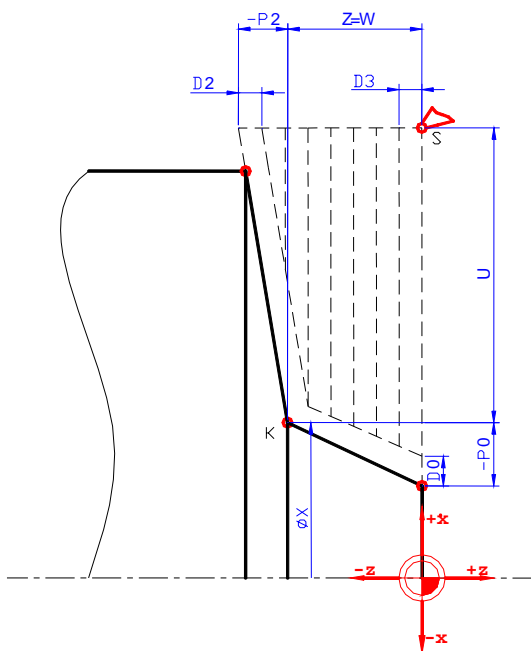


图 11 G84 横向车削循环

G84 横向车削运动顺序见图 12：

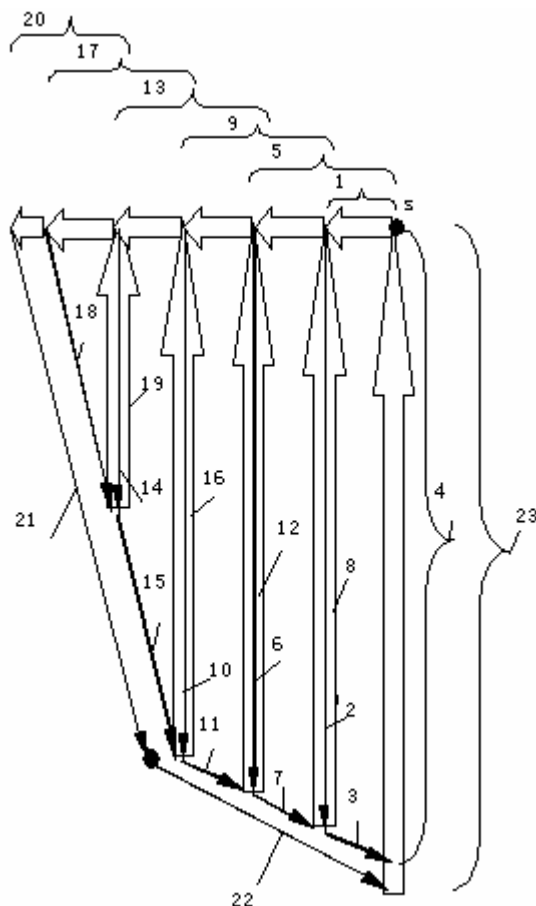


图 12 G84 横向车削运动顺

车刀从 S 点开始移动，从序号 1 至 23，回到 S 点结束。图 12 中黑线 2、3、6、7、10、11、14、15、18、21、22 为切削序号（按进给速度运动）。其它空箭头为车刀快速退回或定位（按 G00 速度运动）。

例 7：试编程车削图 13 所示双圆锥工件，其中左端 40 已车至尺寸。

解：编程如下：

；主轴转动

M03

；车刀快速定位到直径42mm及离端面3mm处

G00 X 4200 Z 300

；车端面至尺寸，端面精车，余量为0.2mm，分层切削深度为1mm

G84 Z 0 X -20 D2 20 D3 100 F 100

；车刀快速定位到直径42mm及离端面2mm处

G00 X 4200 Z 200

；车直径34\*68台阶

G84 X 3400 Z -6800 D0 30 D2 20 D3 200

；车刀快速定位到直径35mm及离端面2mm处

```

G00 X 3500    Z 200
;车1:5圆锥
G84 X 2600    Z -2000 P2 -4000 D0 20    D2 15    D3 200
;车刀快速定位到直径26mm及离端面2mm处
G00 X 2600    Z 200
;车直径20*20台阶
G84 X 2000    Z -2000 D0 20    D2 10    D3 150
;车刀快速定位到直径14mm及离端面1mm处,准备车2*45度角
G00 X 1400    Z 100
;倒角2*45度
G01 X 2200    Z -300
;车刀快速退回至直径36mm处
G00 X 3600
;车刀快速定位到离端面向左67mm处
G00 Z -6700
;倒角1*45度;
G01 X 4200    Z -7000
;车刀快速退回至直径60mm及离端面40mm处
G00 X 6000    Z 4000
;主轴停转
M05
;程序结束
M02
    
```

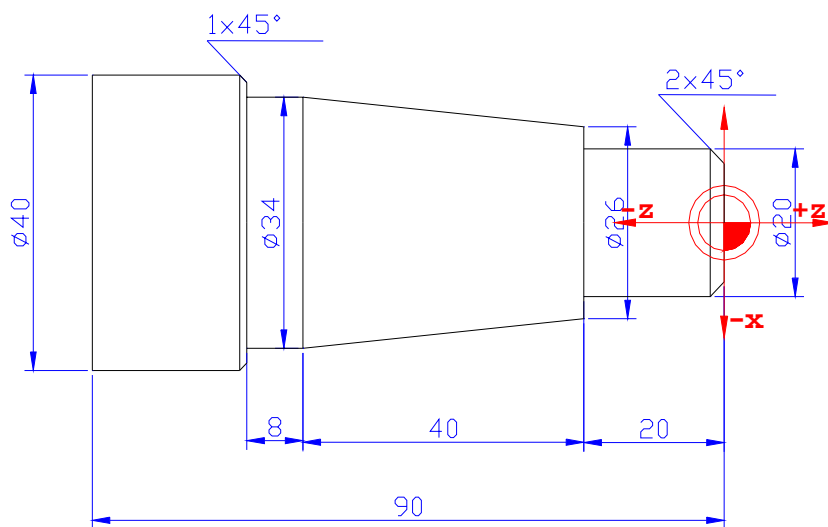


图 13 双圆锥工件

### 五、G03、G02 圆弧插补

G03、G02 为车圆弧代码，G02 为顺时针车圆弧，G03 为逆时针车圆弧，见图 14。

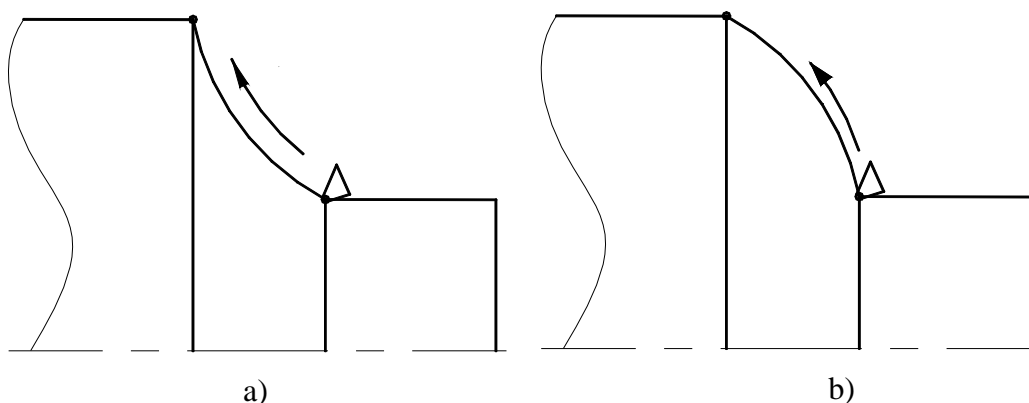


图 14 车圆弧方向的确定

a)G02 顺时针车圆弧      b)G03 逆时针车圆弧

车圆弧时的具体编程方法见表 4。

G02 G03	X ±5	Z ±5	I ±5	K ±5	D3 5 F3
	U	W			

表 4 G02、G03 圆弧插补

表中：

- G02                    顺时针车圆弧代码；
- G03                    逆时针车圆弧代码；
- X, Z                  绝对值编程时 K 点坐标 (0.01mm)；
- U, W                  增量值编程时 K 点坐标 (0.01mm)；
- I                        以圆弧起始点作坐标，圆弧起始点至圆心的 X 方向的距离 (0.01mm)；
- K                        以圆弧起始点作坐标，圆弧起始点至圆心的 Z 方向的距离 (0.01mm)；
- ±5                      数据无小数，最大 5 位；
- F3                        进给量，数值在 0 - 100 之间，100 时进给速度最大。

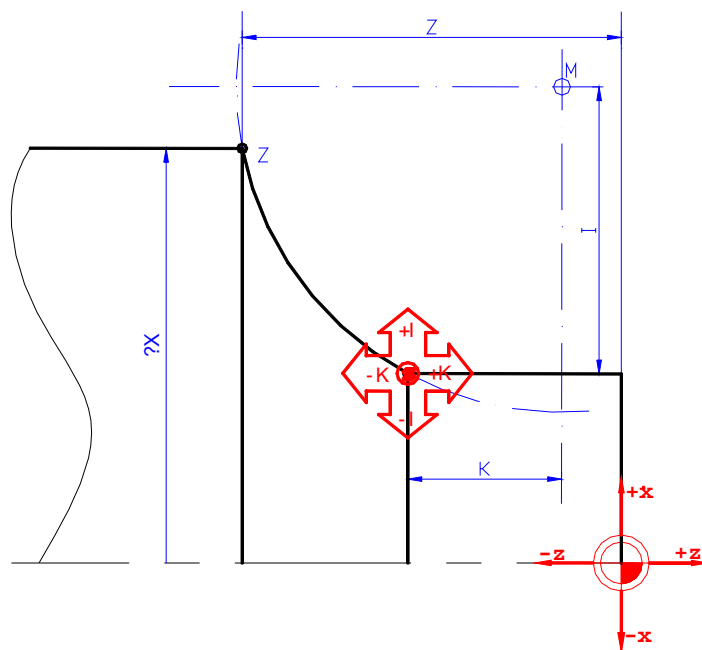
编程方法如下：

绝对值编程：

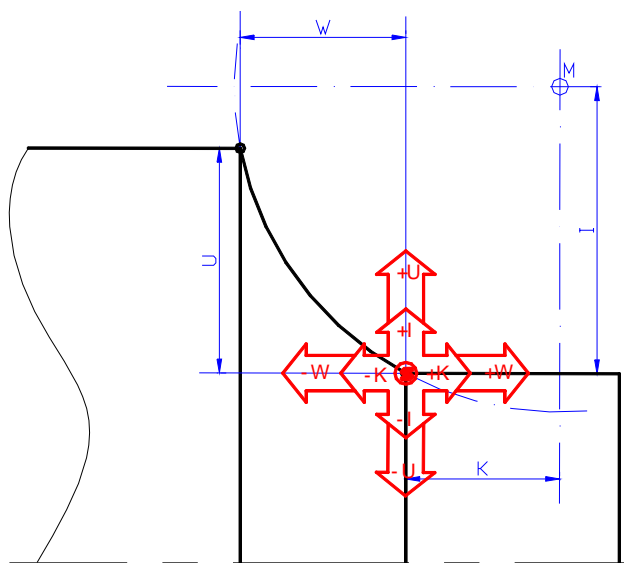
```
.....
G02  X      -Z      I      K      F
.....
```

增量值编程：

```
.....
G02  U      -W      I      K      F
.....
```



a)



b)

图 15 车圆弧的编程方法  
a)绝对值编程      b)增量值编程

## 软件注册说明

当你将本系统正常安装在你的微机中并能正常使用后，才能进行注册，其注册步骤如下：

### 1、打印注册信息表

本系统的注册码是根据你机器上自动生成的注册信息表上的信息计算得出的，因此要取得注册码首先就必须打印出你的机器上的注册信息表。

其方法如下：

- (1) 启动本系统后，出现一注册对话框；
- (2) 在“用户名”编辑框中填入你想注册的用户名
- (3) 点击右边的“注册信息”按钮，注册信息表将被打开；
- (4) 填写上你的姓名及地址等信息，所填地址必须是你能收到邮件的地址；
- (5) 打印注册信息表（注意：应将表格的全部内容打印出来，特别不能漏掉底部的注册信息码部分）。

注意：该注册信息表是注册的依据，每台机器都不一样，你要注册哪台机器，就只能从那台机器调出注册信息表。要求打印出来的表必须十分清晰，特别是表格下部的注册信息码部分的每个字母均清晰可辨。打印出来后按上面的地址寄给作者，以获得注册码。

如果你已经上网，你可最好通过电子邮件把注册信息表发给作者，作者就可在 24 小时内给你返回注册码。

本软件的作者：高宇

通信地址：浙江大学机械设计研究所

邮政编码：310027

电话：(0571)87951210 ( Office )      ( 0571 ) 87972427 ( Home )

注册专用 E-mail: [gaoyu@hzcnc.com](mailto:gaoyu@hzcnc.com)

获得注册码后，就可进行输入注册码

注：注册不成功的常见情况：

- 1、注册码输入错误；
- 2、没有正确区分字母大小写
- 3、所注册计算机更换了硬件，如显卡、内存、主板、硬盘等；
- 4、不是注册的机器，所给注册码只能用于你注册的机器(取注册信息表的机器)，对其它机器无效。其它机器如要使用，请另行注册。

对于上述情况，除 3、4 造成注册码无效外，作者均可免费重新提供注册码。由 3 造成的注册码无效，若说明特殊情况可免费重新提供一次注册码。其余均应重新办理注册手续。