

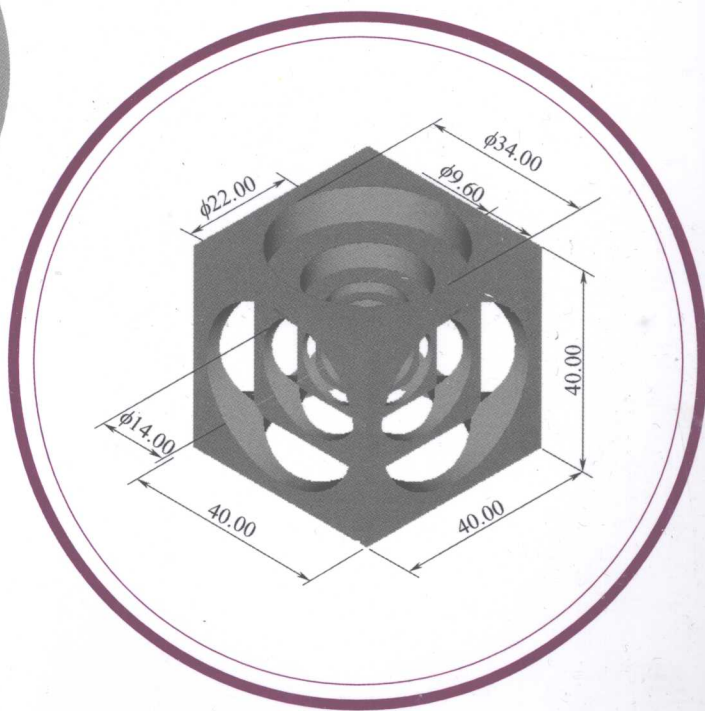
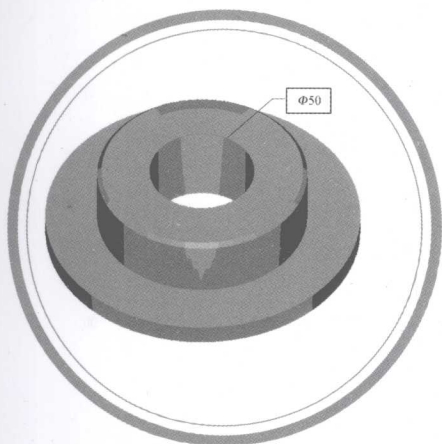
看图学基于Mastercam X 数控编程



随书附光盘一张

看图学 基于Mastercam X 数控加工编程 —— 初级篇

吴光明 著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

看图学 Mastercam X 数控编程

看图学基于 Mastercam X 数控加工编程 ——初级篇

吴光明 著

江苏工业学院图书馆
藏书章

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书采用了先进的项目教学理念,由浅入深,列举了25个实际生产中加工过的、有代表性的实际例子,详细地讲述了使用 Mastercam X 软件的 CAM 辅助制造功能和一些在实际生产中常用的数控编程方法和技巧,包括常用命令的使用、数控加工工艺的编制、工序的安排以及各种加工方法的参数设置等,将生产中常用的知识寓于实例中作精细讲解,并对实例的每一步操作的目的和参数设置进行了详细的分析,让读者在学习过程中,潜移默化地掌握这些实用知识。读者只要按照实例一步步地操作,就一定能掌握数控加工工艺及各种常用的编刀路程序的技巧。通过本书的学习和实践,可轻松达到 CAM 编程的中高级水平。

本书的核心是数控加工编程技术,并没有介绍绘图的基本指令和零件的 CAD 造型过程及 CAM 的一些基础操作,非常适合对 Mastercam X 软件或其他 CAM 基础知识有一定了解,但对数控加工工艺还不熟悉,正处于摸索、实践,水平还需提高的在校学生或 CAM 工作者,也可作为培训机构、企业数控程序员及学校师生的参考书。

为了方便读者学习,本书附带一张光盘,包含了书中的所有实例的图形文件和刀路文件。

图书在版编目 (CIP) 数据

看图学基于 Mastercam X 数控加工编程. 初级篇 / 吴光明著.

—北京:国防工业出版社,2008.7

(看图学 Mastercam X 数控编程)

ISBN 978-7-118-05793-5

I. 看... II. 吴... III. 数控机床—加工—计算机辅助设计—应用软件, Mastercam X—图解 IV. TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 084715 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 23¼ 字数 580 千字

2008 年 7 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 45.00 元(含光盘)

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422 发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535 发行业务:(010)68472764

前言

Mastercam X 是美国 CNC Software 公司研制与开发的计算机辅助设计和制造的 CAD/CAM 一体化软件的最新版本,在保留原来特色的基础上,增加了新的功能和模块。采用了流行的“窗口式操作”和“以对象为中心”的操作方式,大幅度提高了操作效率。

Mastercam X 目前在机械加工行业使用普及率最高的软件之一,以其独有的特点在数控加工领域享有很高大的声誉。它对运行环境要求较低,操作人性化,深受工程技术人员的喜爱。Mastercam X 软件集二维绘图、三维曲面设计、数控编程、刀具路径模拟及加工真实感模拟等功能于一身,把计算机辅助设计(CAD)和辅助制造功能(CAM)有机地结合在一起,从设计绘制图形到编制刀具路径,再通过后处理器转换为机床数控系统能识别的 NC 程式,并能模拟刀具路径验证 NC 程式,然后通过计算机传输到数控铣床、数控车床或加工中心上,选用适合工件的刀具即可完成工件的加工。

当今市面上的 Mastercam X 相关书籍,大都只对软件的命令进行泛泛地介绍,好比一本软件“词典”,读者学习完后常常摸不着重点,不知道哪些命令是常用的命令,感觉“茫然”。本书作者有着 15 年的数控编程的工作经验,采用了先进的项目教学理念,由浅入深,精选了 25 个实际生产中加工过的、有代表性的实际例子,较为详细地讲述了使用 Mastercam X 软件的 CAM 辅助制造功能和一些在实际生产中常用的数控编程方法和技巧,包括常用命令的使用、数控加工工艺的编制、工序的安排以及各种加工方法的参数设置等。将生产中常用 CAD/CAM 命令寓于实例中作精细讲解,并对实例的每一步操作的目的和参数设置进行了详细的分析,让读者在学习过程中,潜移默化地掌握这些实用知识。读者只要按照实例,并配合光盘一步步地操作,就一定能加深对 Mastercam X 的理解和认识,熟练运用 Mastercam X 软件,掌握数控加工各种常用的编刀路程序的技巧,提高综合编程能力。

本书没有介绍绘图的基本指令和零件的 CAD 造型过程及 CAM 的一些基础操作,因为目前大多数的 Mastercam X 书籍已经将这些内容介绍得清清楚楚。读者可以参照光盘给出的结果自行绘制书中的图形。

本书的读者对象为对 Mastercam X 软件或其他 CAM 基础知识有一定了解,但对数控加工工艺还不熟悉,正处于摸索、实践,水平还需提高的在校学生或 CAM 工作者,也可作为培训机构、企业数控程序员及学校师生的参考书。本书的核心是数控加工技术。鉴于 CAM 类软件所提供的加工方法具有相似性,读者如使用其他版本软件或其他 CAM 类软件,本书所加工讲述的编程思路 and 技巧也可起到一定的参考作用。

为了方便读者学习,本书附带一张光盘,包含了书中的所有实例的图形文件和刀路文件。

本书由吴光明著,国防工业出版社王叶楠编辑给予了大力支持,在此表示衷心的感谢。

限于作者的水平,书中难免有错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正,作者的电子邮箱为 wgm2170@21CN.com。

作者

2007年12月

目 录

第 1 章 平面凸轮的加工	1
1.1 零件结构分析	1
1.2 刀路规划	1
1.3 图形准备	2
1.4 确定毛坯和对刀点	2
1.5 刀路参数设置	3
1.6 刀具路径的选择	15
1.7 CNC 加工注意事项	16
1.8 Mastercam X 新增功能介绍	18
第 2 章 凹槽的加工	21
2.1 零件结构分析	21
2.2 刀路规划	21
2.3 图形准备	22
2.4 确定毛坯和对刀点	22
2.5 刀路参数设置	23
第 3 章 锥度凹槽的加工	32
3.1 零件结构分析	32
3.2 刀路规划	32
3.3 图形准备	33
3.4 确定毛坯和对刀点	33
3.5 刀路参数设置	34
第 4 章 玲珑盒的加工	43
4.1 零件结构分析	43
4.2 刀路规划	43
4.3 图形准备	44
4.4 确定毛坯和对刀点	44
4.5 刀路参数设置	45
第 5 章 偏心法兰的加工	52
5.1 零件结构分析	52

5.2 刀路规划	53
5.3 图形准备	53
5.4 确定毛坯和对刀点	54
5.5 刀路参数设置	54
第 6 章 轴承座的加工	65
6.1 零件结构分析	65
6.2 刀路规划	65
6.3 图形准备	66
6.4 确定毛坯和对刀点	66
6.5 刀路参数设置	67
第 7 章 3D 外形零件的加工	77
7.1 零件结构分析	77
7.2 刀路规划	78
7.3 图形准备	78
7.4 确定毛坯和对刀点	79
7.5 刀路参数设置	79
第 8 章 冷凝器固定板的加工	84
8.1 零件结构分析	84
8.2 刀路规划	84
8.3 图形准备	85
8.4 确定毛坯和对刀点	85
8.5 刀路参数设置	86
第 9 章 注塑机模板的加工	97
9.1 零件结构分析	97
9.2 刀路规划	97
9.3 图形准备	98
9.4 确定毛坯和对刀点	99
9.5 刀路参数设置	99

第 10 章 凹面零件的加工 114

- 10.1 零件结构分析 114
- 10.2 刀路规划 114
- 10.3 图形准备 115
- 10.4 确定毛坯和对刀点 115
- 10.5 刀路参数设置 116

第 11 章 凸面零件的加工 123

- 11.1 零件结构分析 123
- 11.2 刀路规划 123
- 11.3 图形准备 124
- 11.4 确定毛坯和对刀点 124
- 11.5 刀路参数设置 125

第 12 章 长条曲面零件的加工 134

- 12.1 零件结构分析 134
- 12.2 刀路规划 134
- 12.3 图形准备 135
- 12.4 确定毛坯和对刀点 135
- 12.5 刀路参数设置 136

第 13 章 半锥孔零件的加工 143

- 13.1 零件结构分析 143
- 13.2 刀路规划 143
- 13.3 图形准备 144
- 13.4 确定毛坯和对刀点 144
- 13.5 刀路参数设置 145

第 14 章 细高凸台零件的加工 152

- 14.1 零件结构分析 152
- 14.2 刀路规划 152
- 14.3 图形准备 153
- 14.4 确定毛坯和对刀点 154
- 14.5 刀路参数设置 154

第 15 章 砚台的加工 170

- 15.1 零件结构分析 170
- 15.2 刀路规划 170
- 15.3 图形准备 171

- 15.4 确定毛坯和对刀点 171
- 15.5 刀路参数设置 172

第 16 章 烟灰缸的加工 180

- 16.1 零件结构分析 180
- 16.2 刀路规划 180
- 16.3 图形准备 181
- 16.4 确定毛坯和对刀点 182
- 16.5 刀路参数设置 182

第 17 章 半圆凸台零件的加工 194

- 17.1 零件结构分析 194
- 17.2 刀路规划 194
- 17.3 图形准备 195
- 17.4 确定毛坯和对刀点 196
- 17.5 刀路参数设置 196

第 18 章 长筋条零件的加工 210

- 18.1 零件结构分析 210
- 18.2 刀路规划 210
- 18.3 图形准备 211
- 18.4 确定毛坯和对刀点 212
- 18.5 刀路参数设置 212

第 19 章 手表表带正面的加工 228

- 19.1 零件结构分析 228
- 19.2 刀路规划 228
- 19.3 图形准备 229
- 19.4 确定毛坯和对刀点 230
- 19.5 刀路参数设置 230

第 20 章 手表表带反面的加工 249

- 20.1 零件结构分析 249
- 20.2 刀路规划 249
- 20.3 图形准备 250
- 20.4 确定毛坯和对刀点 251
- 20.5 刀路参数设置 251

第 21 章 印刷机零件的加工 266

- 21.1 零件结构分析 266

21.2	刀路规划	266	23.4	确定毛坯和对刀点	303
21.3	图形准备	268	23.5	刀路参数设置	304
21.4	确定毛坯和对刀点	268			
21.5	刀路参数设置	269	第 24 章	电子词典外壳的加工	320
第 22 章	凸模零件的加工	288	24.1	零件结构分析	320
22.1	零件结构分析	288	24.2	刀路规划	320
22.2	刀路规划	289	24.3	图形准备	322
22.3	图形准备	289	24.4	确定毛坯和对刀点	322
22.4	确定毛坯和对刀点	290	24.5	刀路参数设置	323
22.5	刀路参数设置	290	第 25 章	手机外壳的加工	343
第 23 章	闹钟样板的加工	301	25.1	零件结构分析	343
23.1	零件结构分析	301	25.2	刀路规划	344
23.2	刀路规划	302	25.3	图形准备	345
23.3	图形准备	303	25.4	确定毛坯和对刀点	346
			25.5	刀路参数设置	346

第 1 章 平面凸轮的加工

1.1 零件结构分析

平面凸轮 3D 实体、外形如图 1-1、图 1-2 所示，材料 45 号钢。具体尺寸见光盘附件中。工件在数控加工前，前面的工序已经加工好底面并镗好中间的两个基准孔，在此工序可作为定位装夹用。此工序粗、精加工凸轮的外形并倒角。

首先，利用铣、平面磨等通用设备先加工出 $125 \times 85 \times 15$ 的标准毛坯，要求保证上、下面的平行度及四周面之间的相互垂直度。装夹定位时，根据图纸的尺寸要求，以四边为定位基准，用校表调校定位。预先镗好中间的两个孔，用螺钉穿过中间的孔，用压板直接固定在数控机床的工作台上进行加工。为避免加工时铣到机床工作台，对刀要求十分准确，并在 Z 方向留有余量。

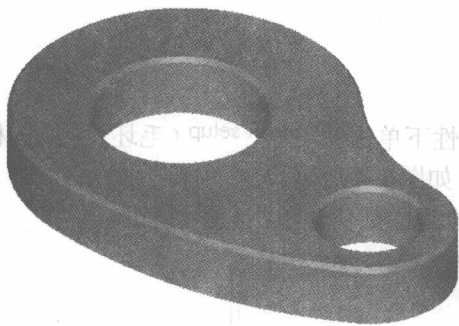


图 1-1 平面凸轮 3D 实体图

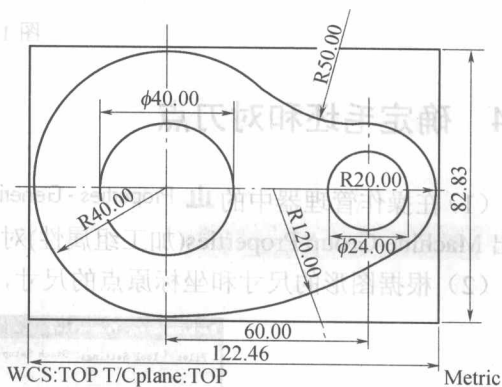


图 1-2 凸轮外形图

1.2 刀路规划

(1) 根据图形的尺寸，首先选择 $\Phi 16R0.8$ 钨合金方刀粒的圆鼻刀，用 2D 外形刀路对凸轮的外形进行粗加工。XY 方向加工余量为 0.35mm ，Z 方向加工余量为 0.1mm （避免铣到机床工作台，加工完成后，钳工完成修整）。这里选用的合金刀粒型号：APMT1135PDER，刀粒半径 $R0.8\text{mm}$ 。这种刀粒可适合型模具型腔加工的重负荷切削，可使用较高的转速和进给量，加工效率高。这里的刀具留出的长度为 50mm 。

(2) 选择 $\Phi 12$ 平底合金刀，用 2D 外形刀路对凸轮的外形进行精加工。XY 方向加工余量为 0.0mm ，Z 方向加工余量为 0.1mm 。

(3) 选择 $\Phi 20 \times 45^\circ$ 倒角刀，用 2D 外形倒角刀路对凸轮的外形轮廓线进行倒角加工。

倒角尺寸 $1 \times 1\text{mm}$ 。

1.3 图形准备

此零件结构较为简单，选择实体或 2D 外形都可以进行编程加工。简单起见，此处运用 2D 外形进行编程。绘图进行了分层管理，分为 4 个层：第 1 层 centerline 绘制了图形的中心线；第 2 层 contour 绘制了平面凸轮的外形；第 3 层 solid 绘制了零件 3D 实体；第 4 层 Dim 标注了图形的尺寸。将坐标原点放在大基准孔的圆心，Z 方向原点放在凸轮的底面。编程时要对深度设置的概念有清晰的了解。图 1-3 为层管理。

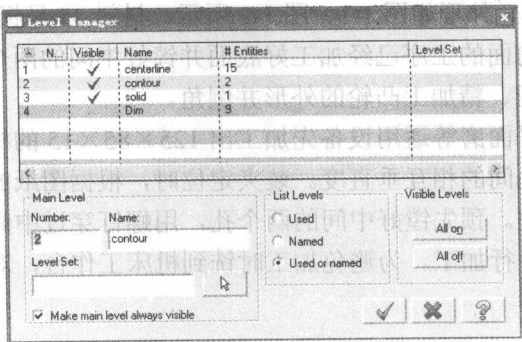


图 1-3 层管理

1.4 确定毛坯和对刀点

- (1) 在操作管理器中的 **Properties - Generic Mill** 属性下单击 Stock setup (毛坯设置) 图标，弹出 **Machine Group Properties**(加工组属性)对话框，如图 1-4 所示。
- (2) 根据图形的尺寸和坐标原点的尺寸，选择合适的数值，单击 按钮。

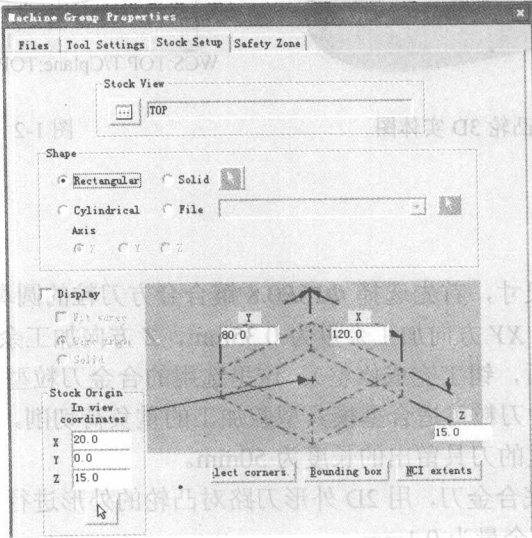


图 1-4 加工组属性对话框

1.5 刀路参数设置

1.5.1 粗加工凸轮外形

选择 $\Phi 16R0.8$ 钨合金方刀粒的圆鼻刀, 用 2D 外形刀路对凸轮的外形进行粗加工。

2D 外形加工时, 刀具沿所选的曲线移动, 外形加工刀路常用于外形的粗加工和精加工, 操作简单实用。

(1) 当 Contour 图形绘制好后, 进行外形 Contour 的铣削加工。在屏幕左方刀路操作管理区内 (或单击下拉式菜单) 单击主菜单中的 **Mill toolpaths / Contour** 命令。

(2) 系统弹出 **Chaining** 对话框, 如图 1-5 所示。在绘图区采用串连方式选取选择如图 1-2 的凸轮外形, 这里需要讲述一下 Chain 功能。

串连功能是用来定义轮廓外形及其串连方向的, 串连方向就是确定进给方向。串连方向是由选取图形元素时的位置来控制的, 通常使用鼠标来选取图形元素。外形铣削加工要注意: 串连定义时选择的第一个图形元素, 零件的加工起点和方向都是由它决定的。外形加工串连外形边界由一个或一个以上的边界构成。串连操作是 MasterCAM 中经常使用的操作, 它是系统用来定义轮廓外形以及刀具进给方向的, 串连在曲面的构建和编制刀具路径时使用得特别多。串连操作注意以下几个问题。

分歧点为 3 个或 3 以上的图形元素共有的一个相同的端点。当存在分歧点, 串连到分歧点时, 一般系统不知道应该继续向哪个方向串连, 这时只要用鼠标单击应该串连的图形元素即可。

对于一个初学者来说, 最容易犯的错误就是一个图形元素重复绘制两次以上。在串连时可能出现串连到某一个位置上停止, 甚至出现与串连方向相反的箭头, 而使串连无法进行的情况, 这时应该考虑可能出现了重复的图形元素。重复图形分为完全重复和部分重复。如果部分重复不出重复位置, 最好删除重画, 当出现完全重复时, 应该使用主菜单中的删除重复图形元素功能。单击主菜单中的 **Delete** 选项, 如果是部分重复可以使用删除菜单中的 **Window** 选项将重叠的一小段去掉, 如果是完全重复则单击 **Duplicate** 选项, 可以根据重复图形元素类型, 单击菜单中的相应内容。

(3) 按照顺铣原则, 注意串联的方向和起点 (方向和起点如图 1-2 所示), 点选 ☒, 进入 Contour (2D) 对话框, 如图 1-6 所示。在刀具空白栏内单击鼠标右键, 在刀具空白栏内单击鼠标右键, 在弹出的菜单中选择 **Get tool from library** (从刀库中选刀) 或 **Create new tool** (构建新刀具) 选项, 进入图 1-7 所示的刀具规格选项卡。

如图 1-7 所示, 刀具参数选项, 可对刀具的参数进行设置, 不同类型的刀具选项卡的内容有所不同, 但主要参数都是一样的。以此工序所选的圆鼻刀为例来说明该选项卡各参数的含义:

① **Diameter** 直径, 即设置刀具切口的直径。

② **Corner Radius** 转角直径, 即设置刀尖圆角半径。

③ **Flute** 切削刃长度, 即设置刀具有效切削刃的长度。

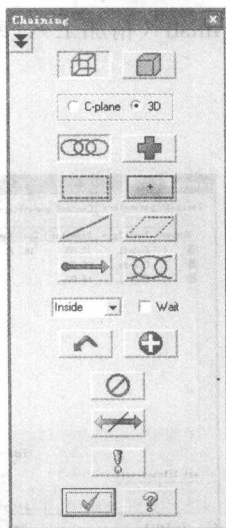


图 1-5 串连对话框

- ④ Shoulder 刀刃长度，即设置刀具从刀尖到刀尖的长度。
- ⑤ Overall 刀长，即设置工具到刀尖到夹头底端的长度。
- ⑥ Arbor 刀柄直径，即设置刀柄直径。
- ⑦ Holder 夹头有两个参数输入框，一个用来设置夹头直径，另一个用来设置夹头长度。
- ⑧ Tools # 刀具编号，系统按自动创建的顺序给出刀具编号，可以自行设置编号。
- ⑨ Capable of 刀具应用场合，即用来设置该刀具的应用场合，可选择 Rough（粗加工）、Finish（精加工）、或 Both（粗、精加工）。

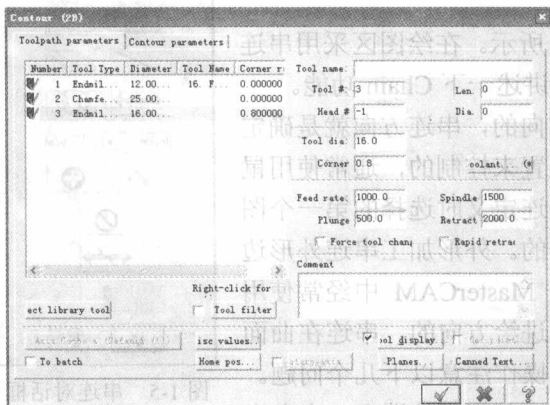


图 1-6 2D 外形加工刀路对话框

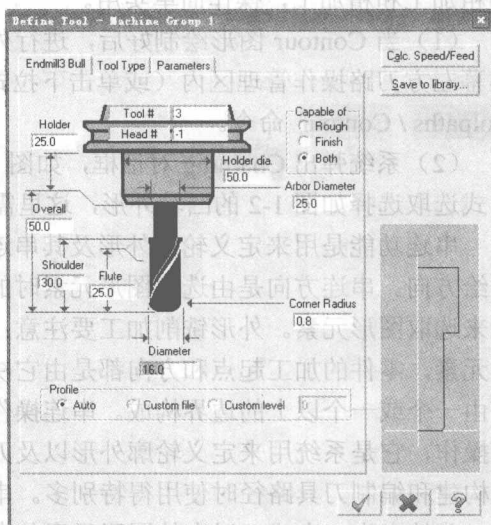


图 1-7 刀具规格选项卡

若要改变刀具类型，可单击 Tools Type 标签，在 Tools Type（刀具类型）选项卡中选择刀具类型后，系统自动打开该类型刀具参数的选项卡，如图 1-8 所示。

各刀具类型的含义如下：

- ①End Mill 平铣刀；②Taper Mill 锥度铣刀；③Left-hand tap 反牙丝锥；④Sphere Mill 球头铣刀；⑤Dove Mill 燕尾铣刀；⑥Center Drill 中心钻；⑦Bull Mill 圆鼻铣刀；⑧Lo1.Mill 圆球形铣刀；⑨Spot Drill 铤孔钻；⑩Face Mill 盘铣刀；⑪Drill 钻头；⑫Counter Bore 沉孔铣刀；⑬Radius Mill 圆弧铣刀；⑭Reamer 铰刀；⑮Counter Sink 锥孔铣刀；⑯Chamfer Mill 倒角铣刀；⑰Bore bar 镗刀；⑱Undefined 未定义；⑲Slot Mill 槽铣刀；⑳Right-hand tap 右牙丝锥。

在 Define Tools（刀具定义）对话框中，选择 Parameter（参数）选项，显示如图 1-9 所示刀具其他参数设置对话框，可设置使用该刀具在加工时的进给量、冷却方式等。主要参数的含义如下：

- ① Rough XY Step（%）粗加工时，在垂直刀轴方向（XY 方向）的每次进给量。该项参数以刀具直径的百分率表示。
- ② Rough Z step 在粗加工时，在刀轴方向（Z 方向）每次进给量。
- ③ Finish XY Step 精加工时，在垂直刀轴方向（XY 方向）的每次进给量。
- ④ Finish Z Step 精加工时，每次铣削在刀轴方向（Z 方向）的进给量。
- ⑤ Required pilot dia.通常用于在攻丝、镗孔时，设置刀具所需的中心孔直径。
- ⑥ Dia. Offset number/Length offset number. 当用 CNC 控制器设置刀补参数时，该值赋予刀补号，刀补号相当于一个寄存器。

- ⑦ Feed rate 进给率参数，用于控制刀具进给的速度（英寸/分钟，毫米/分钟）。
- ⑧ Plunge rate 下刀进给率，用于控制刀具快速趋近工件的速度。
- ⑨ Retract rate 退刀速率，用于控制刀具快速提刀返回的速度。
- ⑩ Number of flutes 刀具的刃数，Mastercam 使用该参数去计算进给率。
- ⑪ Spindle rotation 主轴旋转的方向，有 CW（顺时针方向）、CCW（逆时针旋转）。
- ⑫ Coolant 设置加工时的冷却方式，有 Off（不使用冷却液）、Flood（液体冷却）、Mist（薄雾喷射冷却）、Tool（经过刀具内部冷却）四种方式。
- ⑬ %of matl.cutting speed 刀具切削线速度的百分比。
- ⑭ %of matl.Feed per tooth 刀具进刀量的百分比。
- ⑮ Tool file name 刀具文件名参数。
- ⑯ Tool name 在选择刀具名显示区文本框输入一刀具名。
- ⑰ Chuck 夹头参数，是机床上夹紧刀具的附件。
- ⑱ Material 设置刀具材料，系统使用该材料用于计算主轴转速，进给率和插入速率。

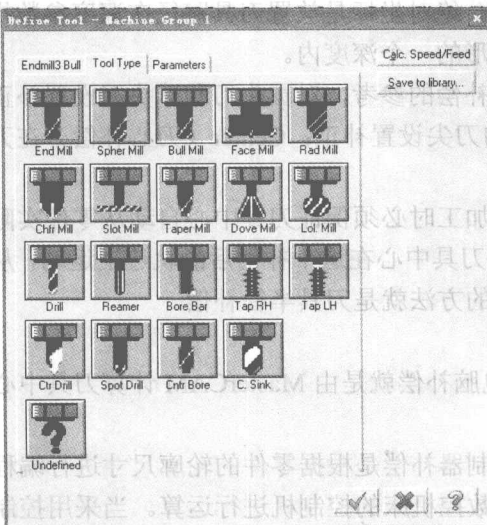


图 1-8 刀具类型选项卡

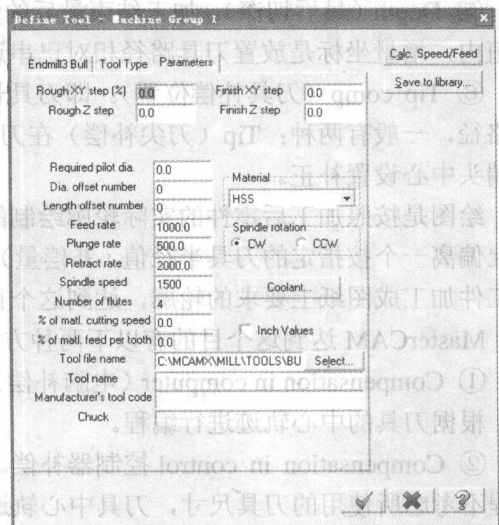


图 1-9 刀具参数选项卡

MasterCAM 有以下两种进给率。

Z 轴进给率 Plunge 只控制 Z 轴垂直进刀的切削速度。

XY 进给率 Feed rate 控制 XY 方向的进给率。

它们分别填在图 1-6 所示的对话框中的 Plunge 和 Feed rate。切削进给率要根据工件的材质、刀具的性能、加工的要求、机床的性能等做出适当的选择。

（4）单击外形加工刀路对话框中 **Contour parameters**（外形铣削参数）选项卡，如图 1-10 所示设置参数。

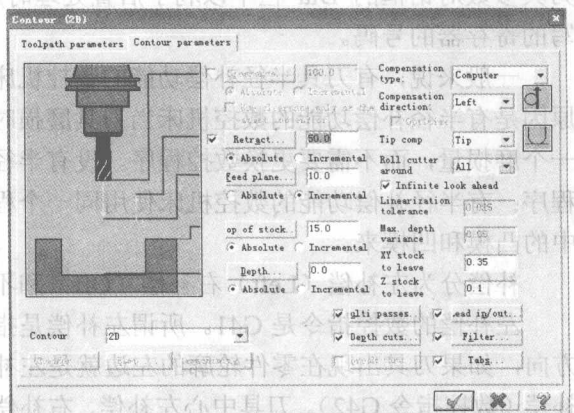


图 1-10 2D 外形加工参数卡

各主要参数意义如下。

① Clearance (安全高度)。刀具快速下移到一个不会碰到工件和卡具的合理高度。在开始进刀前, 刀具快速下移到安全高度才开始进刀, 加工完成后退回至安全高度。

② Retract (参考高度)。本工序完成后返回准备进行下一道工序的高度, 一般这个高度比安全高度要低。绝对坐标是放置全部退刀高度在参数指定的值内, 增量坐标是放置每个退刀至相对于现在毛坯顶面一个高度。

③ Feed plane (G00 下刀位置)。从安全高度向下快进到准备工序的一段距离。绝对坐标是放置全部进给高度在参数指定的值内, 增量坐标是放置每个进给高度至相对于现在毛坯顶面一个高度。

④ Top of stock (工件表面位置)。被加工的零件表面。建议将绘制的零件轮廓的工作深度定义在这个表面上, 因为先定义安全高度, 然后切深, 而参考高度有绝对坐标和相对坐标编程, Absolute(绝对坐标)是相对工件坐标系的, Incremental(相对坐标)编程一般是相对工件表面的。

⑤ Depth (最后切深)。加工结束最后的深度。绝对坐标是放置刀具路径在深度参数指定的值内, 增量坐标是放置刀具路径相对已串连图形的一个深度内。

⑥ Tip comp (刀具补偿位置)。即刀具长度补偿的参考, 对圆头刀和球头刀设置补正刀具路径, 一般有两种: Tip (刀尖补偿) 在刀具的刀尖设置补正; Center (刀心补偿) 在刀具的端头中心设置补正。

绘图是按照加工后零件的实际轮廓绘制的, 加工时必须保证刀具中心自动从零件实际轮廓上偏离一个按指定的刀具半径值(补偿量), 使刀具中心在这个补偿后的轨迹上运动, 从而把工件加工成图纸上要求的轮廓, 达到这个目的的方法就是刀具半径补偿。

MasterCAM 达到这个目的有以下两种方法:

① Compensation in computer (电脑补偿)。电脑补偿就是由 MasterCAM 计算刀具中心轨迹, 根据刀具的中心轨迹进行编程。

② Compensation in control 控制器补偿。控制器补偿是根据零件的轮廓尺寸进行编程, 编程不考虑所使用的刀具尺寸, 刀具中心轨迹由数控机床的控制机进行运算。当采用控制机进行补偿时, 加工前需要将刀具半径值输入到数控机床的寄存器中, 数控机床中有许多寄存器, 每个寄存器都有一个号码, 用 MasterCAM 编程时, 应该将寄存半径的寄存器号码写到刀具参数对话框的 Dia 栏中以利于后置处理时产生“DXX”格式, 其中“XX”就是用户填写的寄存器的号码。

一般来说, 有刀具半径补偿功能的数控机床比没有半径补偿功能的数控床要好。其主要原因是有半径补偿功能的数控机床当刀具磨损时, 只需要修改补偿半径值, 从半径值中减少一个磨损量, 而不需要更换数控程序。没有半径补偿的数控机床当刀具磨损后需要更换数控程序; 有半径补偿功能的数控机床使用同一个程序, 只需要改半径补偿值就可以加工出模具中的凸模和凹模来。

补偿分为左补偿(Left) 右补偿(Off) 和不补偿:

左补偿的数控指令是 G41。所谓左补偿是指加工时, 假定人站在零件轮廓上, 面向加工方向, 如果刀具出现在零件轮廓的左边就是左补偿。如果刀具出现在零件轮廓的右边就是右补偿(数控指令 G42)。刀具中心左补偿、右补偿及不补偿都可以在铣削参数设置对话框中设置。

(5) 点选 **Multi Passes**。该参数是设置 XY 平面内的切削次数和切削用量，根据加工余量而定，如果零件材料余量较大时，单击 **Multi Passes** 按钮，会弹出如图 1-11 所示的对话框，填写内容如下。

Roughing passes: 粗加工次数，确定刀具的粗加工次数和尺寸。

Number: 刀具的粗加工次数，这里选两次。

Spacing: 粗加工步进值，即粗加工次数间的间距，粗加工余量=粗加工次数×粗加工的间距，这里选 8.0mm。

Finishing Passes: 精加工次数，确定刀具的精加工次数和尺寸。

Number: 刀具的精加工次数，这里选两次。

Spacing: 精加工步进值，即精加工次数间的间距，精加工余量=精加工次数×精加工的间距，这里选 0.1mm。

Machine finish passes at: 精加工位置。

Final depth: 最后深度，刀具执行最后外形加工的深度。

All depth: 全部深度，刀具执行所有粗加工后留给精加工的余量。

Keep tool down: 保持刀具在下面，命令刀具是否在多次切削间退回。

(6) 点选 **Lead in/out** 设定刀具进刀、退刀的路径，如图 1-12 所示。

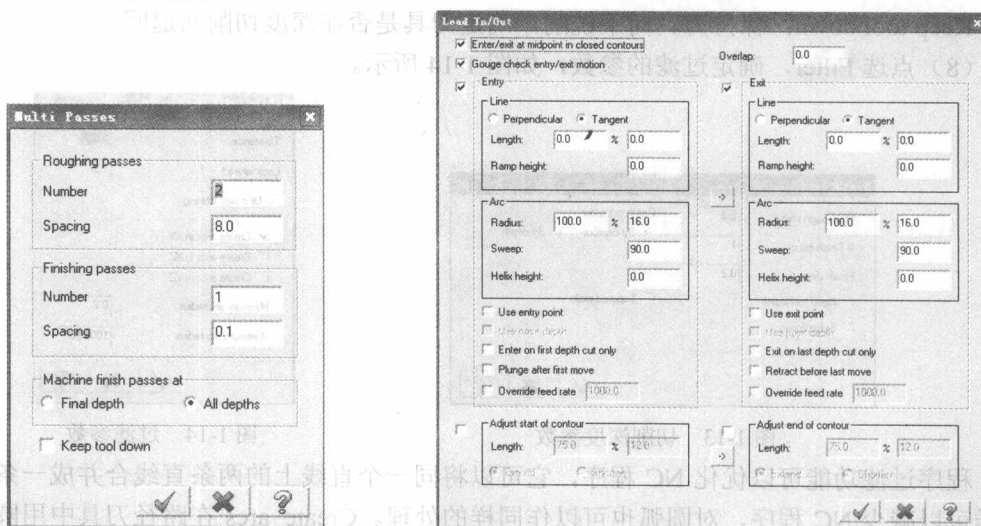


图 1-11 XY 水平分层切削参数 图 1-12 进、退刀路径参数

Entry: 增加一条线和一个圆弧在所有粗加工和精加工的起始处。

Perpendicular/Tangent: 垂直/正切，进刀线垂直或正切于切削方向。

Line Length: 进刀线的长度。

Ramp height: 斜面的高度，增加一个深度至进刀线。

Arc Radius: 进刀圆弧半径。

Arc Sweep: 圆弧扫描角度。

Helix height: 螺旋线高度，当变成圆弧进入一根螺旋线时，增加一个深度至进刀弧。

Use entry point: 使用进刀点，对任何进刀线设置起点。

Enter on first depth cut only: 只在第一切削深度进刀。

Exit: 增加一条线和一个圆弧在所有粗加工和精加工的结束处。

Perpendicular/Tangent: 垂直/正切, 退刀线垂直或正切于切削方向。

Line Length: 退刀线的长度。

Ramp height: 斜面的高度, 增加一个深度至退刀线。

Arc Radius: 退刀圆弧半径。

Arc Sweep: 圆弧扫描角度。

Helix height: 螺旋线高度, 当变成圆弧进入一根螺旋线时, 增加一个深度至退刀弧。

Use exit point: 使用退刀点, 对任何退刀线设置起点。

(7) 点选 **Depth cuts** 设定每次粗加工的切削深度。该参数设置 Z 方向的切削次数和每次的切削深度, 如图 1-13 所示。

Max rough step: 最大粗加工步距, 刀具每次粗切削时 Z 轴方向的最大粗加工的切削余量。

#Finish cuts: 精加工次数, 该值 $\times$ 精切次数=精加工总量。

Finish step: 精切削步距, 精切削沿 Z 轴方向的切削量。

Tapered walls: 斜度, 深度较深时可以设置斜度。

Depth cut order: 设置深度切削排序是按照轮廓 (By contour) 还是按照深度优先 (By depth), 如果切削深度较大时, 注意设置本项。

Stock to leave: 毛坯的余量。

Keep tool down: 保持刀具向下铣削, 确定刀具是否在深度切削间退回。

(8) 点选 **Filter**, 确定过滤的参数, 如图 1-14 所示。

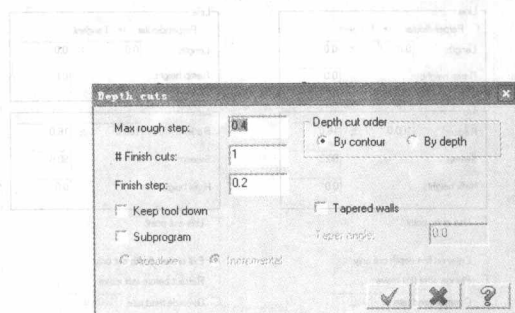


图 1-13 切削深度参数

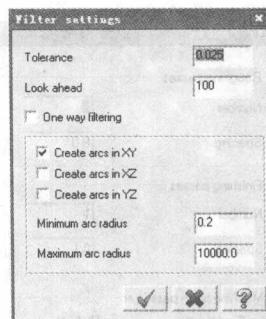


图 1-14 过滤参数

程序过滤功能可以优化 NC 程序, 它可以将同一个直线上的两条直线合并成一条直线, 这样可以减少 NC 程序, 对圆弧也可以作同样的处理。Create arcs 在路径刀具中用圆弧代替共线点, 系统确定哪一种实体形式有较低的公差, 若关闭此项, 则只用线调整路径刀具, 如果实际的圆弧大于过滤对话框中的 Maximum arc radius (最大圆弧半径), 或者小于对话框中指定的 Minimum arc radius (最小圆弧半径) 时, 系统将它处理为首尾相连的直线, 这样处理过的程序执行速度快。该选项可以将同端点同轴的直线的刀具路径变成了一条数控指令, 数控指令少了, 减少了数控加工的时间。

(9) 点选 **Break thru...**, 设置突破量, 如图 1-15 所示。设置突破量参数可使外形材料清除得更彻底。

(10) 点选 **Tabs...**, 设置跳格参数, 如图 1-16 所示。跳格设置可以按设置的区域, 对整个加工深度不加工, 或者留出设定的跳格厚度不加工。对于工件四周安有夹具的位置可以跳起, 以避免与工装夹具发生碰撞。各参数意义如下。

跳格类型设置:

- ① **Full** (完全跳格), 代表跳格位置整个加工深度在外形铣削过程都不加工。
- ② **Partial** (部分跳格), 代表跳格位置在外形铣削过程都不加工, 留出设定的跳格厚度不加工。

跳格位置设置:

- ① **Manual** (手动设置), 单选 **Position** 按钮, 移动鼠标设置需要跳格的位置。
- ② **Automatic** (自动设置), 在 **Number of tabs** 中输入跳格数目, 软件会自动把跳格平均分配到轮廓周围。

终止跳格设置:

- ① **No cutoff operation**, 跳格位置不进行加工, 留待手工清除。
- ② **After all contour chains**, 所有串连外形加工完成后, 然后加工跳格。
- ③ **After each contour chain**, 每个串连外形加工完成后, 加工相应的跳格设置。
- ④ **Separate operation**, 跳格位置单独处理, 可以为跳格设置单独的进给速度和主轴转速等。

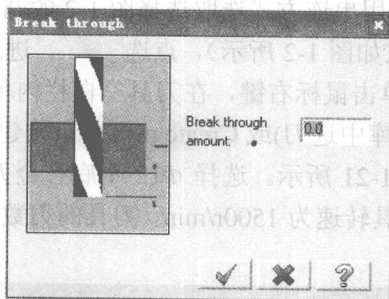


图 1-15 突破量对话框

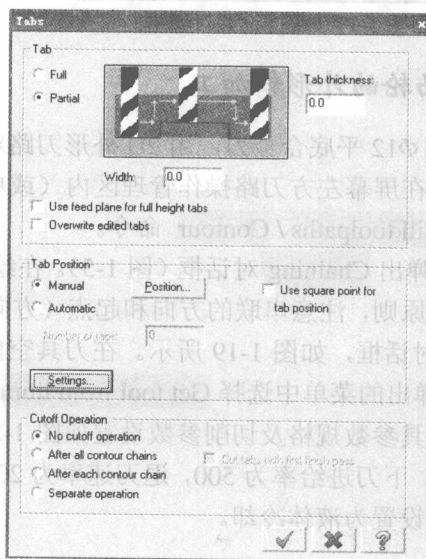


图 1-16 跳格对话框

(11) 单击 **Settings** (跳格设置) 按钮, 弹出 **Tab Settings** (跳格设置) 对话框, 如图 1-17 所示。各参数意义如下。

Point Geometry Tab Positioning: 跳格几何点位置。

Start: 跳格几何点在跳格起点。

Midpoint: 跳格几何点在跳格中点。

End: 跳格几何点在终点。

Automatic Tabs: 自动跳格设置。

Create tabs on shapes less than: 设置自动跳格尺寸和长宽尺寸。

Tab all: 自动跳格设置为完全跳格。

Tab Motion: 跳格运动。

Vertical moves: 跳格位置刀具垂直运动。

Ramp moves: 跳格位置刀具斜坡运动。