

实验六 Mastercam 二维铣削自动编程

（一） 实验目的

1. 了解数控加工工艺制定方法
2. 理解图形交互数控自动编程的实现过程
3. 掌握 Mastercam 中进行二维铣削数控编程的方法;
4. 掌握计算机辅助数控编程中工件的设定方法.

（二） 实验设备和工具

装有 Mastercam 软件的计算机

（三） 实验原理

1. 图形交互数控自动编程基本步骤

（1） 零件图纸及加工工艺分析

作为编程前期工作的零件图及加工工艺分析任务主要有：

- ① 核准零件加工部位的几何尺寸、公差及精度要求；
- ② 确定零件相对机床坐标系的装夹位置以及被加工部位所处的坐标平面；
- ③ 选择刀具并准确测定刀具有关尺寸；
- ④ 确定工件坐标系、编程原点，找正基准面及对刀点；
- ⑤ 确定加工路线；
- ⑥ 选择合理的工艺参数。

（2） 几何造型

几何造型就是利用图形交互自动编程软件的图形绘制、编辑修改、曲线曲面造型等有关指令，将零件被加工部位的几何图形准确地绘制在计算机屏幕上。与此同时，在计算机内自动形成零件的图形数据文件。这些图形数据是后面刀位轨迹计算的依据。自动编程过程中，软件将根据加工要求自动提取这些数据，进行分析判断和必要的数学处理，以形成加工的刀位轨迹数据。图形数据的准确与否直接影响着编程结果的准确性，所以要求几何造型必须准确无误。

（3） 刀位轨迹的生成

图形编程的刀位轨迹的生成是面向屏幕上图形交互进行的。其过程为：首先在刀位轨迹生成菜单中选择所需要的菜单项，然后根据屏幕提示，用光标选择相应的图形目标，指定相应的坐标点，输入所需的各种参数。软件将自动从图形文件中提取编程所需要的信息，进行分析判断、计算出节点数据，并将其转换成刀位数据，存入指定的刀位文件中或直接进行后置处理生成数控加工程序。同时在屏幕上显示出刀位轨迹图形。

刀位轨迹的生成大致可划分为四种情况。

- ① 点位加工刀位轨迹的生成
- ② 轮廓加工轨迹的生成

采用交互绘图的方式。使用构造等距线的指令，将加工轮廓线按实际情况左偏或右偏一刀具半径，直接在屏幕上生成刀位轨迹，然后按此轨迹交互编程。同样，在交互过程中要根据提示输入相应的加工参数，并用光标指点编程原点、起刀点、起切线或走刀方向及退刀点，并选择前面生成的刀位轨迹作为加工目标，软件将以此轨迹编制出加工程序。这种方式在编程中已考虑了刀补问题，所以更适用于不具备刀补功能的数控系统编程。

- ③ 槽腔零件加工刀位轨迹的生成

④ 曲面加工刀位轨迹的生成

(4) 后置处理

后置处理的目的是形成数控指令文件。由于各种机床使用的数控系统不同,所以所用的数控指令文件的代码也有所不同。为解决这个问题,软件通常设置一个后置处理文件。在进行后置处理前,编程人员需对文件进行编辑,按文件规定的格式定义数控指令文件所使用的代码、程序格式、圆整化方式等内容。软件在执行后置处理命令时将自动按设计文件定义的内容输出需要的数控指令文件。另外,由于某些软件采用固定的模块化结构,其功能模块和数控系统是一一对应的,后置处理过程已固化在模块中,所以在生成刀位轨迹的同时便自动进行后置处理生成数控指令文件,而无需再单独进行后置处理。

(5) 程序输出

由于图形交互自动编程软件在编辑过程中可在计算机内自动生成刀位轨迹图形文件和数控指令文件,所以程序的输出可以通过计算机的各种外部设备。可以打印出数控加工程序单,并可在程序单上绘制出刀位轨迹图,使机床操作者更加直观地了解加工的走刀过程。对于有标准通用接口的机床数控系统,可以和计算机直接联机,由计算机将加工程序直接送给机床数控系统。

2. 工序划分的原则

数控加工通常按下列原则划分工序。

(1) 基面先行原则 用作精基准的表面应优先加工出来,因为定位基准的表面越精确,装夹误差就越小。

(2) 先粗后精原则 各个表面的加工顺序按照粗加工→半精加工→精加工→光整加工的顺序依次进行,逐步提高表面的加工精度和减小表面粗糙度。

(3) 先主后次原则 零件的主要工作表面、装配基面应先加工,从而能及早发现毛坯中主要表面可能出现的缺陷。次要表面可穿插进行,放在主要加工表面加工到一定程度后、最终精加工之前进行。

(4) 先面后孔原则 对箱体、支架类零件,平面轮廓尺寸较大,一般先加工平面,再加工孔和其他尺寸。这样安排加工顺序,一方面用加工过的平面定位稳定可靠,另一方面在加工过的平面上加工孔比较容易,并能提高孔的加工精度,特别是钻孔时的轴线不易偏斜。

3. 工序划分方法

数控加工中,工序划分一般有以下几种方式。

(1) 按所用刀具划分工序 为了减少换刀次数,压缩空行程时间,减少不必要的定位误差,可按刀具集中工序的方法加工零件,即在一次装夹中,尽可能用同一把刀具加工出可能加工的所有部位,然后再换另一把刀加工其他部位。在专用数控机床和加工中心中常用这种方法。

(2) 按零件的装卡定位方式划分工序 由于每个零件的结构形状不同,各表面的技术要求也有所不同,加工时的定位方式各有差异。一般加工外形时以内形定位,加工内形时又以外形定位。因而可根据定位方式的不同来划分工序。

按粗、精加工划分工序 根据零件的加工精度、刚度和变形等因素来划分工序时,可按粗、精加工分开的原则划分工序,即先粗加工再精加工。此时可用不同的机床或刀具进行加工。通常在一次装卡中,不允许将零件某一部分表面加工完毕后,再加工零件的其他表面,而是应先切除整个零件各加工面的大部分余量后,再将加工面精加工一遍,以保证加工精度和表面粗糙度要求。

4. 确定走刀路线

在数控加工中,刀具刀位点相对于工件运动的轨迹称为走刀(加工)路线。所谓刀位点是指车刀、镗刀的刀尖,钻头的钻尖,立铣刀、端铣刀刀头底面的中心,球头铣刀的球头中

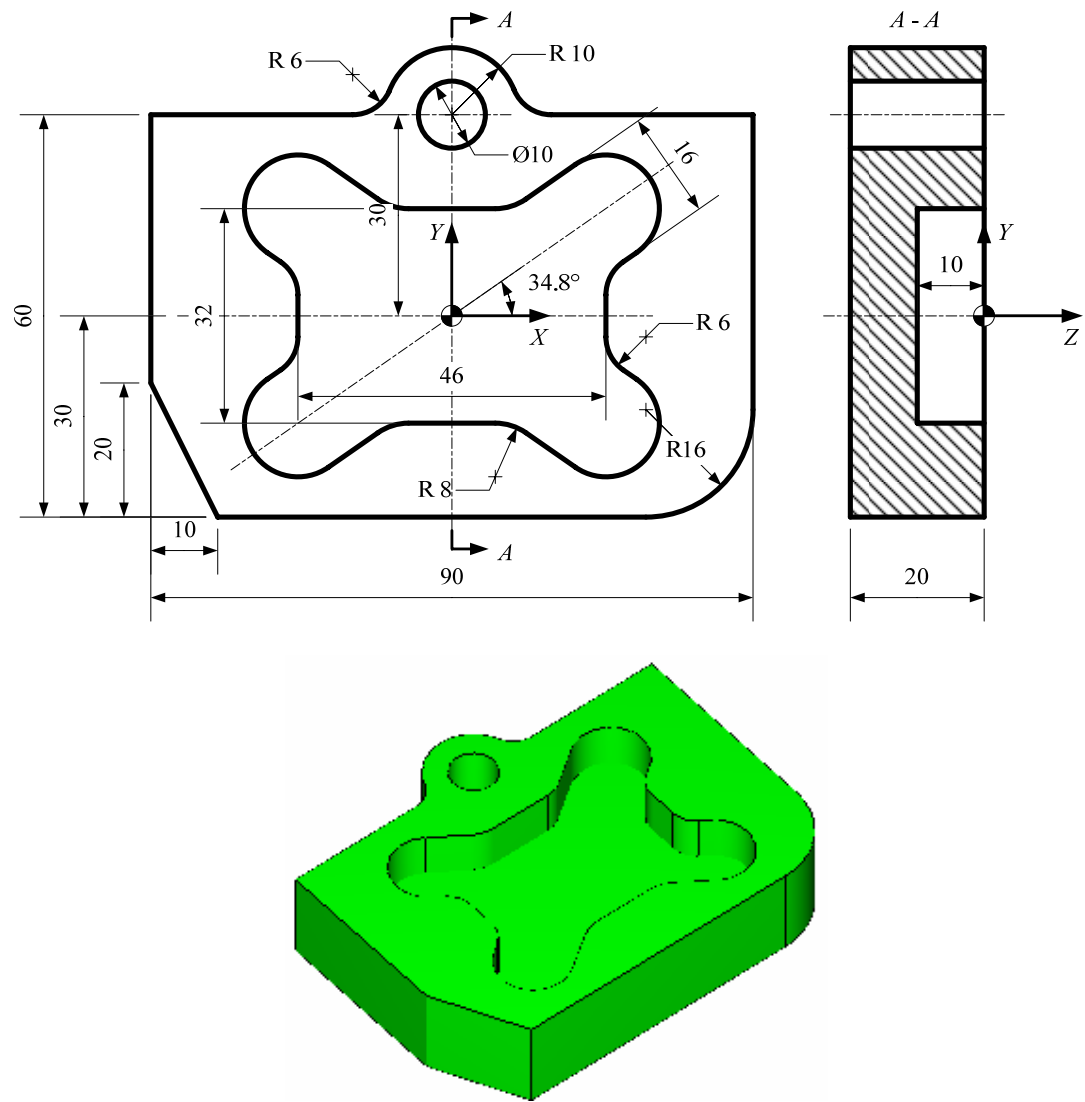
心等。

在数控机床加工过程中，走刀路线的选择非常重要，它不仅与被加工零件表面粗糙度有关，而且与尺寸精度和位置精度都有直接关系。编程时，走刀路线的确定原则主要有以下几点：

- (1) 走刀路线应保证被加工零件的精度和表面粗糙度，且效率较高。
- (2) 使数值计算简单，以减少编程工作量。
- (3) 应使走刀路线最短，这样既可减少程序段，又可减少空刀时间。

(四) 实验内容及方法

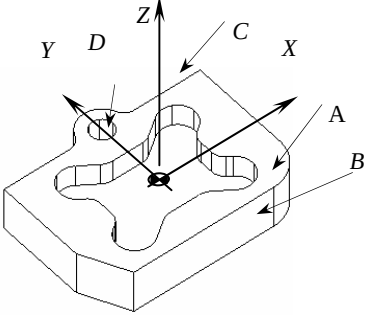
在 Mastercam 中，完成下图所示零件的铣削数控编程。



1. 零件数控加工工艺分析

对待加工零件进行加工工艺分析，确定工件坐标系、工序划分、刀具及切削参数等方面内容，生成数控加工工序卡，如下表。

数控加工工序卡

数控加工工序卡					产品名称或代号	零件名称	零件图号				
											
					车间	使用设备					
					工序号	程序编号					
					夹具名称	夹具编号					
工步号	起始行号	工步内容	加工面	刀具号	刀具规格	刀补单元	主轴转速	进给速度	背 / 侧吃刀量	余量	备注
1	N10	铣端面	A	T01	$\phi 40$ 面铣刀	H01	300	100	1	0	
2		粗铣轮廓	B	T02	$\phi 20$ 立铣刀	H02	600	60	5	0.2	
3		精铣轮廓	B	T03	$\phi 10$ 立铣刀	H03	1000	60	0.2	0	
4		粗铣凹槽	C	T03	$\phi 10$ 立铣刀	H03	1000	60	2.5	0.2	
5		精铣凹槽	C	T03	$\phi 10$ 立铣刀	H03	1000	60	0.2	0	
6		钻孔	D	T04	$\phi 10$ 钻头	H04	1000	60		0	
编制			审核		批准				共 页	第 页	

2. 几何造型

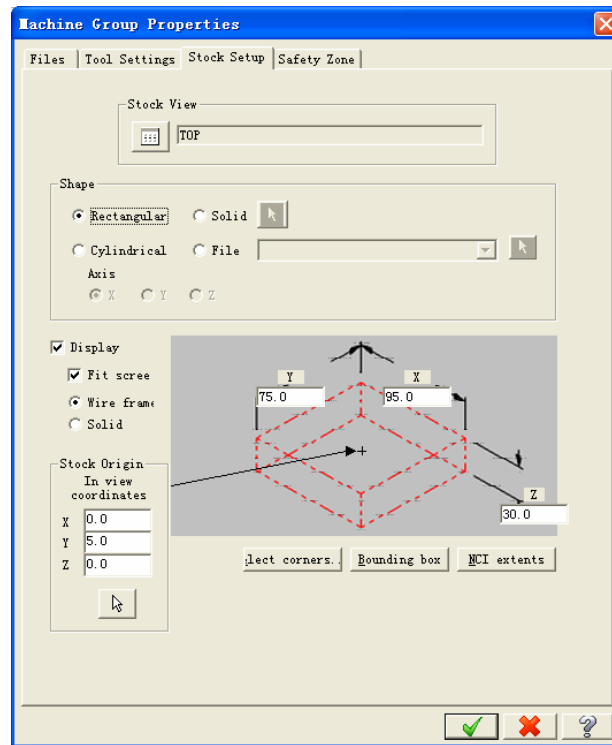
可利用 Mastercam 的造型功能完成几何造型，也可在其它 CAD 软件（如 Pro/E）中进行几何造型，再将模型导入到 Mastercam 中。

3. 刀位轨迹的生成

在 Mastercam 中, 选择菜单栏中“Machine Type (机床类型)”→“Mill (铣削)”→“Default (缺省类型)”命令, 进入 CAM 铣削模块。

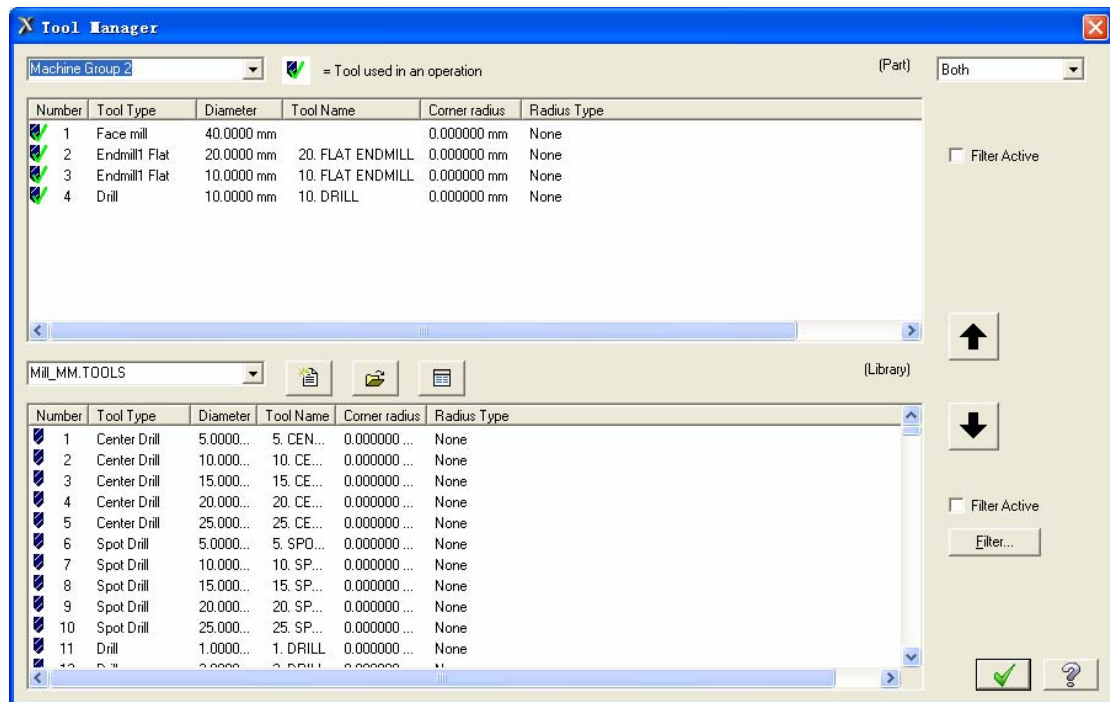
(1) 设置工件毛坯

根据工艺分析中确定的工件坐标和顶面预留量, 设置工件毛坯如下图所示。



(2) 设置加工刀具

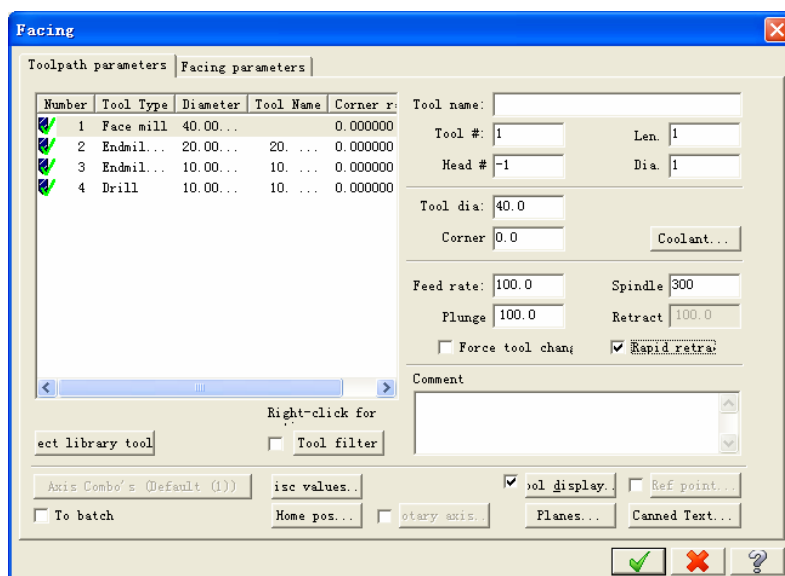
根据工艺分析中确定的加工刀具, 在 Mastercam 中设置刀具如下图所示。



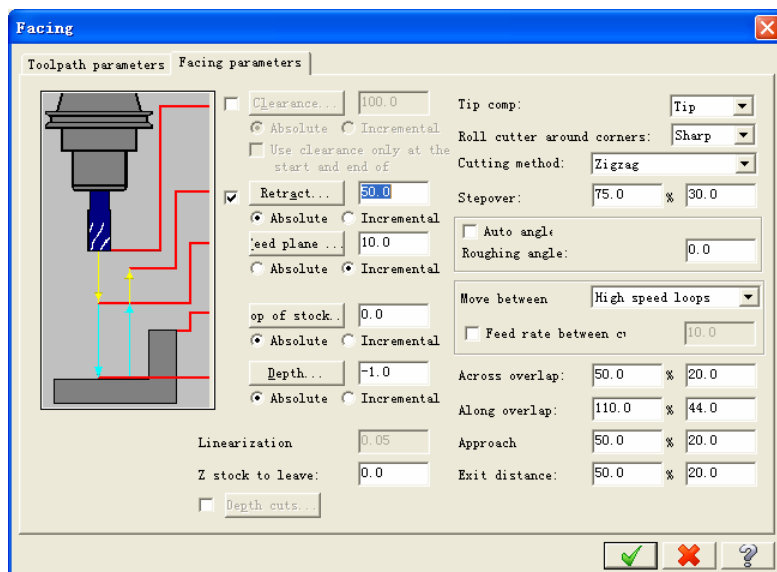
(3) 加工顶面

在Mastercam中，选择菜单栏中“Toolpaths（刀具路径）”→“Face Toolpath（面加工）”命令，选择待加工顶面轮廓，系统弹出面加工设置对话框。

首先根据工艺卡片设置面加工刀具参数，如下图所示。



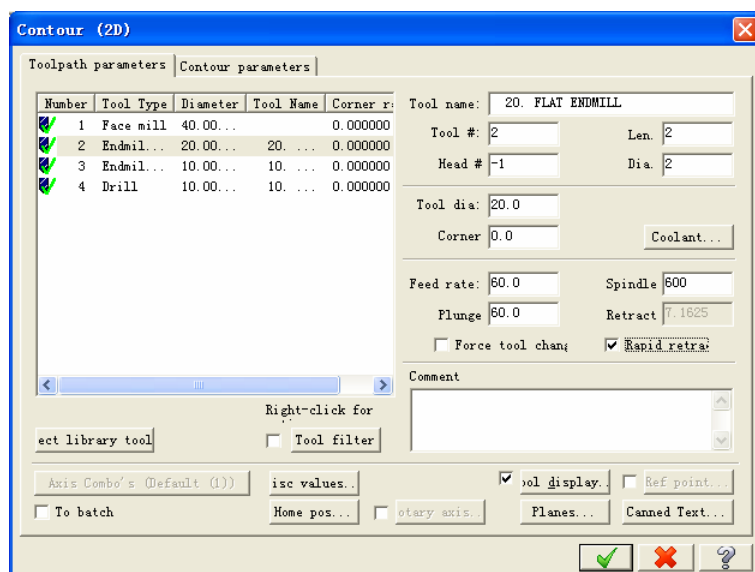
然后设置面加工加工参数如下图所示。



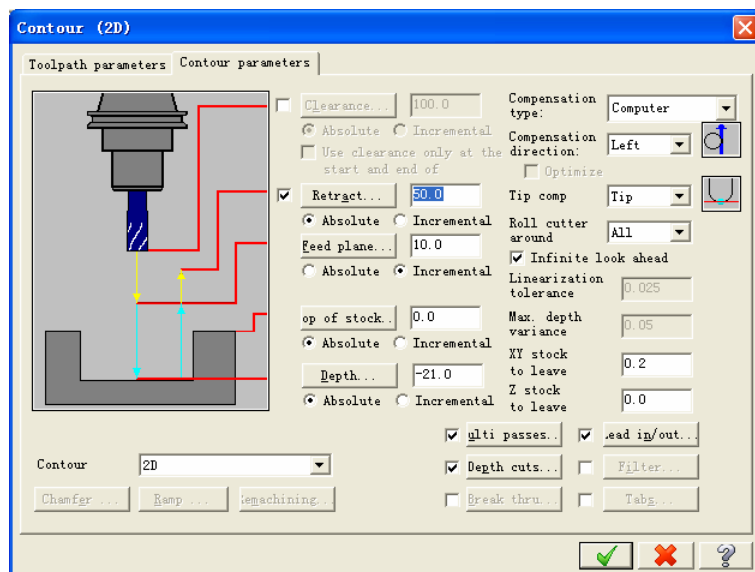
(4) 加工外轮廓

在 Mastercam 中，选择菜单栏中“Toolpaths（刀具路径）”→“Contour Toolpath（轮廓加工）”命令，选择待加工轮廓，系统弹出轮廓加工设置对话框。

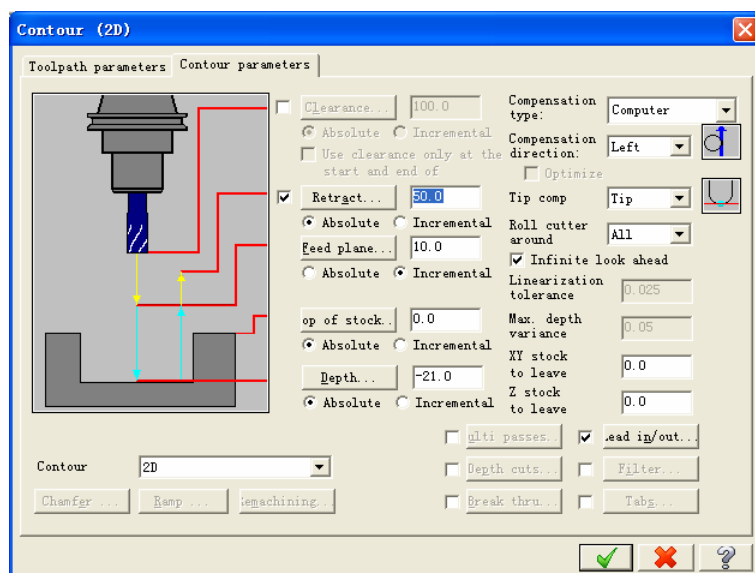
首先根据工艺卡片设置轮廓加工刀具参数，如下图所示。



然后设置轮廓加工加工参数如下图所示。同时设置外形分层铣削（Multi passes），确定外形轮廓粗加工次数（Number）为 2 次和间距（Spacing）为 5mm；设置深度分层铣削（Depth cuts），确定最大粗切量（Max rough step）为 10mm；设置进刀/退刀（Lead in/out），采用圆弧切向进刀、退刀。



轮廓精加工的参数设置基本与粗加工相同，不同之处有刀具选择 $\phi 10$ 立铣刀，加工后余量为 0，不再分层加工，如下图所示。

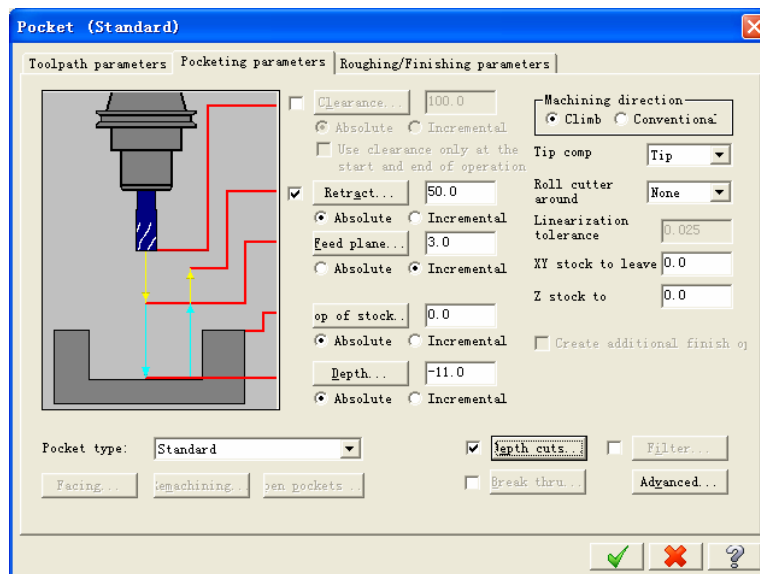


(5) 加工内凹槽

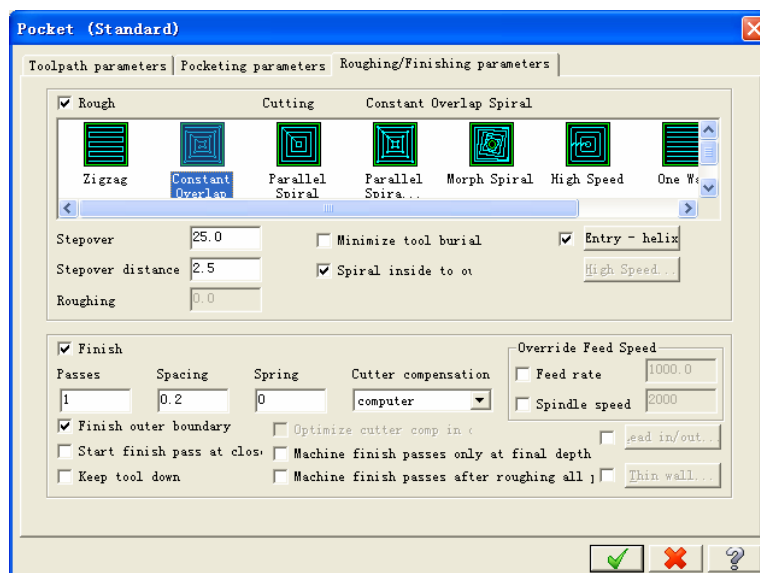
在 Mastercam 中，选择菜单栏中“Toolpaths（刀具路径）”→“Pocket Toolpath（挖槽加工）”命令，选择待加工轮廓，系统弹出挖槽加工设置对话框。

首先设置刀具参数，设置方法同前面类似。

然后设置挖槽加工参数，如下图所示。设置深度分层铣削（Depth cuts），确定最大粗切量（Max rough step）为 5mm。

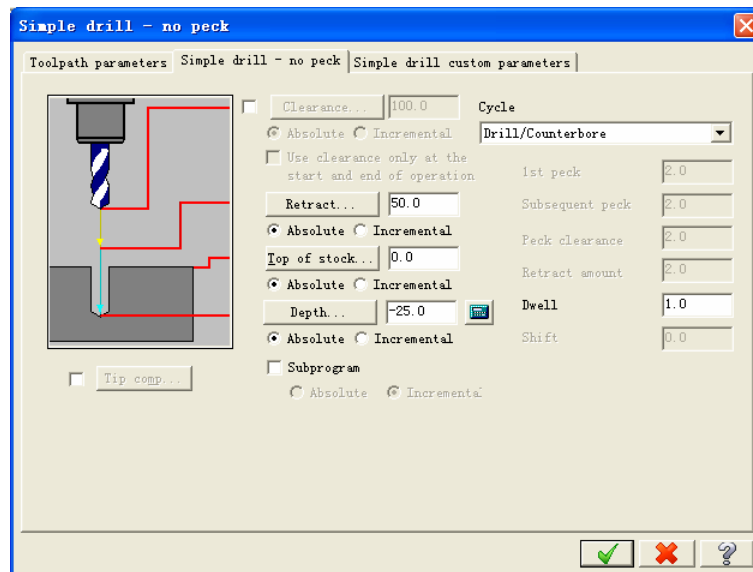


最后设置粗铣 / 精铣参数，选择等距环切（Constant Overlap Spiral）方式，行距 2.5mm，精加工余量 0.2mm，采用螺旋下刀方式。粗加工完成后有一次精加工。如下图所示。



（6）加工孔

在 Mastercam 中，选择菜单栏中“Toolpaths（刀具路径）”→“Drill Toolpath（钻孔加工）”命令，选择待加工孔圆心，系统弹出钻孔加工设置对话框。参数设置如下图所示。



4. 后置处理

将已完成的刀具加工轨迹，通过后置处理，生成数控加工代码。

（五） 实验结果的处理

生成的刀具轨迹要在 Mastercam 中进行三维动态切削仿真。

（六） 注意事项

1. 进入 Mastercam 的 Mill 模块之前，首先要考虑确定该零件的工艺流程；
2. 尝试一下不同的加工顺序；
3. 调整挖槽不同的走刀方式，比较其不同；
4. 调整 Contour 加工中，粗铣和精铣铣削用量，比较不同。

（七） 实验报告

按标准实验报告格式，并包括如下内容：

1. 加工轨迹的贴图
2. 加工仿真的贴图
3. 生成的部分数控代码