

项目三 铣削轮廓类零件

项目三 铣削轮廓类零件

任务一 外轮廓铣削



1. 了解刀具补偿功能；
2. 掌握刀具半径补偿指令；
3. 了解轮廓加工路线的确定方法；
4. 了解顺铣和逆铣的基本概念和加工特点；
5. 掌握外轮廓的加工方法；
6. 掌握刀具半径补偿的编程方法；

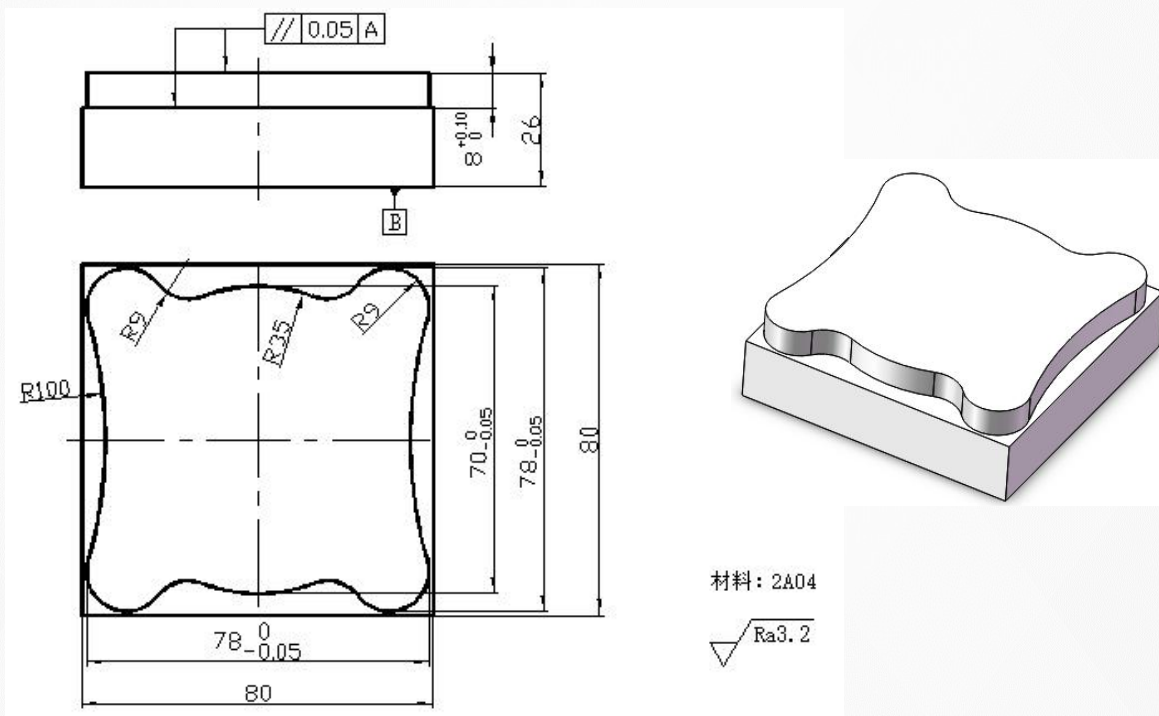


任务一 外轮廓铣削



工作任务

加工如同所示工件，毛坯为 $80\text{mm} \times 80\text{mm} \times 26\text{mm}$ 的硬铝（沿用前面项目的毛坯），试编写其数控铣床加工程序并进行加工。



外轮廓铣削实例



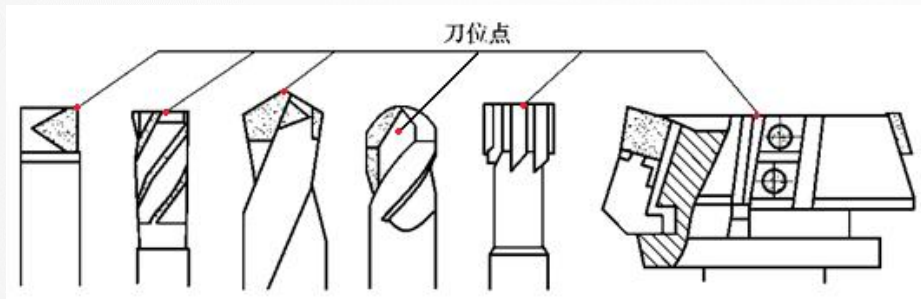
任务一 外轮廓铣削



一、刀具补偿功能

1. 刀位点的概念

- 为了方便编程，通常将数控刀具假想成一个点；
- 既是用于表示刀具特征的点，也是对刀和加工的基准点；



数控刀具的刀位点

刀位点

- 刀尖：车刀、镗刀；
- 钻尖：钻头；
- 底面中心：立铣刀、端面铣刀、铰刀；
- 球头中心：球头铣刀；



任务一 外轮廓铣削

2. 刀具补偿功能的概念

- 数控编程过程中，一般不考虑刀具的长度与半径，而只考虑刀位点与编程轨迹重合。
- 实际加工过程中，由于刀具半径与刀具长度各不相同，在加工中势必造成很大的加工误差。
- 实际加工时必须通过刀具补偿指令，使数控机床根据实际使用的刀具尺寸，自动调整各坐标轴的移动量，确保实际加工轮廓和编程轨迹完全一致。
- 数控机床的这种根据实际刀具尺寸，自动改变坐标轴位置，使实际加工轮廓和编程轨迹完全一致的功能，称为刀具补偿功能。

刀具补偿功能 { 刀具半径补偿功能
刀具长度补偿功能

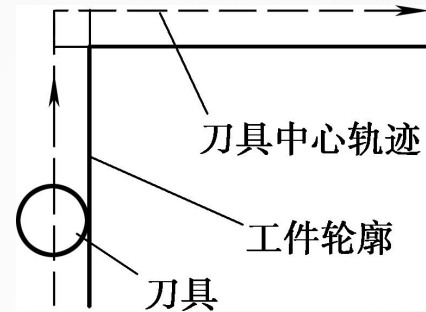


任务一 外轮廓铣削

二、刀具半径补偿

1. 刀具半径补偿的定义

- 一般以**工件的轮廓尺寸**作为刀具轨迹进行编程；
- 而实际的刀具运动轨迹则与工件轮廓有一偏移量（刀具半径）；
- 通过运用刀具补偿功能编程，可以实现简化编程的目的。



刀具半径补偿功能



任务一 外轮廓铣削

2. 刀具半径补偿指令

(1) 指令格式

$\left\{ \begin{array}{l} \text{G41 G01 X_Y_F_D_;} \\ \text{G42 G01 X_Y_F_D_;} \\ \text{G40;} \end{array} \right.$

➤ G41: 为刀具半径左补偿;

➤ G42: 为刀具半径右补偿;

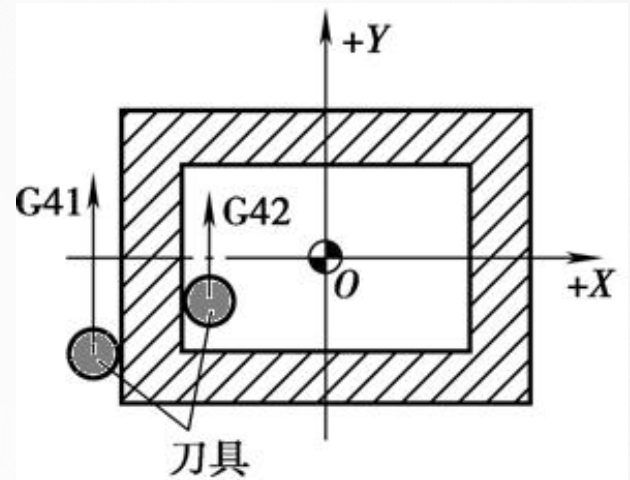
D_ 用于存放刀具半径补偿值的存储器号。

(2) 指令说明

在补偿平面外另一根轴的正方向, 沿刀具的移动方向看。

➤ 当刀具处在切削轮廓左侧时, 称为刀具半径左补偿;

➤ 当刀具处在切削轮廓的右侧时, 称为刀具半径右补偿;



刀具半径补偿偏置方向的判别



任务一 外轮廓铣削

3. 刀具半径补偿过程

程序如下：

O0010

.....

N05 T1D1;

N10 G41 G01 X100.0 Y100.0 F100;

N20 Y200.0;

N30 X200.0;

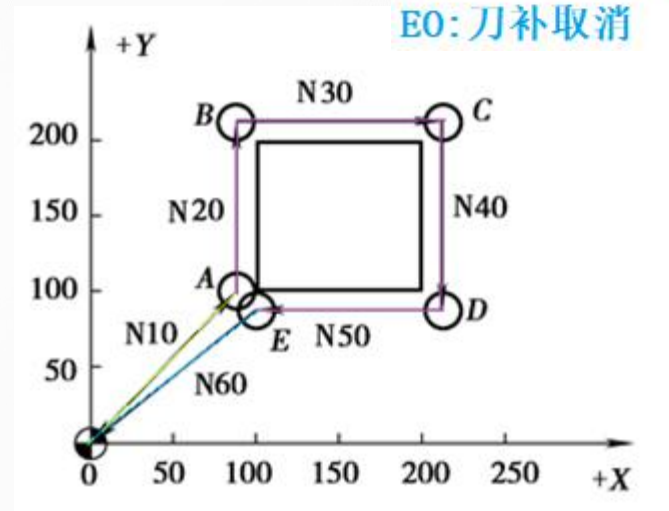
N40 Y100.0 ;

N50 X100.0 ;

N60 G40 G00 X0 Y0;

... ..

OA: 刀补建立
ABCDE: 刀补进行
EO: 刀补取消



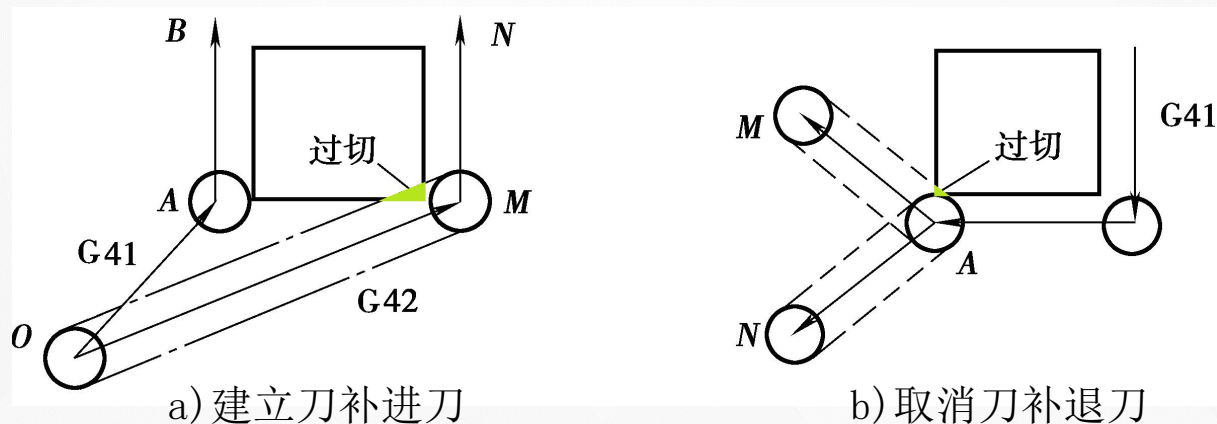
刀具半径补偿过程



任务一 外轮廓铣削

4. 刀具半径补偿注意事项

- (1) 建立与取消程序段最好在G00、G01指令模式下；
- (2) 为保证刀补建立与取消时刀具与工件的安全，采用G01方式；
G00：先建立刀补再下刀，先退刀再取消刀补。
- (3) 采用切线切入方式或法线切入方式来建立或取消刀补；
- (4) 为了防止起始位置与终点在半径补偿建立与取消过程中刀具产生过切现象，位置最好与补偿方向在同一侧；
- (5) 不允许存在连续两段以上的非补偿平面内移动指令；



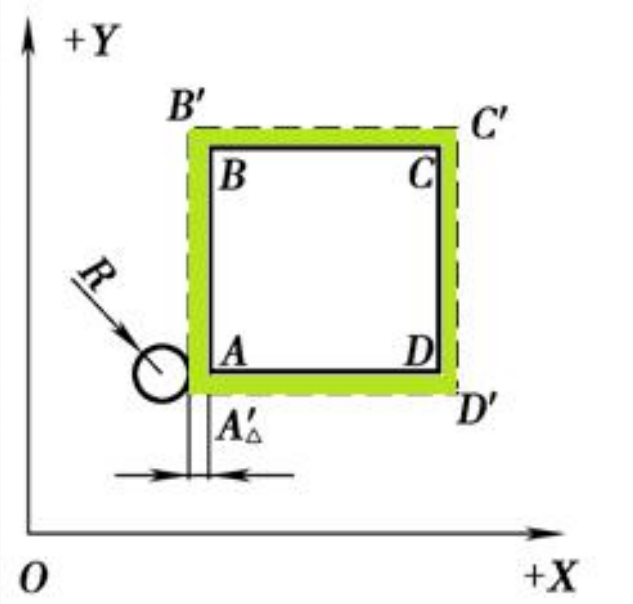


任务一 外轮廓铣削

5. 刀具半径补偿的应用

- 使编程人员直接按轮廓编程，简化了编程工作；
- 用同一段程序，对零件进行粗、精加工；

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{粗: } D = R + \Delta \\ \text{精: } D = R \end{array} \right.$$



采用刀具半径补偿保留精加工余量



任务一 外轮廓铣削

三、轮廓铣削加工路线的确定

1. 加工路线的确定原则

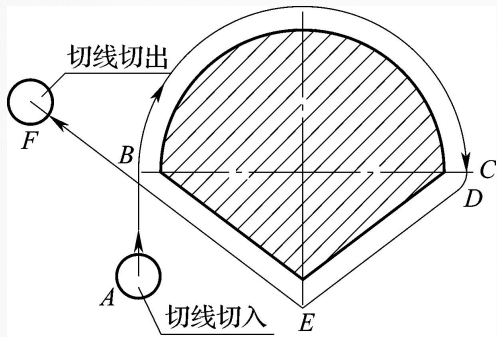
- 保证被加工零件的精度和表面粗糙度，且效率较高；
- 使数值计算简便，以减少编程工作量；
- 使加工路线最短，这样既可减少程序段，又可减少空刀时间；
- 根据工件的加工余量和机床、刀具的刚度等具体情况确定；

2. 切入、切出方法选择

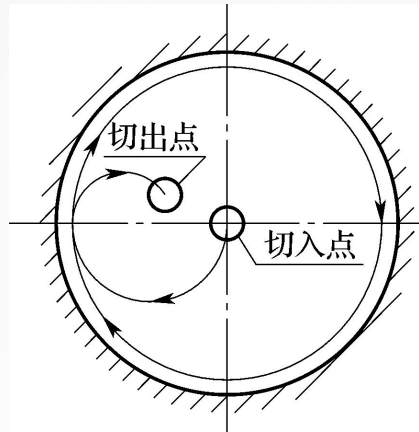
- 为减少接刀痕迹，保证零件表面质量，铣刀的切入和切出点应选在零件轮廓曲线的延长线上（如图A→B→C→D→E→F）；
- 如果不能沿轮廓延长线上切入与切出，则可采用圆弧过渡方式切入与切出；
- 切入、切出点选在零件轮廓两几何元素的交点处；



任务一 外轮廓铣削



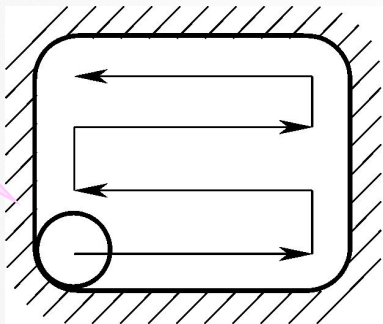
外轮廓切线切入切出



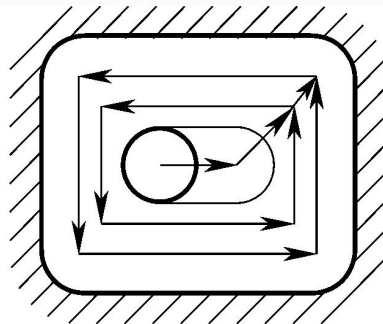
内轮廓切线切入切出

3. 凹槽切削方法选择

方案最差

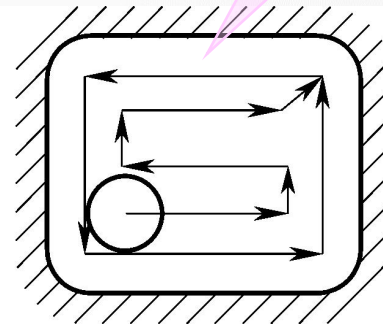


a) 行切法



b) 环切法

方案最好



c) 先行切后环切法



任务一 外轮廓铣削



一、加工准备

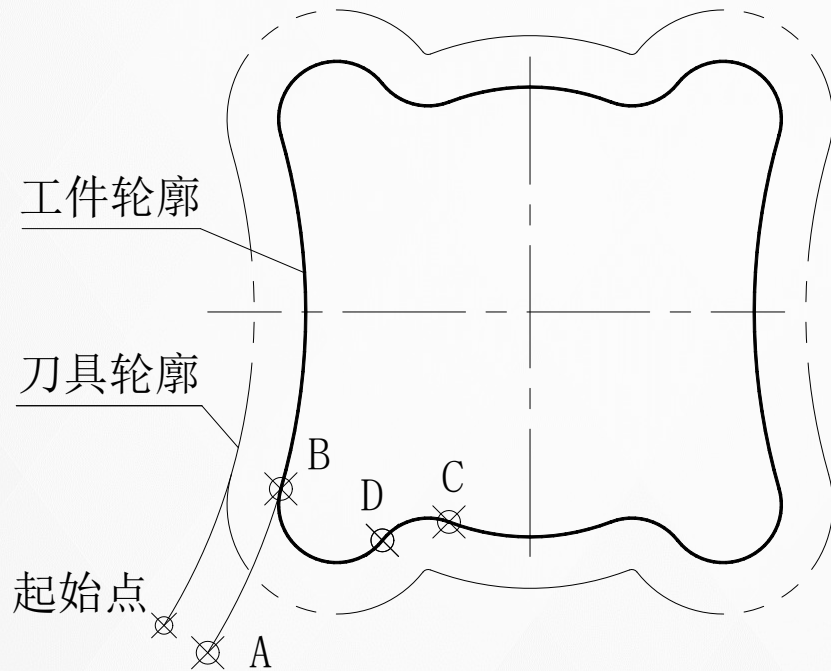
1. 选用TK7650型SIEMENS 802D系统数控铣床；
2. 选择 $\phi 16\text{mm}$ 高速钢立铣刀进行加工；
3. 切削用量：切削速度 $n = 1500 \sim 2000 \text{ r/min}$ ；
进给速度 $v_f = 100 \sim 300 \text{ mm/min}$ ；背吃刀量 $a_p = 8\text{mm}$ 。



任务一 外轮廓铣削

二、设计加工路线

粗精加工采用同一个程序，粗加时通过刀具半径补偿功能保留0.2mm的精加工余量。



- A: (-50.00, -53.02)
- B: (-38.65, -27.52)
- C: (-12.57, -32.66)
- D: (-22.90, -35.53)

采用刀具半径补偿后的刀具轨迹



任务一 外轮廓铣削

三、编制加工程序

刀具	Φ16mm 立铣刀	
程序 段号	加工程序	程序说明
	BB31.MPF;	程序号
N10	G90 G94 G71 G40 G17 G54;	程序初始化
N20	G74 Z0;	Z向回参考点
N25	T1D1;	1号刀具1号刀沿
N30	M03 S2000;	主轴正转，切削液开
N40	G90 G00 X-60.0 Y-60.0 M08;	刀具在XY平面中快速定位
N50	Z20.0;	刀具Z向快速定位
N60	G01 Z-8.0 F300;	Z向下刀至加工高度
N70	G41 G01 X-50.0 Y-53.02;	轮廓延长线上建立刀补
N80	G03 X-38.65 Y27.52 CR=100;	加工外形轮廓
N90	G02 X-22.90 Y35.53 CR=9.0;	
N100	G03 X-12.57 Y32.66 CR=9.0;	



任务一 外轮廓铣削

N110	G02 X12.57 CR=35.0;	加工外形轮廓
N120	G03 X22.90 Y35.53 CR=9.0;	
N130	G02 X38.65 Y27.52 CR=9.0;	
N140	G03 Y-27.52 CR=100.0;	
N150	G02 X22.90 Y-35.53 CR=9.0;	
N160	G03 X12.57 Y-32.66 CR=9.0;	
N170	G02 X-12.57 CR=35.0;	
N180	G03 X-22.90 Y-35.53 CR=9.0;	
N190	G02 X-38.65 Y-27.52 CR=9.0;	
N200	G40 G01 X-60.0 Y-50.0;	
N210	G00 Z100.0 M09;	程序结束部分
N220	M05;	
N230	M02;	



任务一 外轮廓铣削

四、刀具半径补偿参数的设定

1. 设定刀具半径补偿值

- 在“JOG”模式下，选择水平软键[刀具表]，如下左图所示；
- 利用[INPUT]键，在下右图所示处输入偏置值；
- 如果刀具使用一段时间后，产生了磨损，则可将磨损值输在磨损半径设定参数下。



新刀具参数设定窗口



新刀具参数设定窗口



任务一 外轮廓铣削

2. 同一刀具设定多个刀沿号

1) 为1号铣刀建立多个切削沿:

➤ 将光标位于1号刀具任一补偿值设定处, 按下[切削沿], 在新出现的窗口中按下[新刀沿], 完成了1号铣刀2号切削沿的建立;

➤ 每按一次[新刀沿], 系统会为当前的刀具新增一个刀沿, 每把刀最多可有9个刀沿。

2) 当前光标位于2号刀具, 则新创建的都是2号刀具的刀沿。

3) 按下[<<D]键可选择下一级较低的刀沿号, 按下[>>D]键可选择上一级较高的刀沿号。

4) 按下[复位刀沿], 则系统将光标指定刀具的当前刀沿号中设置的参数清零。

