

# FANUC Oi - MC 刀具半径补偿功能的使用

鲁丽丽, 王景贵

(南京理工大学 工程训练中心, 江苏 南京 210094)

**摘要:**阐述了 FANUC Oi - MC 系统刀具半径补偿功能的基本概念, 对如何建立刀补、取消刀补详细作了说明并举例说明灵活运用刀具半径补偿控制加工件的尺寸和精度。

**关键词:**偏置平面; 刀具半径偏置矢量; 刀具半径补偿; 尺寸; 精度

**中图分类号:** TG714

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1671 - 5322(2008)02 - 0027 - 04

数控铣床在切削过程中不可避免地存在刀具磨损问题, 例如当钻头长度尺寸变短, 铣刀半径尺寸变小时, 加工出的工件尺寸也会随之变化, 因此, 对刀具要进行适当的补偿以保证加工尺寸的精度, 一般的数控铣床都具有刀具补偿功能。使用刀具补偿功能之后, 可以不考虑刀具中心运动轨迹而直接按零件轮廓进行编程, 这使得编程工作大为简便。另外, 当刀具发生变化时, 只需在控制系统中输入相应的补偿值而不必重新编制加工程序、重新对刀或重新调整刀具, 机床仍然能加工出符合图纸要求的工件。

## 1 偏置平面的选择

使用刀具半径补偿时, 首先要建立刀具偏置平面。刀具偏置平面是 CNC 在系统内部建立起来的, 正确选择偏置平面是使用刀具半径补偿的条件。由于一般将主轴定为 Z 轴, 因此应该用 G17 来选择 X - Y 平面作为偏置平面, 此时刀具在 X - Y 平面内运动时将会因半径补偿而偏离编程轨迹。这里需要特别注意的是, 偏置平面一旦选定, 在刀补状态下不可以改变偏置平面, 若想改变偏置平面则必须先取消偏置方式。如果在偏置方式下改变偏置平面, 系统将产生 P/S 报警, 机床停止运行。

## 2 刀补方向的确定

使用指令 G41 或 G42 可以指定左补偿或右补偿。在确定走刀路径后, 应对选择使用 G41 还是

G42 作出判断。判定左补或右补时必须从偏置平面之外的第 3 轴的正向朝偏置平面内看并保证人体头部朝向与刀具在偏置平面内的运动方向一致。如果刀具处在被加工工件的左侧, 则用 G41 进行左补偿, 反之则用 G42 进行左补偿。见图 1 所示。

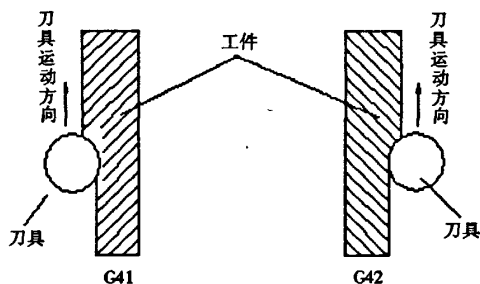


图 1 判定左/右刀补

Fig. 1 Determine left / right knife

## 3 刀具半径补偿的建立

### 3.1 刀具半径偏置矢量

在刀具移动时, 为了加工出与编程轨迹一致的零件, 刀具轨迹将偏移一个刀具半径, 见图 2 所示。为了偏移一个刀具半径, CNC 首先建立大小等于刀具半径的偏置矢量, 该矢量垂直于刀具前进方向, 并从工件的轮廓指向刀具中心。

偏置矢量是在偏置平面内的二维矢量, 它在控制装置内部计算并且它的方向根据每个程序段中刀具的前进方向而改变。由于该矢量的存在导

收稿日期: 2007 - 12 - 10

作者简介: 鲁丽丽 (1972 - ), 女, 安徽亳州人, 助理实验师, 主要研究方向为机械加工。

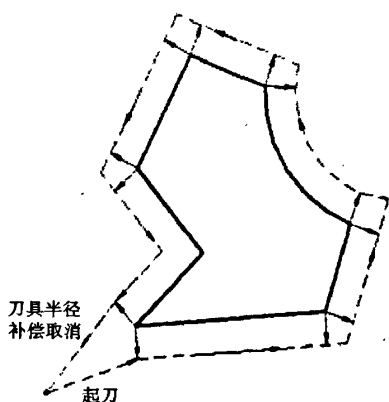


图 2 刀补状态下刀具中心运动轨迹

Fig. 2 The trajectory of Tool Centre on Knife - state

致刀具实际运动轨迹与编程轨迹不相同,为避免由此产生刀具与工件干涉,因此,在建立刀补时,最好使刀具处于工件表面之上,即安全高度平面内,在建好刀补后,再下刀进行切削加工。

### 3.2 起刀程序段

先将刀具定位于开始位置,由开始位置向起刀点运动的这一程序段称为起刀程序段。刀具半径补偿正是在这一程序段中建立的,见图 3 所示。

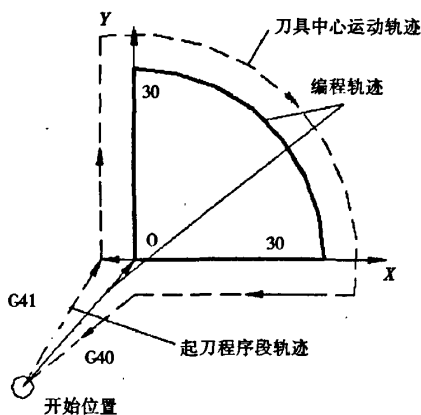


图 3 起刀程序段运动轨迹与编程轨迹

Fig. 3 Trajectory and Programming Track from the knife of the procedures

起刀程序段格式:

G41 G01 X0 Y0 D01;

G41—刀补选择为左刀补;

G01—刀具运动方式,只能用 G00 或 G01 不

能用 G02/G03;

X0 Y0—运动终点坐标值;

D01—刀具半径偏置号;

注意:

(1)在该程序中不能出现偏置平面之外的第 3 轴(即 Z 轴)移动,否则将不能正确建立刀具半径补偿。

(2)运动终点与开始位置间的距离必须大于刀具半径补偿值。

(3)在起刀程序段之后的两段程序

当系统读到 G41/ G42 时,将对随后的两段程序段作预处理。如果在随后的两段程序中都没有出现偏置平面内的移动,那么半径补偿将无法正确建立。假设其后的两段程序为:

G01 Z0;

G01 Z-5;

则刀具中心将移动到(0,0)之后向下再移动到 Z-5 处,将工件左下角切掉。若在其后的程序段中出现偏置平面内的移动,则半径补偿将在该段内建立,因此,正确建立刀补的程序段为:

N10 G41 X0 Y0 D01 F100; 进入偏置方式

N20 G01 Z-3; 下刀

N30 G01 Y30; 偏置平面内的移动

### 3.3 起刀程序段中运动终点的选择

一般地,在起刀程序段中指令的刀具运动终点(起刀点)与下一段编程轨迹的夹角  $\alpha$  应为钝角。当起刀点处在零件的轮廓上时,必须满足  $90^\circ < \alpha < 180^\circ$ ,以免产生过切,见图 4 所示。

必要时,可将起刀点设在零件编程轨迹的延长线上。

## 4 刀具半径补偿的取消

在偏置方式中,当执行 G40 或指令刀具半径补偿偏置号为 0 的程序段时,刀具半径补偿方式则取消。但是,如果使用 G02 或 G03 时,则不能取消偏置方式。如果单独执行 G40 而无移动指令时,仅取消偏置方式而刀具不作移动。

为使刀具在加工结束后准确回到起始位置,须在移动中取消刀具半径补偿方式。此时,若程序当中是使用 G92 建立的加工坐标系,那么可以在刀具返回到起始位置后,对下一个零件进行定位装夹,直接再次运行程序加工下一个零件而不需重新建立加工坐标系。

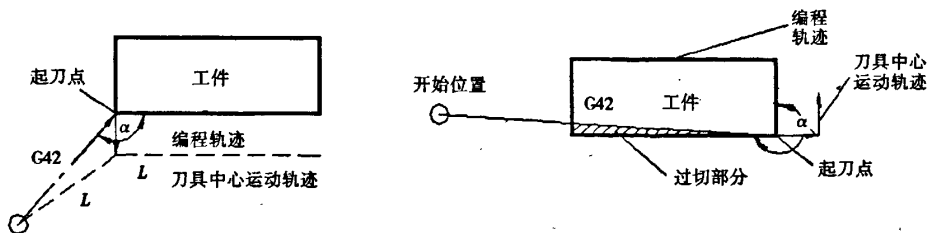


图4 起刀程序段中运动终点的选择

Fig.4 The choice of movement ending from the knife of the procedures

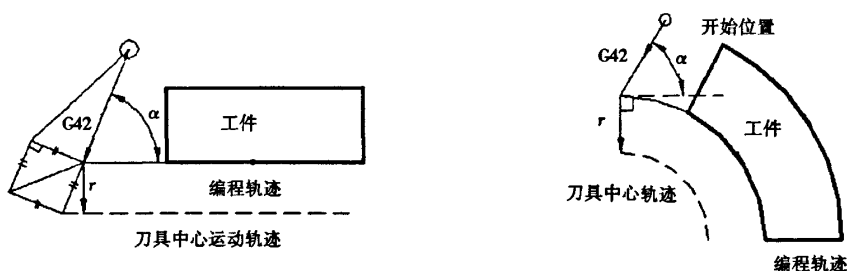
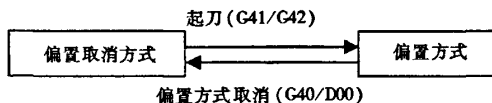


图5 将起刀点设在零件编程轨迹的延长线上

Fig.5 Put the knife point on the extend line of the Part Programming Track



## 5 利用半径补偿功能控制零件加工尺寸和精度

由于偏置矢量可将刀具中心轨迹偏离一个偏置矢量值,因此,可以利用同一个程序来加工完成零件某一部分的粗加工和精加工,并且可获得满意的加工精度。

### 5.1 尺寸控制

加工如图6所示的圆孔,利用半径补偿功能,修改半径偏置值就可以用同一个程序来加工孔径不同的一系列圆孔而不需另外再编写加工程序,只要满足最小孔径大于刀具直径即可。

### 5.2 精度控制

当加工后的实际尺寸与所要求的尺寸有偏差时,可以通过修改刀具半径补偿值来修正加工尺寸。如用 $\phi 8$ 的键槽铣刀加工 $\phi 20 + 0.02$ 的孔。选择刀具半径补偿值为4.1,精加工余量单边为0.1 mm,粗加工后实测尺寸为 $\phi 19.83$ 。加工余量

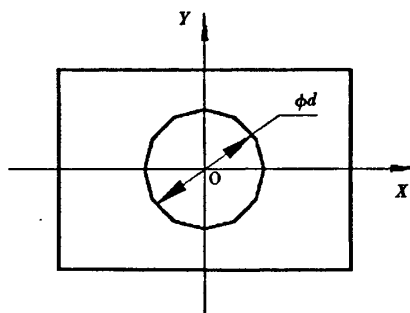


图6 加工圆孔

Fig.6 Processing hole

单边为0.085,它与预留的余量0.1 mm相差0.015 mm,此时只需将原刀补值改为4.015,重新运行原程序即可获得所需尺寸的孔。若再次测量尺寸处于下偏差极限值,则可将刀补值修改为4.017执行加工,就可得到满意的加工尺寸精度。此方法在进行单件或小批量生产时十分有效。

## 6 使用子程序编程时刀具半径补偿的运用

在使用子程序编程时,若子程序所加工部分

需要使用半径补偿时,可在子程序中建立刀具半径补偿,而在子程序结束时,及时取消刀补,否则将出现重复建立刀补而产生错误的刀具路径。

调用子程序时,若刀具是处在子程序加工的起点位置而该位置又是编程轮廓上的某一点,在这种情况下,若刀具是处在偏置方式下,那么,当完成一次子程序调用后,由于刀补的存在,刀具将不能回到第 1 次调用子程序时的起点,在第 2 次调用子程序时将造成刀具运动轨迹偏离。例如,加工图 7 所示“9”字外轮廓,指令 G42 G01 X-20 Y-30 D01 F200; 刀具带右刀补值(2.0)运动到(-22 -30)点,当第 1 次调用外轮廓加工子程序,刀具将回到(-20 -28),它与(-20 -30)点不重合,第 2 次调用子程序时,系统将产出“半径超差”报警,刀具停止运动。

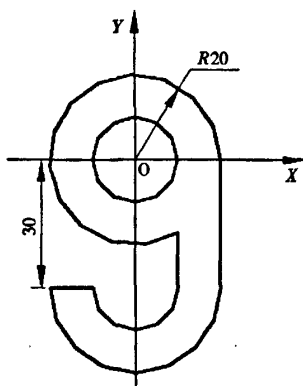


图 7 加工外轮廓

Fig. 7 Processing periphery

#### 参考文献:

- [1] 李长勋. 二次开发技术[M]. 北京:国防工业出版社,2005.
- [2] 张帆. 开发精彩实例教程[M]. 北京:清华大学出版社,2004.

## The usage of FANUC Oi - MC cutter radius compensation

LU Li-li, WANG Jing-gui

(Engineering Training Center, Nanjing University of Science and Technology, Jiangsu Nanjing 210094, China)

**Abstract:** This thesis explain the basic concepts on the FANUC Oi - MC cutter radius compensation, It described how to establish the knife, knife - cancellation in detail and illustrated the flexibility in the use of cutter radius compensation control processing the size and accuracy.

**Keywords:** offset plane; tool radius bias vector; cutter radius compensation; size; accuracy

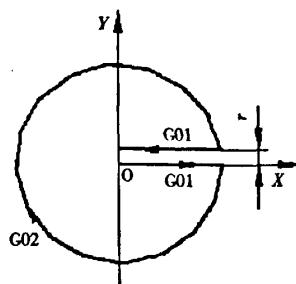


图 8 用 G42 加工内孔后接 G01 时的刀心轨迹

Fig. 8 G42 - processing by the G01 after the knife to track heart

#### 7 使用刀具半径补偿功能加工整圆

当使用 G02/ G03 带刀补加工一个整圆时,与圆弧指令相邻的下一个程序段当中不能出现偏置平面内的直线运动,否则,刀具将不能完成整圆的加工。

G42 G01 X20 Y0 D01 F100;

G02 X20 Y0 I -20 J0;

G01 X0 Y0;

#### 8 结束语

FANUC 系统为用户提供了刀具半径补偿功能,在使用该功能时,我们可以充分利用模拟显示功能来全面地了解刀具在具有偏置矢量时的各种运动轨迹及各编程基点的实际坐标,通过模拟调试出符合加工要求的程序,充分发挥出半径补偿功能的作用。