

看图学基于 Mastercam X 数控编程



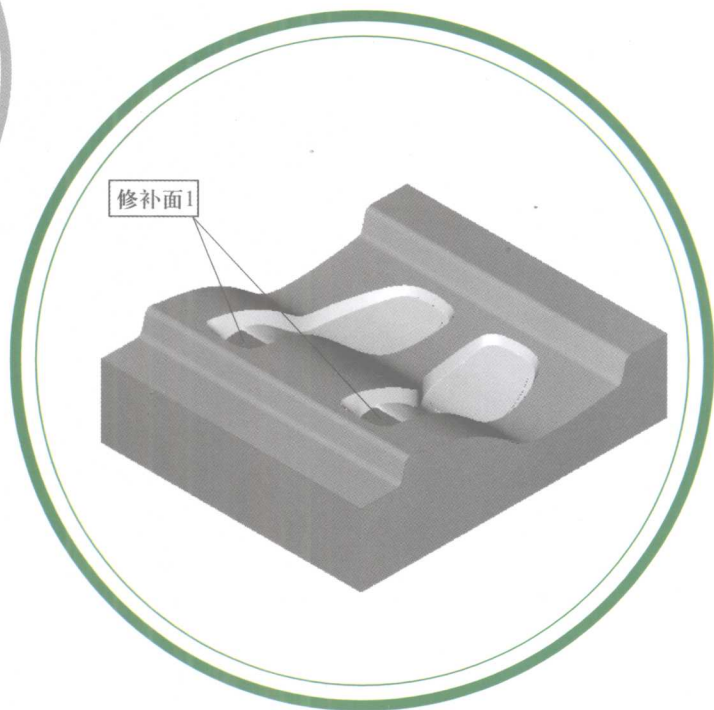
随书附光盘一张

看图学

基于 Mastercam X

塑料模具设计与数控加工

吴光明 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

看图学基于 Mastercam X 数控编程

看图学基于 Mastercam X 塑料模具设计与数控加工

吴光明 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书作者凭借15年的塑料模具设计与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,列举了3套塑料模具(16个模具配件)。较为详细地讲述了使用Mastercam X软件进行塑料模具分模、铜电极(铜公)的设计及加工方法。对模具设计及加工中所遇到的问题进行了综合介绍,并详细地讲述了软件的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命令寓于模具加工实例中作精细讲解,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,就一定能熟练掌握塑料模具设计及数控加工各种常用的编制刀路程序的技巧。通过本书的学习和实践,读者可以轻松达到塑料模具设计及CAD/CAM编程的中高级水平。

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。本书适合于从事数控工作的工程技术人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

看图学基于Mastercam X塑料模具设计与数控加工 / 吴光明
编著. —北京:国防工业出版社, 2009. 1
(看图学基于Mastercam X数控编程)
ISBN 978-7-118-06075-1

I. 看... II. 吴... III. ①塑料模具—计算机辅助设计—应用软件, Mastercam X ②塑料模具—数控机床—加工—计算机辅助设计—应用软件, Mastercam X IV. TQ320.66-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第189567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100048)

涿中印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本787×1092 1/16 印张21 $\frac{3}{4}$ 字数544千字

2009年1月第1版第1次印刷 印数1—4000册 定价42.00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 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 是目前在塑料模具制造行业使用普及率最高的软件之一,以其独有的特点在模具数控加工领域享有很高的声誉。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(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,不知道哪些命令是以后工作中常用的命令。没有针对性地进行深入学习,当时感觉好像什么都学会了,但实际工作又觉得什么都不会。

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。

本书非常适合对 Mastercam X 软件或其他 CAD/CAM 基础知识有一定了解,但对塑料模具设计和数控加工工艺还不熟悉,正处于摸索、实践阶段,水平还需提高的在校学生或模具设计与加工工作者。本书也可作为培训机构、企业模具加工数控编程员及学校师生的参考书。本书的核心是塑料模具数控加工技术。

鉴于 CAD/CAM 类软件所提供的设计与加工方法具有相似性,读者如使用其他版本软件或其他 CAD/CAM 类软件,本书所加工讲述的模具设计与编程思路 and 技巧也可起到一定的参考作用。

本书的 2.4 节、2.5 节、2.6 节由华北水利水电学院郭术义编写、其他章节由吴光明编写。

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

2008.7

目 录

第 1 章 平板盖塑料模具的设计与加工 ... 1

1.1 前模的加工 1

1.1.1 零件结构分析 1

1.1.2 图形设计 2

1.1.3 工艺规划 4

1.1.4 确定毛坯和对刀点 4

1.1.5 刀路参数设置 4

1.2 夹子后模的加工 32

1.2.1 零件结构分析 32

1.2.2 图形设计 32

1.2.3 工艺规划 33

1.2.4 确定毛坯和对刀点 ... 34

1.2.5 刀路参数设置 35

第 2 章 小盆塑料模具的设计与加工 ... 54

2.1 前模的加工 54

2.1.1 前模结构分析 54

2.1.2 图形设计 55

2.1.3 工艺规划 57

2.1.4 确定毛坯和对刀点 ... 57

2.1.5 刀路参数设置 58

2.2 小盆前模铜公 A 的加工 82

2.2.1 零件结构分析 82

2.2.2 图形设计 83

2.2.3 工艺规划 85

2.2.4 确定毛坯和对刀点 ... 86

2.2.5 刀路参数设置 87

2.3 小盆前模铜公 B 的加工 103

2.3.1 零件结构分析 103

2.3.2 图形设计 104

2.3.3 工艺规划 106

2.3.4 确定毛坯和对

刀点 107

2.3.5 刀路参数设置 108

2.4 小盆前模铜公 C 的加工 126

2.4.1 零件结构分析 126

2.4.2 图形设计 127

2.4.3 工艺规划 128

2.4.4 确定毛坯和对

刀点 129

2.4.5 刀路参数设置 129

2.5 后模的加工 140

2.5.1 零件结构分析 140

2.5.2 图形设计 141

2.5.3 工艺规划 143

2.5.4 确定毛坯和对

刀点 144

2.5.5 刀路参数设置 144

2.6 小盆后模铜公的加工 174

2.6.1 零件结构分析 174

2.6.2 图形设计 175

2.6.3 工艺规划 177

2.6.4 确定毛坯和对

刀点 178

2.6.5 刀路参数设置 178

第 3 章 大盆塑料模具的设计与加工 198

3.1 前模的加工 198

3.1.1 零件结构分析 198

3.1.2 图形设计 199

3.1.3 工艺规划 201

3.1.4 确定毛坯和对

刀点 202

3.1.5 刀路参数设置 202

3.2	大盆前模铜公 A 的加工	225	3.5.4	确定毛坯和对 刀点	272
3.2.1	零件结构分析	225	3.5.5	刀路参数设置	272
3.2.2	图形设计	226	3.6	后模的加工	289
3.2.3	工艺规划	227	3.6.1	零件结构分析	289
3.2.4	确定毛坯和对 刀点	228	3.6.2	图形设计	290
3.2.5	刀路参数设置	228	3.6.3	工艺规划	291
3.3	大盆前模铜公 B 的加工	239	3.6.4	确定毛坯和对 刀点	292
3.3.1	零件结构分析	239	3.6.5	刀路参数设置	292
3.3.2	图形设计	239	3.7	大盆后模铜公 A 的加工	309
3.3.3	工艺规划	241	3.7.1	零件结构分析	309
3.3.4	确定毛坯和对 刀点	241	3.7.2	图形设计	310
3.3.5	刀路参数设置	242	3.7.3	工艺规划	311
3.4	大盆前模铜公 C 的加工	256	3.7.4	确定毛坯和对 刀点	312
3.4.1	零件结构分析	256	3.7.5	刀路参数设置	312
3.4.2	图形设计	257	3.8	大盆后模铜公 B 的加工	325
3.4.3	工艺规划	258	3.8.1	零件结构分析	325
3.4.4	确定毛坯和对 刀点	259	3.8.2	图形设计	326
3.4.5	刀路参数设置	259	3.8.3	工艺规划	328
3.5	大盆前模铜公 D 的加工	269	3.8.4	确定毛坯和对 刀点	328
3.5.1	零件结构分析	269	3.8.5	刀路参数设置	329
3.5.2	图形设计	270			
3.5.3	工艺规划	271			

第 1 章 平板盖塑料模具的设计与加工

如图 1-1 所示为一旅行用塑料洗面盆的装配图，图 1-2 为爆炸图，材料为 ABS，收缩率为 5%。洗面盆设计合理，外形美观实用。共有三个零件组成：大盆、小盆和平板盖。

平板盖的 3D 图如图 1-3 所示，零件的形状较为简单，上下面都是平面。周边设计有 1° 的拔模斜度，圆弧倒角的最小圆弧半径 $R2.0\text{mm}$ 。唯一复杂之处在拉手处。平板盖的厚度尺寸为 7.5mm ，但为避免注塑成型时缩水，在后盖处将塑件分为两级，平板盖的实际厚度为 4.0mm 。盖的两边设计有可在大盆内滑动的卡位。

此塑件比较简单，但尺寸较大。从注塑、加工及经济角度综合考虑，一套模具设计出一件，直接在前、后模板上加工成型。因塑件的表面要求较低粗糙度，模板的材料选用硬度较高的模具钢。

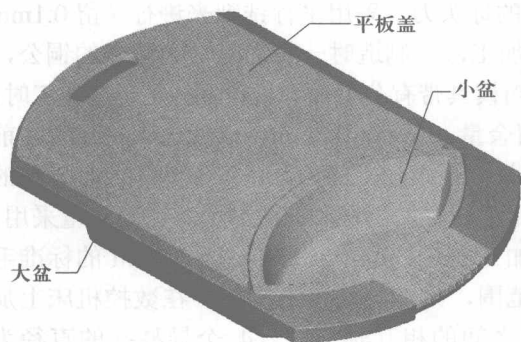


图 1-1 洗面盆装配图

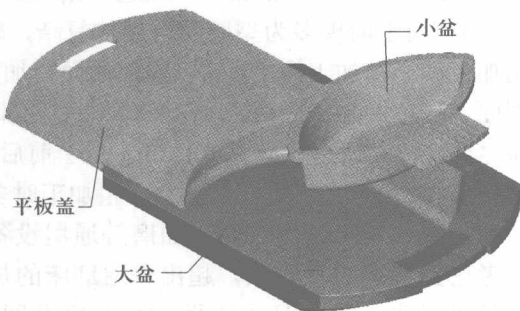


图 1-2 洗面盆爆炸图

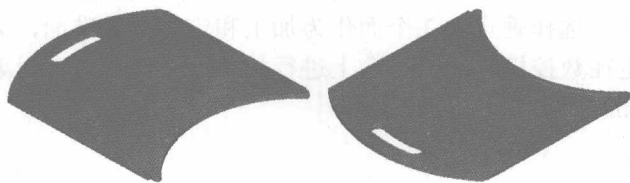


图 1-3 塑料平板盖 3D 图

1.1 前模的加工

1.1.1 零件结构分析

图 1-4 为设计好的前模加工 3D 图，模具型芯采用整体式设计，分型面是平面，前模为塑件的外表面，要求较低的粗糙度。为提高塑件的表面质量，避免在上表面产生漏胶的毛刺，拉手处采取了前模碰穿后模的设计，此处所形成的凸台和前模型腔的最小距离为 19.4mm ，可直接采用 $\phi 16$ 的刀具将此凹槽部位直接加工出来。

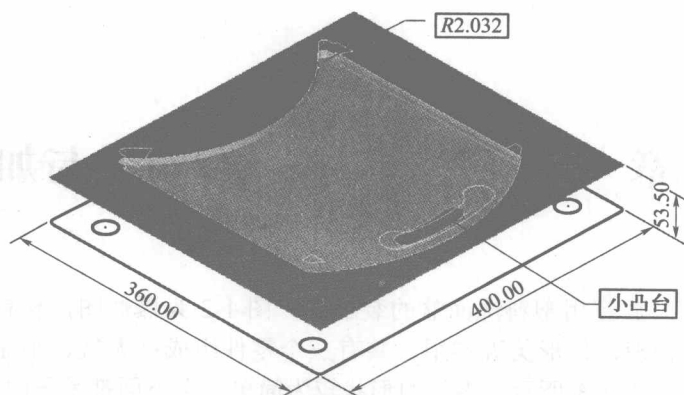


图 1-4 前模 3D 图

前模中, 最小倒角圆弧半径为 $R2.032\text{mm}$, 考虑到零件尺寸较大, 为节约成本, 避免加工铜公。可以采用 $\Phi 3$ 的刀具直接将前模型腔加工出来。

前模成型的是塑件的外表面, 型芯的材料比较硬, 加工时要谨慎, 减少差错, 不能轻易烧焊。前模的加工一般先选取镶合金刀粒的大直径圆鼻刀 (因这种刀够大, 有力), 采用曲面挖槽刀路进行粗加工 (留 0.35mm 的余量), 然后选取合金刀, 采用等高外形刀路进行半精加工 (留 0.2mm 的余量), 精加工一般选取镶合金刀粒的球头刀, 采用平行铣削来进行 (留 0.1mm 的余量)。由于前模多为型腔面, 结构复杂, 较难加工, 在制造时一般都有与之配套的铜公, 以粗加工和半精加工为主, 辅以局部曲面精加工。当模具带有分型面和枕位面, 要一起加工时, 分型面、枕位面加工到位, 不留余量。型腔部位留余量 $0.2\text{mm}\sim 0.5\text{mm}$, 以便电火花加工。前模碰穿位、擦穿位可留余量 0.1mm , 用于前后模配模。至于加工的刀具, 考虑到镶合金刀粒的圆鼻刀直径大、刚性好、经济耐用, 粗加工时多采用大直径的圆鼻刀。精加工时也要尽量采用。

数控加工前, 利用铣、平面磨等通用设备先加工出 $360\text{mm}\times 400\text{mm}\times 53.5\text{mm}$ 的标准毛坯, 考虑到毛坯尺寸较大, 超出普通磨床的加工范围, 只能磨削上下平面, 在数控机床上加工毛坯的外形, 来保证上下面的平行度及四侧面之间的相互垂直度。4 个导柱孔的直径为 25.0mm , 为提高加工效率, 可在加工完外形后, 再在摇臂钻床上钻出 4 个 $\Phi 24$ 的底孔, 要求保证一定的位置尺寸。选择垂直的 3 个面作为加工和定位的基准面, 为便于辨认基准, 要打上字码, 用压板固定在数控机床的工作台上进行加工。考虑到加工时要加工 4 个导柱孔, 模板的下部要垫高 20mm 。

1.1.2 图形设计

根据此零件的特点, 设计平板盖的前模。依次单击 File/Converters/IIGS/Read file 读入 3D 图形文件。

(1) 打开所有图层, 单击 All enties, 依次单击 Xform / Xform scale 下拉菜单, 出现 Scale 界面, 输入 1.005 后, 单击 ☒ 按钮, 将图形与塑胶材料的缩水率相乘。

(2) 由于此模具分模比较简单, 可以先将分属前、后模的曲面配置不同的颜色。选择好所要求的曲面后, 依次单击 Xform / Xform Translate 下拉菜单, 在 Translate 界面中输入 Z100 后, 将前模曲面复制并沿 Z 方向移动 100。将此结构放置在新层 QMsurface, 并沿 Z 方向移回原位。

(3) 依次单击 Create / Curve / Create curve on one Edge, 选择前模四周的曲面, 绘制曲

面边界。因为此边界要作为后续的加工曲线，所以必须将此曲线修剪圆顺，不能有断点和重复的曲线。

(4) 在 Z0 处绘制 400×360 的矩形，并按图纸要求绘制相应的导柱孔等曲线。依次单击 **Create / Surface / Create Ruled / Lofted Surface**，选择矩形的两条边，绘制出所需的平面。

(5) 选择所绘制的平面和曲面边界，依次单击 **Xform / Xform Project**，用投影剪切对平面进行剪切。得到模具的分型面。

(6) 用同样的方法绘制拉手处小凸台的曲面边界，并用上述同样的方法进行投影剪切，将小凸台的顶部曲面修补好。

(7) 加工中要对 R2.032 处的圆角进行清角，考虑到工件的尺寸较大，为避免空走刀，按加工的要求，绘制了 2D 清角加工曲线。

绘图的具体过程这里不详细讲述，读者可按照上述的方法自行绘制，结果可见光盘。绘图进行了分层管理，分为 7 个层，第 1 层 blank 绘制图形隐藏的图素，第 2 层 QMsurface 绘制了前模曲面，第 3 层 curve 绘制了图形的绘图曲线，第 4 层 partsurface 绘制了模具的分型面，第 5 层 curveforcut 绘制了编制刀路时要使用的曲线及加工边界，第 6 层 HMsurface 绘制了后模曲面，第 7 层 Dim 标注了前模的尺寸。层管理图如图 1-5 所示。切削曲线及边界如图 1-6 所示。图形坐标原点放在前模 XY 方向的中心处，前模顶面是模具的分型面，Z 方向尺寸为 0.0mm。

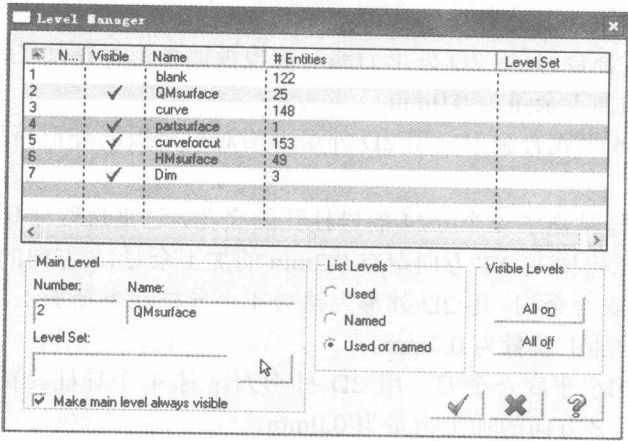


图 1-5 层管理图

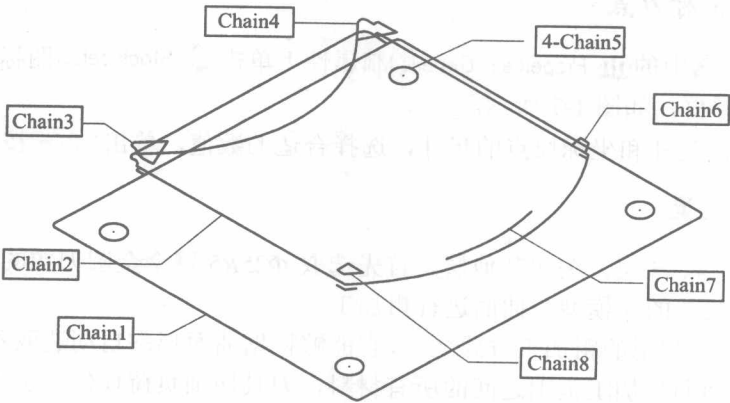


图 1-6 切削曲线及边界图

1.1.3 工艺规划

(1) 前模的加工余量较大, 首先选取 $\Phi 25R5$ 镶合金圆刀粒的圆鼻刀, 用 3D 曲面挖槽刀路对平板盖的前模型腔曲面进行粗加工。加工余量 0.25mm。

(2) 继续选取 $\Phi 25R5$ 镶合金圆刀粒的圆鼻刀, 用 3D 曲面挖槽刀路对平板盖前模的底部曲面进行精加工。加工余量 0.0mm。采用绝对尺寸, **Minmum depth** 和 **Maxmum depth** 都设置为 -7.62mm。实际上只加工了一刀, 精加工模具分型面时常用这种加工方法。

(3) 选取 $\Phi 16R0.8$ 镶合金方刀粒的圆鼻刀, 用曲面精加工等高外形刀路对前模型腔曲面精加工。加工余量 0.0mm。采用绝对尺寸, **Minmum depth** 设置为 -0.1mm, **Maxmum depth** 设置为 -7.62mm。

(4) 选取 $\Phi 16R0.8$ 镶合金方刀粒的圆鼻刀, 用 2D 外形刀路对前模拉手处小凸台的顶部平面精加工。Z 方向留有 0.05mm 加工余量, 留待模具装配时, 和后模喷穿修磨。

(5) 选取 $\Phi 6$ 平底合金刀, 用曲面精加工等高外形刀路对前模型腔曲面的 4 个角清角精加工。加工余量 0.0mm。

(6) 选取 $\Phi 3$ 平底合金刀, 用曲面精加工等高外形刀路对前模型腔曲面 R2.032 的两个角清角精加工。加工余量 0.0mm。

(7) 选取 $\Phi 16$ 平底合金刀, 用 2D 外形刀路对前模板的外形粗加工, XY 方向留有 0.3mm 的加工余量, Z 方向的加工余量为 0.0mm。

(8) 选取 $\Phi 16$ 平底合金刀, 用 2D 外形刀路对前模板的外形半精加工, XY 方向留有 0.1mm 的加工余量, Z 方向的加工余量为 0.0mm。

(9) 换取新的 $\Phi 16$ 平底合金刀, 用 2D 外形刀路对前模板的外形精加工, XYZ 方向的加工余量都为 0.0mm。

(10) 因为模板已经钻出了 4 个 $\Phi 24$ 的导柱孔的底孔, 这里选取 $\Phi 16$ 平底合金刀, 用 2D 外形刀路对 4 个导柱孔粗加工, XY 方向留有 0.3mm 的加工余量, Z 方向的加工余量为 0.0mm。

(11) 选取 $\Phi 16$ 平底合金刀, 用 2D 外形刀路对 4 个导柱孔半精加工, XY 方向留有 0.1mm 的加工余量, Z 方向的加工余量为 0.0mm。

(12) 换取新的 $\Phi 16$ 平底合金刀, 用 2D 外形刀路对 4 个导柱孔精加工, XY 方向留有 0.015mm 的加工余量, Z 方向的加工余量为 0.0mm。

1.1.4 确定毛坯和对刀点

(1) 在操作管理器中的 **山** Properties - Generic Mill 属性下单击  Stock setup 图标, 弹出 **Machine group properties** 对话框, 如图 1-7 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。

1.1.5 刀路参数设置

(1) 打开第 2、4、5 层, 关闭其他层。首先选取 $\Phi 25R5$ 镶合金圆刀粒的圆鼻刀, 用 3D 曲面挖槽刀路对平板盖的前模型腔曲面进行粗加工。

3D 挖槽加工是最常用的粗加工方式之一, 它能够根据曲面形态自动选取不同的刀具运动轨迹, 分层地清除曲面与加工范围之间的所有材料, 刀具切削负荷均匀, 加工效率高, 常常作为第一步粗加工的首选方案。

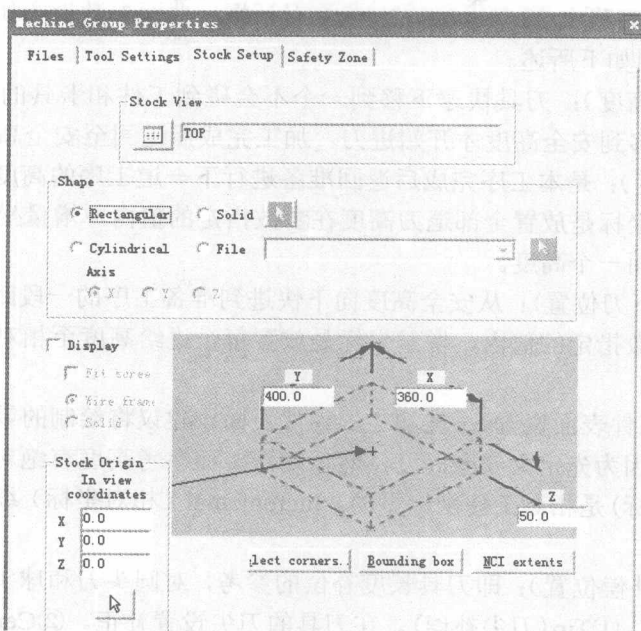


图 1-7 加工组属性对话框

① 在屏幕左方刀路操作管理区内（或单击下拉式菜单）单击鼠标右键，依次单击主菜单中的 **Mill toolpaths / Surface rough / Pocket** 命令。依次单击 **All...** 按钮，在弹出的 **Select All** 对话框中选择所有曲面，单击 ☒ 按钮。

② 系统弹出的 **Toolpath/surface selection** 对话框，在 **Containment** 栏中单击  按钮，弹出 **Chaining** 对话框，用串连方式选择图 1-6 中的 Chain2，单击 ☒ 按钮。

③ 选择完毕后，系统弹出 3D 曲面挖槽刀路对话框，进入如图 1-8 所示的刀具参数界面，选择合适的刀具及参数。选取 $\Phi 25R5$ 钨合金刀粒的圆鼻刀，进给率为 1500，下刀进给率为 500，退刀率为 2000，刀具转速为 2000r/min，刀具的刃数为 2 刃。

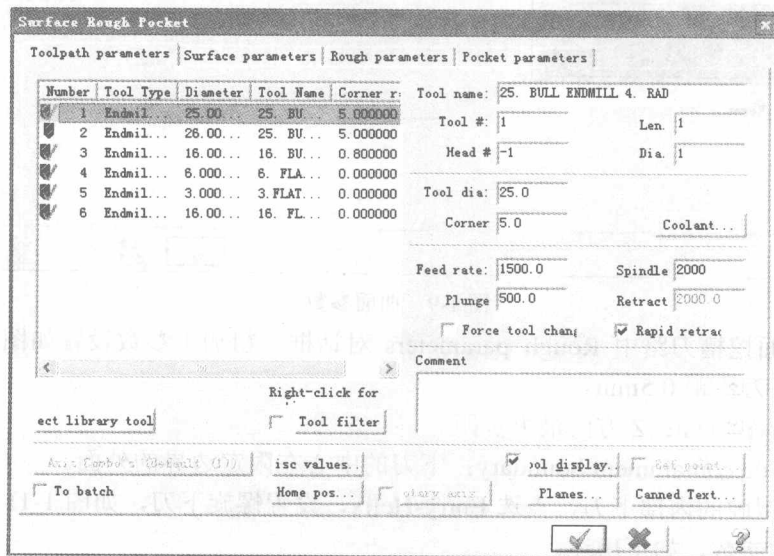


图 1-8 3D 曲面挖槽刀具参数界面

④ 单击曲面挖槽刀路中 **Surface parameters** 对话框，曲面参数设置如图 1-9 所示。加工余量 0.25mm 参数说明如下所述。

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。

Retract (参考高度): 是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。

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。

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。

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半径。一般来讲有两种，①**Tip** (刀尖补偿)。在刀具的刀尖设置补正。②**Center** (刀心补偿)。在刀具的端头中心设置补正。

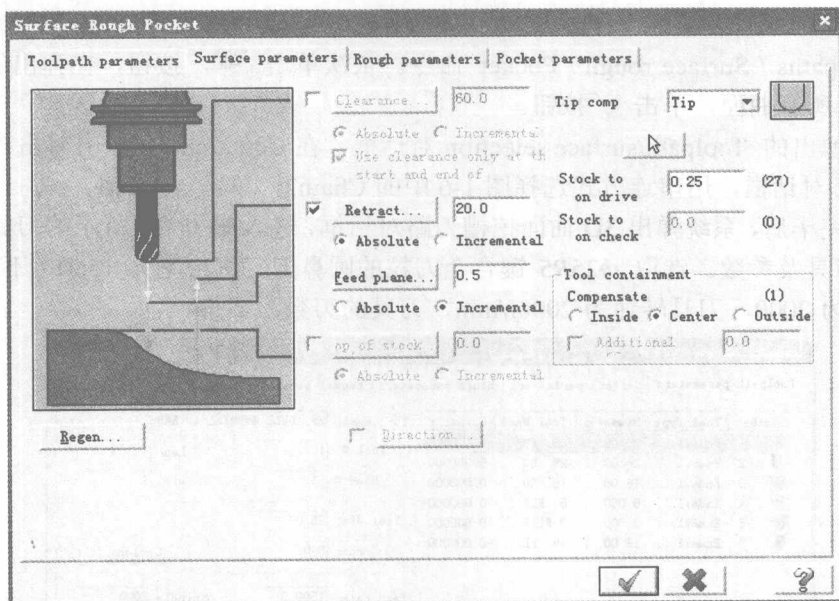


图 1-9 曲面参数

⑤ 单击曲面挖槽刀路中 **Rough parameters** 对话框，粗加工参数设置如图 1-10 所示，Z 方向每次最大下刀步距 0.5mm。

Maximum stepdown: Z 方向最大步距。

Plunge outside containment boundary: 下刀的中心在限定边界的外面。

⑥ 在前模型腔的内部下刀，点选 **Entry-Helix**，设置螺旋下刀，如图 1-11 所示。参数框中的参数，如下所述。

Minimum radius: 最小螺旋线进刀半径。

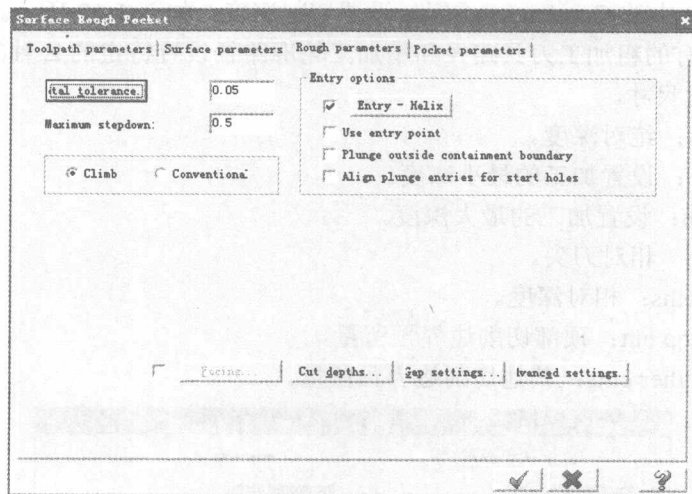


图 1-10 曲面粗加工参数

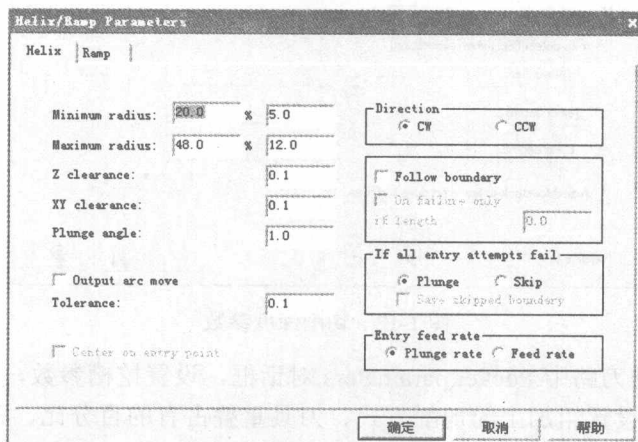


图 1-11 螺旋下刀参数

Maximum radius: 最大螺旋线进刀半径。

Z clearance: 开始进入螺旋下刀距离毛坯上面的安全高度。

XY clearance: 螺旋线进刀线距离 XY 的最小距离。

Plunge angle: 螺旋线进刀下降的角度。

Output arc move: 输出圆弧移动是编写进刀螺旋线作为弧至后处理 NCI 文件中。

Tolerance: 较小的公差产生更精密的进刀螺旋线，但需要较长的生成时间，并生成较大的 NC 文件。

Center on entry point: 在进刀点中心进刀。

Direction: 设置进刀螺旋线的切削方向。

If all entry attempts fail: 若所有进入的试图都失败。

Plunge: 在挖槽刀具路径的起点直接插入工件。

Skip: 跳过，移动至下一个挖槽刀具路径。

Save skipped boundary: 存储跳跃的边界。

⑦ 单击图 1-10 中的 **Cut depths** 按钮，设置切削深度，如图 1-12 所示。

切削深度为所有的粗加工刀具路径和精加工轮廓路径设置特定的 Z 轴的切削位置。

Absolute: 绝对尺寸。

Absolute depths: 绝对深度。

Minimum depth: 设置加工的最小深度。

Maximum depth: 设置加工的最大深度。

Relative to: tip 相对刀尖。

Incremental depths: 相对深度。

Adjustment to top cut: 顶部切削边界预留量。

Adjustment to other cuts: 其他切削边界预留量。

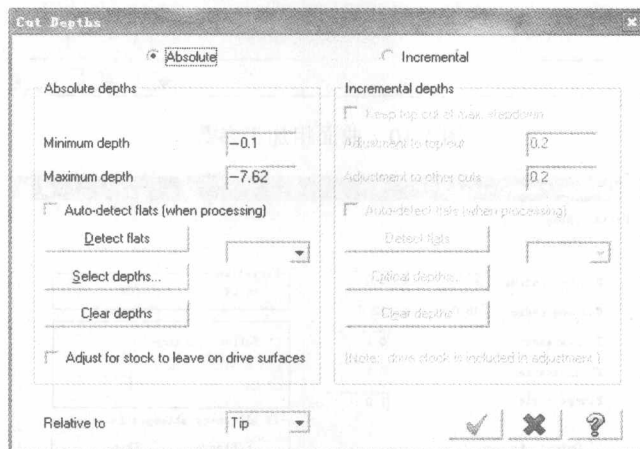


图 1-12 切削深度参数

⑧ 单击曲面挖槽刀路中 **Pocket parameters** 对话框，设置挖槽参数，如图 1-13 所示。

对话框中，可以设置粗加工的切削方式、刀具重叠占有的百分比、粗切角度、切削方向是由轮廓内向外还是由外向内等。对于精加工，可以设置精加工次数，精加工的精修量和精加工的导引入、引出方式及精加工参数等。

粗加工参数如下所述。

Zigzag: 直线运动双向铣削。

Constant overlap spiral: 等距重叠螺旋线铣削。

Parallel spiral: 平行螺旋线铣削。

Parallel Spiral, clean corners: 平行环绕、清角铣削。

Morph Spiral: 依外形环状铣削。

True Spiral: 螺旋铣削。

One Way: 单向铣削。

Stepover: 切削间距百分率，这里设置为 56%。

Stepover distance: 切削距离，14.0mm。

Minimize tool burial: 刀具插入最小切削量。

Spiral inside to outside: 螺旋铣削从内至外进行加工。

精加工参数如下所述。

Passes: 精加工的此数。

Spacing: 精加工余量。

Finish containment boundary: 精加工外部轮廓。

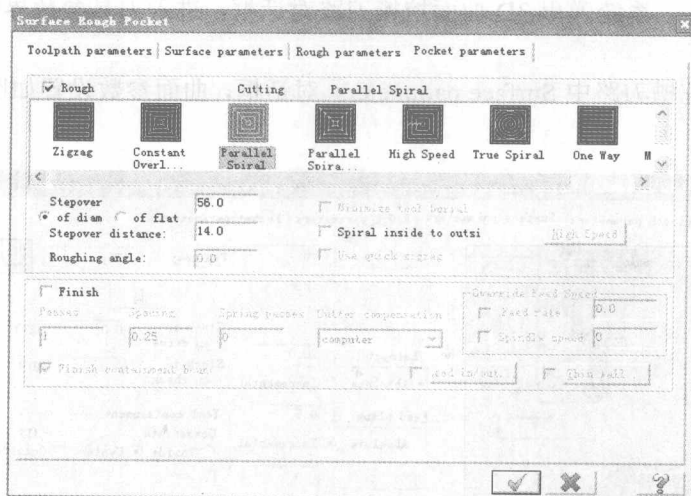


图 1-13 挖槽参数

⑨ 单击对话框中的 ☒ 按钮，系统产生如图 1-14 所示的曲面挖槽刀具路径。

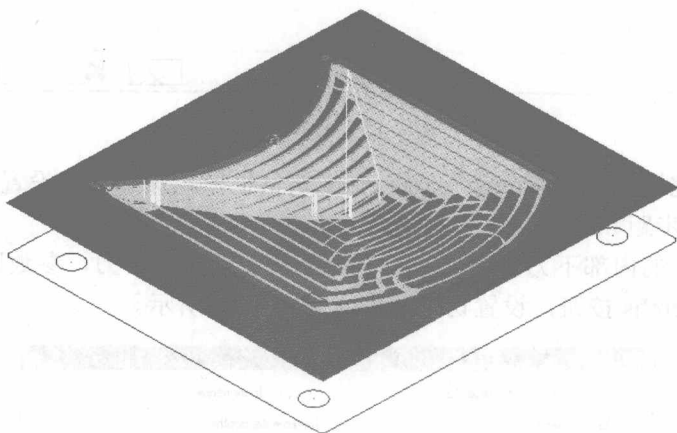


图 1-14 3D 曲面挖槽刀具路径

⑩ 在操作管理器中选择 1 - Surface Rough Pocket，单击  按钮，弹出 Backplot 对话框。单击键盘的 R 键，模拟刀具路径，检查刀具铣削路径有无问题。刀具路径如图 1-14 所示。

⑪ 在操作管理器中单击 （隐藏/显示刀具路径）按钮，使图标变成灰色，关闭当前的刀具路径显示。按 Alt+A 组合键保存平板盖前模文件。

(2) 继续选取 $\Phi 25R5$ 镶合金圆刀粒的圆鼻刀，用 3D 曲面挖槽刀路对平板盖的前模的底部曲面进行精加工。

① 在屏幕左方刀路操作管理区内（或单击下拉式菜单）单击鼠标右键，依次单击主菜单中的 Mill toolpaths / Surface rough / Pocket 命令。依次单击 All... 按钮，在弹出的 Select All

对话框中点选所有曲面，单击 按钮。

② 系统弹出的 **Toolpath/surface selection** 对话框，在 **Containment** 栏中单击 按钮，弹出 **Chaining** 对话框，用串连方式选择图 1-6 中的 Chain2，单击 按钮。

③ 选择完毕后，系统弹出 3D 曲面挖槽刀路对话框，进入刀具参数界面，刀具及参数同前一工序。

④ 单击曲面挖槽刀路中 **Surface parameters** 对话框，曲面参数设置如图 1-15 所示。加工余量 0.0mm。

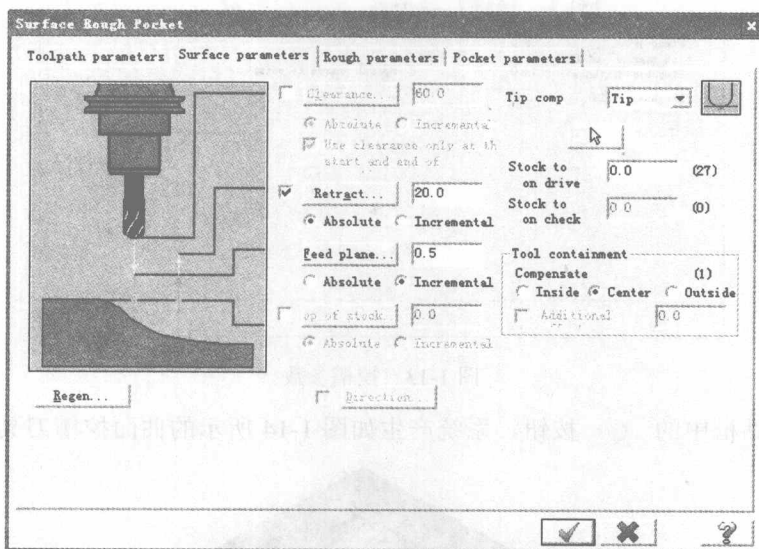


图 1-15 曲面参数

⑤ 单击曲面挖槽刀路中 **Rough parameters** 对话框，粗加工参数设置如图 1-10 所示，Z 方向每次最大下刀步距 0.5mm（只加工一刀）。

⑥ 在前模型腔的内部下刀，点选 **Entry-Helix**，设置螺旋下刀，参数同前一工序。

⑦ 单击 **Cut depths** 按钮，设置切削深度，如图 1-16 所示。

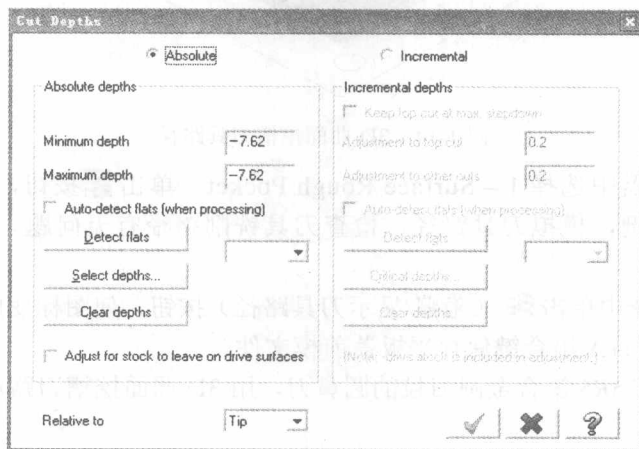


图 1-16 切削深度参数

⑧ 单击曲面挖槽刀路中 **Pocket parameters** 对话框，设置挖槽参数，如图 1-17 所示。

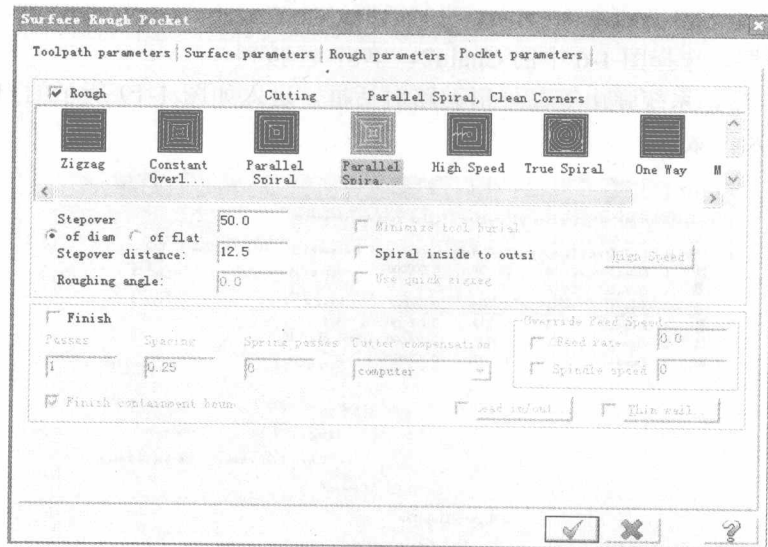


图 1-17 设置挖槽参数

⑨ 单击对话框中的 ☒ 按钮，系统产生如图 1-18 所示的曲面挖槽刀具路径。

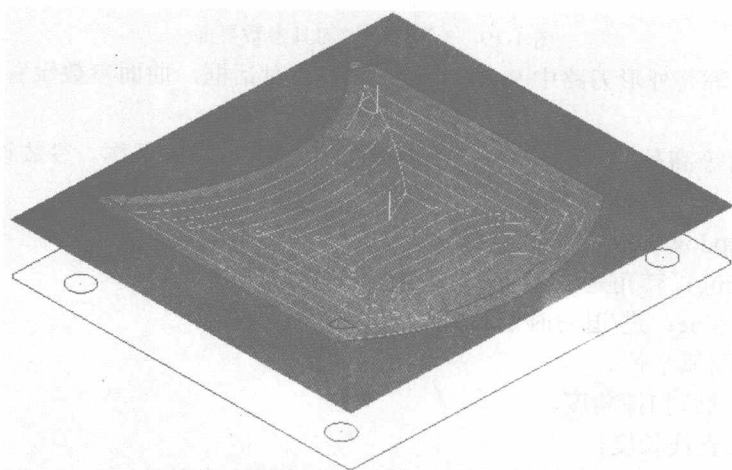


图 1-18 3D 曲面挖槽刀具路径

⑩ 在操作管理器中选择 2 - Surface Rough Pocket，单击 按钮，弹出 **Backplot** 对话框。单击键盘的 R 键，模拟刀具路径，检查刀具铣削路径有无问题。刀具路径如图 1-18 所示。

⑪ 在操作管理器中单击 按钮，使图标变成灰色，关闭当前的刀具路径显示。按 Alt+A 组合键保存平板盖前模文件。

(3) 选取 $\Phi 16R0.8$ 钨合金方刀粒的圆鼻刀，用曲面精加工等高外形刀路对前模型腔曲面精加工。

① 在屏幕左方刀路操作管理区内（或单击下拉式菜单）单击鼠标右键，依次单击主菜单中的 **Mill toolpaths / Surface finish / Contour** 命令。依次单击 **All...** 按钮，弹出 **Select All** 对话框