



全国机械行业高等职业教育“十二五”规划教材  
高等职业教育教学改革精品教材

# 数控铣削自动 编程(CAXA版)

SHUKONG XIXIAO ZIDONG  
BIANCHENG (CAXA BAN)

张丽华 主编



 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



全国机械行业高等职业教育“十二五”规划教材  
高等职业教育教学改革精品教材

# 数控铣削自动编程 (CAXA 版)

主 编 张丽华  
副主编 王 睿 刘振江  
参 编 郝春玲 张朋辉  
主 审 肖卫宁



机械工业出版社

本书重点介绍了“CAXA 制造工程师”2008 版的基本操作、使用技巧和典型应用。全书共分为五个学习情境，每个学习情境选取两个典型项目，分别介绍了曲面零件的自动编程、实体零件的自动编程和叶轮的自动编程。本书将造型、工艺设置、加工方法、程序编制及经验技巧融入典型项目中讲解，基于工作过程进行了教学内容的组织与安排，充分体现了教材内容的实用性、针对性、及时性和新颖性。

本书的讲解由浅入深，循序渐进，适用于高等职业教育机电类专业中从事数控技术、模具设计与制造和计算机辅助设计与制造等专业的学生，也可作为机械设计制造及其自动化专业本科生的教材，还可供数控加工技术人员参考。

#### 图书在版编目 (CIP) 数据

数控铣削自动编程: CAXA 版/张丽华主编. —北京: 机械工业出版社, 2011. 12

全国机械行业高等职业教育“十二五”规划教材 高等职业教育教学改革精品教材

ISBN 978-7-111-34843-6

I. ①数… II. ①张… III. ①数控机床: 铣床—计算机辅助设计—软件包, CAXA—高等职业教育—教材 IV. ①TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 238994 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 崔占军 边 萌 责任编辑: 崔占军 边 萌

版式设计: 张世琴 责任校对: 李秋荣

封面设计: 鞠 杨 责任印制: 乔 宇

北京机工印刷厂印刷 (三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2012 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·9.25 印张·229 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-34843-6

定价: 19.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服 务 中 心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销 售 一 部: (010) 68326294

销 售 二 部: (010) 88379649

教材网: <http://www.cmpedu.com>

读者购书热线: (010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

# 前言

随着现代科学技术的发展,数控加工在机械制造领域迅速普及。为了满足高职院校和企业培养数控专业人才的需求,使学生获得“工作过程知识”,必须实施基于工作过程的课程,这不是简单地将原有的教学内容进行重新排序,而需要深入彻底地进行教学改革,教学改革的关键是教材改革。

我们以职业标准为主要依据,在借鉴国内外数控技术的先进资料和经验的基础上,引入具有丰富数控自动编程和加工经验的企业一线技术人员和行业专家参与本教材的编写,使教材内容密切联系企业数控加工的生产实际,有利于实现工学结合的人才培养模式。教材内容以“CAXA 制造工程师”2008 版为蓝本,针对典型零件造型设计、加工方法和自动编程等工作任务而编写,选择曲面造型与自动编程、实体造型与自动编程和叶轮造型与自动编程等学习情境,基于工作过程进行了教学内容的组织与安排,充分体现了教材内容的实用性、针对性、及时性和新颖性。

1. 采用基于工作过程的教学思路。教材每个学习情境都具有明确的学习性工作任务和具体的成果展示,通过工作任务制定学习目标和内容,根据所学知识制定项目实施计划。

2. 理论知识与实践技能相结合。传统机械 CAD/CAM 教材设计和加工是独立讲解的,而教材则通过典型的工作任务将设计、加工和仿真融为一体,真正做到理实一体化,体现了工作任务实施的完整性。

3. 所选项目类型有一定难度。教材所选项目涉及到的理论知识和加工技能不仅全面而且具有一定的难度,训练学生在学习中拓宽思路,提高解决实际问题的能力。

4. 引入最先进的多轴加工技术。通过叶轮轴的四轴加工和典型叶轮的五轴加工,体现了最先进的多轴加工技术的应用。

5. 在培养专业能力的同时,促进学生团队能力的发展和综合素质的提高。

本教材适用于高等职业教育机电类专业中从事数控技术、模具设计与制造和计算机辅助设计与制造等专业的学生。也可作为机械设计制造及其自动化专业本科生的教材,还可供数控加工技术人员参考。

本教材由渤海船舶职业学院张丽华任主编,渤海船舶职业学院王睿、沈阳理工大学应用技术学院刘振江任副主编,渤海船舶职业学院郝春玲、中航工业沈阳黎明航空发动机(集团)有限责任公司张朋辉参加了部分内容的编写。具体分工如下:学习情境一的项目一和学习情境五的项目二由张朋辉编写;学习情境一的项目二和学习情境五的项目一由张丽华编写,学习情境二由王睿编写;学习情境三由郝春玲编写,学习情境四由刘振江编写。张丽华负责全书的组织和统稿,天津冶金职业技术学院肖卫宁任主审。

尽管我们在探索《数控铣削自动编程(CAXA 版)》教材的特色建设方面作出了许多努力,但由于作者水平有限,数控技术发展迅速,教材编写中难免存在疏漏之处,恳请各相关高职教学单位和读者在使用本书的过程中给予关注,提出宝贵意见,在此深表感谢!

# 目 录

## 前言

### 学习情境一 简单三维曲面零件的

#### 自动编程 ..... 1

##### 项目一 鼠标凸模的自动编程 ..... 1

###### 任务一 图样分析 ..... 1

###### 任务二 零件造型 ..... 1

###### 任务三 加工参数设置 ..... 9

###### 任务四 自动编程与仿真 ..... 18

##### 项目二 “花生状”模具的自动编程 ..... 20

###### 任务一 图样分析 ..... 21

###### 任务二 零件造型 ..... 21

###### 任务三 加工参数设置 ..... 24

###### 任务四 自动编程与仿真 ..... 27

##### 课外实践 ..... 27

### 学习情境二 复杂三维曲面零件的自

#### 动编程 ..... 30

##### 项目一 电吹风凸模的自动编程 ..... 30

###### 任务一 图样分析 ..... 31

###### 任务二 零件造型 ..... 31

###### 任务三 加工参数设置 ..... 33

###### 任务四 自动编程与仿真 ..... 37

##### 项目二 吊钩凸模的自动编程 ..... 38

###### 任务一 图样分析 ..... 38

###### 任务二 零件造型 ..... 40

###### 任务三 加工参数设置 ..... 42

###### 任务四 自动编程与仿真 ..... 45

##### 课外实践 ..... 47

### 学习情境三 简单实体零件的自动编

#### 程 ..... 49

##### 项目一 平面凸轮的自动编程 ..... 49

###### 任务一 图样分析 ..... 49

###### 任务二 零件造型 ..... 49

###### 任务三 加工参数设置 ..... 53

###### 任务四 自动编程与仿真 ..... 56

##### 项目二 “花心状”零件的自动编程 ..... 57

###### 任务一 图样分析 ..... 58

###### 任务二 零件造型 ..... 58

###### 任务三 加工参数设置 ..... 62

###### 任务四 自动编程与仿真 ..... 68

##### 课外实践 ..... 69

### 学习情境四 复杂实体零件的自动编

#### 程 ..... 73

##### 项目一 连杆造型的自动编程 ..... 73

###### 任务一 图样分析 ..... 73

###### 任务二 零件造型 ..... 73

###### 任务三 加工参数设置 ..... 80

###### 任务四 自动编程与仿真 ..... 83

##### 项目二 活扳手体凹模的自动编程 ..... 84

###### 任务一 图样分析 ..... 84

###### 任务二 零件造型 ..... 84

###### 任务三 加工参数设置 ..... 99

###### 任务四 自动编程与仿真 ..... 102

##### 课外实践 ..... 103

### 学习情境五 叶轮的自动编程 ..... 106

##### 项目一 叶轮轴的自动编程（四轴） ..... 106

###### 任务一 图样分析 ..... 108

###### 任务二 零件造型 ..... 108

###### 任务三 加工参数设置 ..... 112

###### 任务四 自动编程与仿真 ..... 117

##### 项目二 叶轮的自动编程（五轴） ..... 117

###### 任务一 工艺分析 ..... 117

###### 任务二 零件造型 ..... 120

###### 任务三 加工参数设置 ..... 129

###### 任务四 自动编程与仿真 ..... 137

### 参考文献 ..... 141

# 学习情境一 简单三维曲面零件的自动编程

## 学习目标

1. 学习简单三维图形的绘制和编辑。
2. 掌握三维加工方法的综合应用。
3. 具备对三维简单曲面的加工工艺分析、自动编程及加工的能力。

## 项目一 鼠标凸模的自动编程

### 【任务一】 图样分析

鼠标零件图如图 1-1 所示<sup>①</sup>。根据模具需要构建图 1-2 所示的鼠标凸模零件图，主要由鼠标模型和底座两个部分构成。其中，鼠标模型主要通过草图拉伸、导动曲面、曲面裁剪、倒圆角等操作来完成，而底座部分为  $135\text{mm} \times 100\text{mm} \times 25\text{mm}$  的立方体，主要通过草图拉伸增料操作来创建。

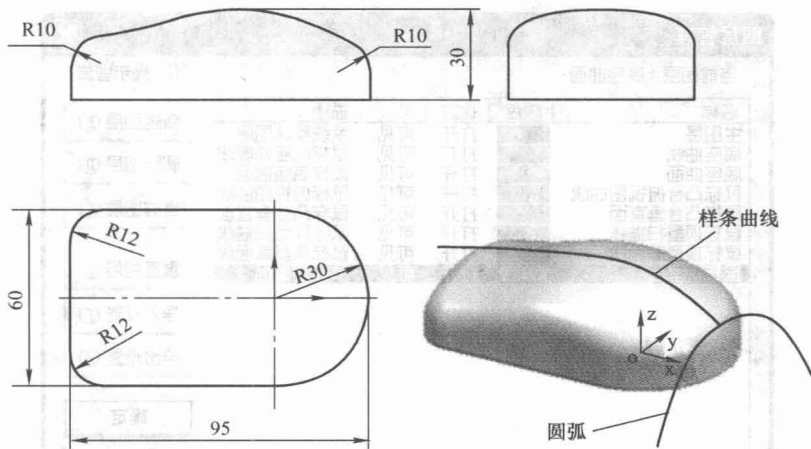


图 1-1 鼠标零件图

对鼠标凸模主要从形状构造和加工方法进行分析。

### 【任务二】 零件造型

思路：曲面的创建命令、曲面的裁剪和曲面的过渡

#### 一、毛坯创建

##### (一) 鼠标凸模底座

(1) 打开 CAXA 制造工程师软件，系统默认视图状态为 XOY 平面状态。如果不是，则

① 图中字母为计算机绘图生成的字母，其字体不作改动。

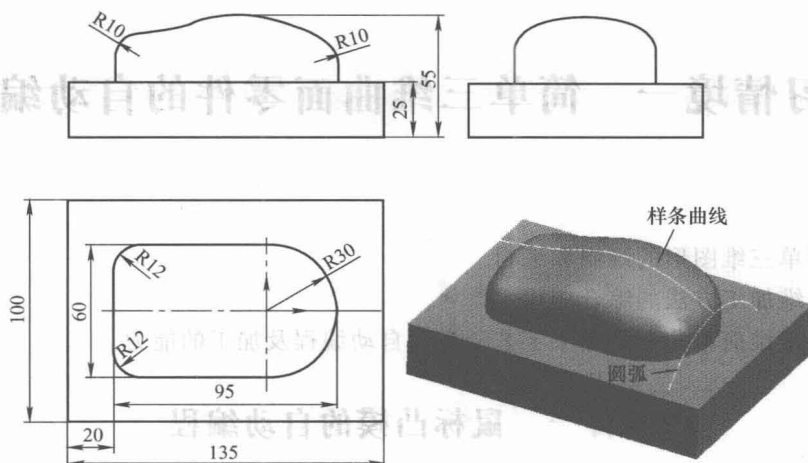


图 1-2 鼠标凸模零件图

按键盘上的 F5 键，将视图状态切换到 XOY 平面状态。选择 XY 面为当前绘图基准面。

(2) 为了管理不同的元素，合理的使用“层”是一种非常好的选择，所以此处首先选择“标准工具栏”中的图标，或者选择“【设置(S)】→【层设置(L)】”菜单项，系统将打开“图层管理”对话框，新建图 1-3 所示的图层，并将“底座曲面”图层设置为当前图层，然后单击“确定”退出当前对话框。

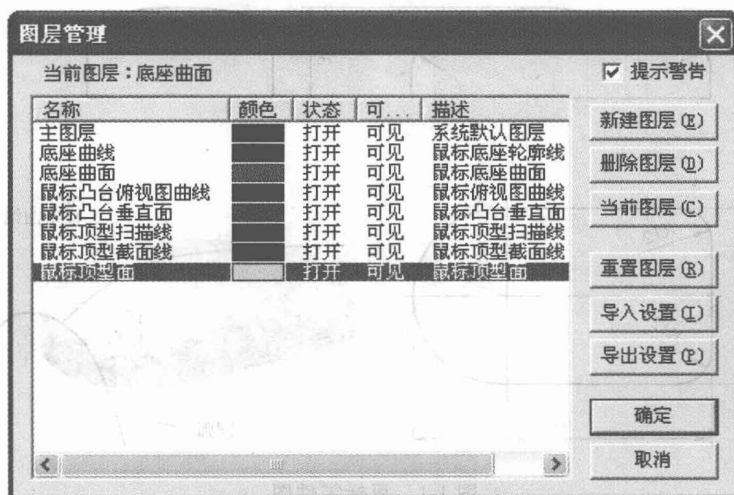


图 1-3 底座相关图层设置

(3) 选择图 1-4 所示的“曲线生成栏”中的矩形图标，在左侧立即菜单中选择“中心\_长\_宽”，键入“长度 = 135”，回车；“宽度 = 100”，回车。然后在提示中心点选取时直接键入“-(135/2 - 30 - 20), 0”并回车，保证基准点 (0, 0, 0) 位于 R30mm 圆弧的中心（矩形右边距中心的距离为 30mm + 20mm = 50mm），绘制图 1-5 所示的 135mm × 100mm 的鼠标凸模底座矩形。

上述操作中软件直接提供数学运算功能，实现了对矩形的定位。当然对于图形元素的定位也可借助软件提供的几何变换功能进行调整，例如“ 平移”命令，通过移动保证其位置的准确定位。

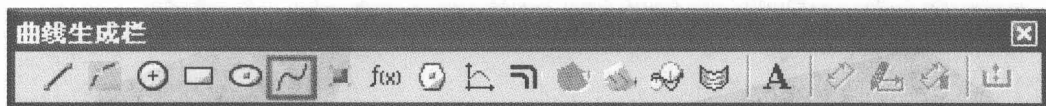


图 1-4 曲线生成栏

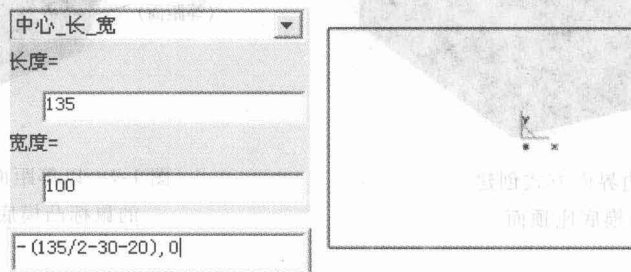


图 1-5 鼠标凸模底座矩形

【技巧】数学运算在建模过程中的合理应用。

(4) 打开图 1-3 所示的图层管理对话框，并将“底座曲面”图层设置为当前图层。

(5) 按 F8 键切换视图到轴测图状态。单击图 1-6 所示“曲面生成栏”中的“扫描面”图标，或者直接选择“【造型 (U)】→【曲面生成 (S)】→【扫描面】”菜单项。

在扫描面菜单中，根据图 1-2 所示的参数，将扫描距离修改为“25”并回车；如图 1-7a 所示，根据系统提示栏中提示按空格键弹出矢量工具，选择“Z<sup>⊖</sup>轴负方向”作为扫描方向，如图 1-7b 所示。接下来，根据系统提示选择图 1-5 所示的鼠标凸模底座矩形作为“拾取曲线”，生成结果如图 1-7c 所示。

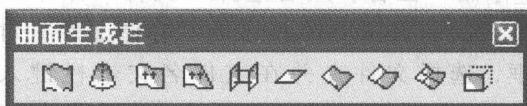
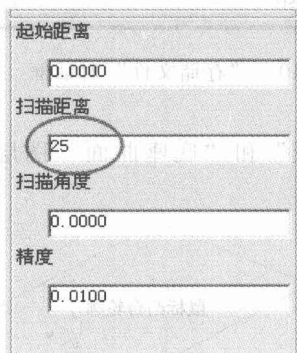
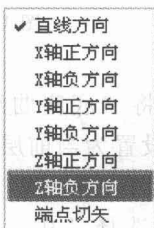


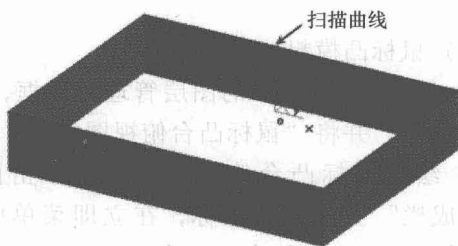
图 1-6 曲面生成栏



a)



b)



c)

图 1-7 以扫描面方式创建的鼠标凸模底座沿周垂直面

a) 扫描面参数设置 b) 矢量工具 c) 扫描面

(6) 单击图 1-6 所示“曲面生成栏”中的边界面图标，或者直接选择“【造型 (U)】→【曲面生成 (S)】→【边界面】”菜单项。在边界面立即菜单中，选择“四边面”，并根据系统提示选择图 1-5 所示的鼠标凸模底座矩形作为“边界曲线”，其结果如图 1-8 所示。

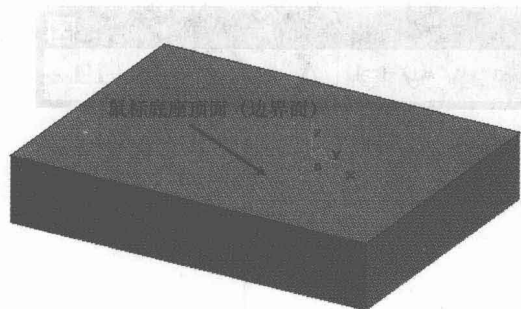


图 1-8 以边界面方式创建的鼠标凸模底座顶面

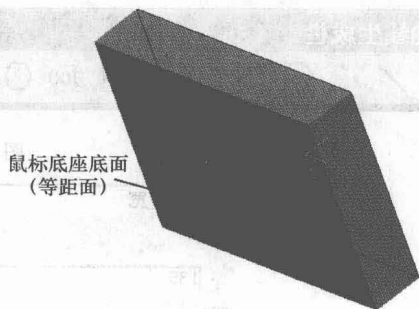


图 1-9 以等距面方式创建的鼠标凸模底座底面

(7) 单击图 1-6 所示“曲面生成栏”中的等距面图标, 或者直接选择“【造型 (U)】→【曲面生成 (S)】→【等距面】”菜单项。在等界面立即菜单中, 将等距距离修改为“25”并回车。根据系统提示首先选择图 1-8 所示的鼠标凸模底座顶面, 然后根据系统提示选择向下的等距方向, 最终生成的鼠标凸模底座底面如图 1-9 所示。

(8) 保存文件。选择标准工具栏中的“存储”图标, 或者选择“文件”菜单→“保存”, 打开图 1-10 所示的“存储文件”对话框, 选择文件夹并在文件名文本栏键入“pc\_mouse-曲面版”, 然后单击“保存”保存创建的文件。

为了防止由于意外操作使文件内容丢失, 而造成不必要的损失, 在实际工作中, 要特别注意及时保存文件, 需要时可以对文件进行备份。

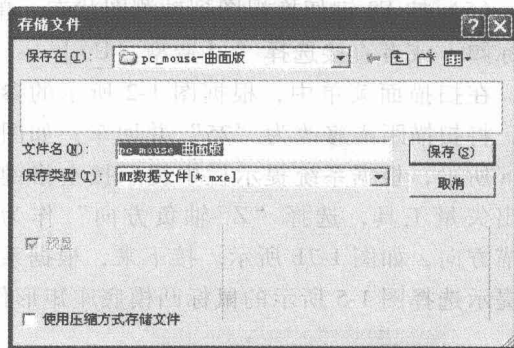


图 1-10 “存储文件”对话框

## (二) 鼠标凸模粗坯

(1) 打开图 1-3 所示的图层管理对话框, 将“底座曲线”和“底座曲面”图层设置为“隐藏”状态, 并将“鼠标凸台俯视图曲线”设置为当前层。

(2) 绘制鼠标凸台俯视图曲线。单击图 1-4 所示“曲线生成栏”上的矩形图标, 在立即菜单中选择“中心\_长\_宽”, 键入“长度 = 95”, 回车; “宽度 = 60”, 回车。然后在提示中心点选取时直接键入“-(95/2 - 30), 0”, 回车, 保证基准点 (0, 0, 0) 位于 R30mm 圆弧的中心 (矩形右边距中心距离为 30mm), 绘制图 1-11 所示 95mm × 60mm 的矩形。



图 1-11 绘制 95mm × 60mm 矩形

(3) 打开图 1-3 所示的图层管理对话框, 将“鼠标凸台垂直面”设置为当前层。

(4) 单击图 1-6 所示“曲面生成栏”中的扫描面图标, 或者直接选择“【造型 (U)】→【曲面生成 (S)】→【扫描面】”菜单项。

在扫描面立即菜单中, 将扫描距离修改为“40”, 回车, 并根据系统提示栏中提示按空格键弹出矢量工具, 选择“Z 轴正方向”作为扫描方向。接下来, 根据系统提示选择图 1-11

所示的鼠标凸台轮廓作为“拾取曲线”，结果如图 1-12 所示。

(5) 倒 R30mm 圆角。单击“线面编辑栏”的“曲面过渡”图标，在立即菜单中，相关的参数设置如图 1-13a 所示，根据系统提示，依次选择两面过渡的第一曲面及曲面方向，第二曲面及曲面方向分别如图 1-13b 和图 1-13c 所示，完成的结果如图 1-14 所示。

根据上述操作，完成另一侧 R30mm 圆弧的过渡，最终鼠标凸台右侧 R30mm 圆弧的效果如图 1-15 所示。

(6) 倒 R12mm 圆角。根据上述 R30mm 圆弧的倒角方法，进行 R12mm 圆弧过渡，最终完成的结果如图 1-16 所示。

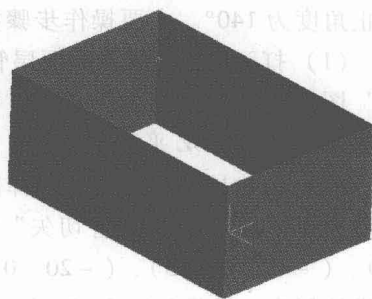
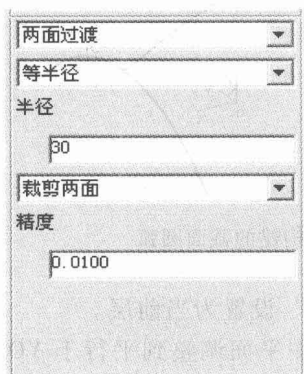
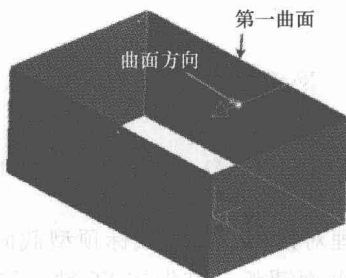


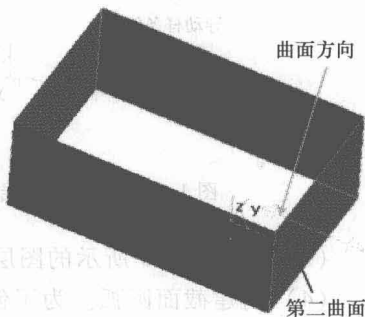
图 1-12 以扫描面方式创建鼠标凸台沿周垂直面



a)



b)



c)

图 1-13 凸台右侧两垂直边倒角

a) 两面过渡 R30mm 圆弧参数设置 b) 第一曲面及曲面方向 c) 第二曲面及曲面方向

(7) 保存文件。至此完成了鼠标凸台粗坯创建任务。然后选择标准工具栏中的“ 存储”图标，或者选择“文件”菜单→“保存”，对上述操作进行存储。

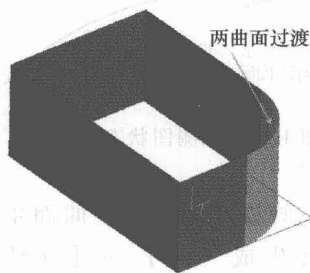


图 1-14 两曲面过渡  
R30mm 圆弧

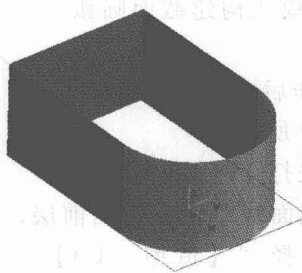


图 1-15 鼠标凸台右  
侧 R30mm 圆弧

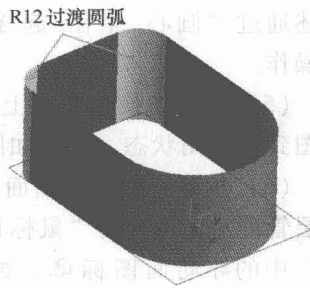


图 1-16 R12mm 圆弧过渡

## 二、鼠标顶型面创建

通过对图 1-1 和图 1-2 的分析，鼠标顶面为圆弧沿着样条线平行导动生成。其中样条线型值点坐标分别为： $(-70, 0, 20)$ 、 $(-40, 0, 25)$ 、 $(-20, 0, 30)$ 、 $(30, 0, 15)$ ；圆

弧在平行于 YOZ 的平面内, 圆心坐标为  $(30, 0, -35)$ , 半径为  $50\text{mm}$ , 起始角度为  $40^\circ$ , 终止角度为  $140^\circ$ 。主要操作步骤如下。

(1) 打开图 1-3 所示的图层管理对话框, 将“鼠标凸台俯视图曲线”和“鼠标凸台垂直面”图层设置为“隐藏”状态, 并将“鼠标顶型扫描线”设置为当前层。按下 F7 键, 将视图状态切换到 XOZ 平面状态。

(2) 构建导动样条线。选择图 1-4 所示“曲线生成栏”中的样条线图标 , 在立即菜单中选择“插值”、“缺省切矢”及“开曲线”。然后在提示拾取点时依次输入  $(-70, 0, 20)$ 、 $(-40, 0, 25)$ 、 $(-20, 0, 30)$ 、 $(30, 0, 15)$  并回车, 最后单击鼠标右键, 完成样条线的创建, 结果如图 1-17 所示。



图 1-17 导动样条线

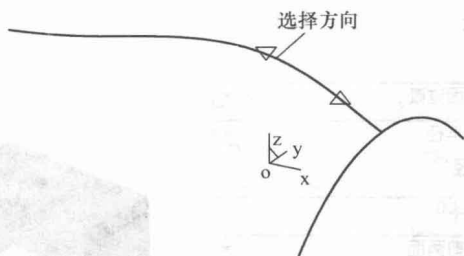


图 1-18 构建的截面圆弧

(3) 打开图 1-3 所示的图层管理对话框, 将“鼠标顶型截面线”设置为当前层。

(4) 构建截面圆弧。为了创建截面圆弧, 首先按 F6 键, 将作图平面调整到平行于 YOZ 的作图平面内, 然后选择图 1-4 所示“曲线生成栏”中的圆弧图标 。根据图 1-2 所示的已知条件, 在立即菜单中选择“圆心\_半径\_起终角”方式, 键入“起始角 = 40”, 回车; “终止角 = 140”, 回车。然后根据系统提示栏的信息提示, 首先输入圆弧圆心点  $(30, 0, -35)$ ; 再输入半径“50”, 并单击鼠标右键, 最终构建的截面圆弧如图 1-18 所示。

【技巧】 在使用 CAXA 系统软件作图过程中, 要注意提示栏的信息, 它是对操作步骤的提醒, 例如上述通过“圆心\_半径\_起终角”模式构建截面圆弧的操作。

(5) 视图切换。完成上述操作后, 按 F8 键切换视图到轴测图状态, 结果如图 1-19 所示。

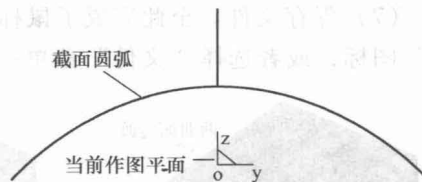


图 1-19 轴测图状态

(6) 构建鼠标顶型曲面。首先打开图 1-3 所示的图层管理对话框, 将“鼠标顶型截面线”设置为当前层, 然后选择图 1-6 所示“曲面生成栏”中的导动面图标 , 或者选择“【造型 (U)】→【曲面生成 (S)】→【导动面 (S)】”菜单项, 通过上述创建的导动样条线和截面圆弧, 以平行导动方式创建曲面, 即鼠标顶型曲面。根据系统提示, 首先选择“导动样条线”作为导动线, 并根据图 1-20 所示选择导动线的方向。然后根据系统提示, 选择“截面圆弧”作为截面曲线, 生成的鼠标顶型曲面如图 1-21 所示, 单击鼠标右键退出当前命令状态。

(7) 保存文件。至此完成了鼠标顶型曲面的构建任务。选择标准工具栏中的“ 存储”图标, 或者选择“文件”菜单→“保存”, 对上述操作进行存储。

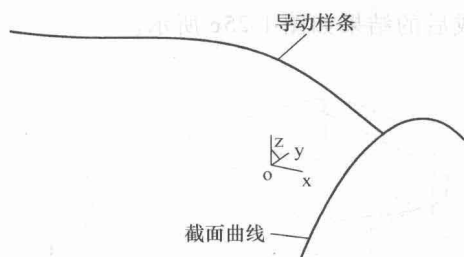


图 1-20 导动线的方向选择

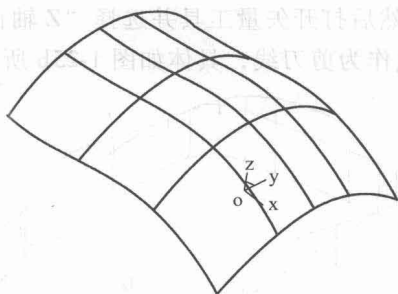


图 1-21 鼠标顶型曲面

### 三、鼠标凸台曲面模型

本节的主要目的是对鼠标凸模成形部分进行裁剪并倒 R10mm 的圆角，操作将分两部分进行：曲面的裁剪和曲面倒 R10mm 圆角。

#### (一) 曲面裁剪

(1) 打开图 1-3 所示的图层管理对话框，新建名称为“R10 沿周倒角”图层，并将其设置为当前图层，并将“主图层”、“鼠标凸台垂直面”和“鼠标顶型面”图层也设置为“可见”状态，其余设置为“隐藏”状态。

(2) 裁剪鼠标成形部分垂直面。单击“线面编辑栏”的曲面裁剪图标，在立即菜单中，相关的参数设置如图 1-22a 所示。根据系统提示，首先拾取被剪裁的曲面（注意鼠标选择部位为裁剪后需保留的部分），然后选择剪刀曲面如图 1-22b 所示；裁剪完成后的结果如图 1-22c 所示。

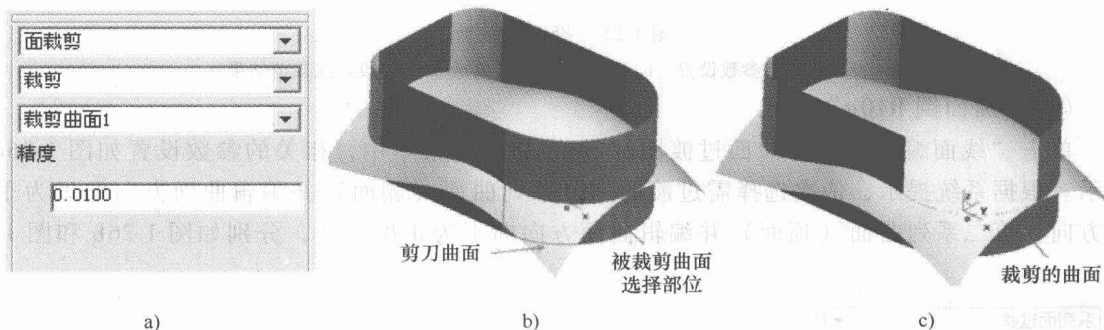


图 1-22 曲面裁剪

a) 曲面裁剪参数设置 b) 曲面裁剪对象拾取 c) 曲面裁剪结果

根据上述 (1)、(2) 步骤的操作方法，依次完成鼠标凸台其余垂直面的裁剪，最终的结果如图 1-23 所示。

#### (3) 裁剪鼠标顶型面

1) 选择“曲线生成栏”中的相关线图标，或者选择“【造型 (U)】→【曲线生成 (C)】→【相关线】”菜单项，在立即菜单中此处选择“曲面边界线”及“单根”，然后根据系统提示选择鼠标垂直面底部曲线（红颜色曲线为抽取曲线），结果如图 1-24 所示，它将作为裁剪曲线被使用。

2) 单击“线面编辑栏”的曲面裁剪图标，在立即菜单中，相关的参数设置如图 1-25a 所示。根据系统提示，首先拾取被剪裁的曲面（注意鼠标选择部位为裁剪后需保留的部

分), 然后打开矢量工具并选择“Z 轴正方向”作为投影方向。其次, 选择图 1-24 所示抽取的曲线作为剪刀线, 具体如图 1-25b 所示。裁剪完成后的结果如图 1-25c 所示。

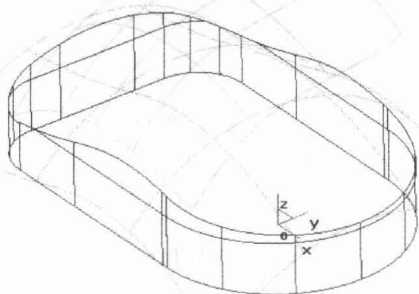


图 1-23 鼠标凸台垂直面裁剪后的结果

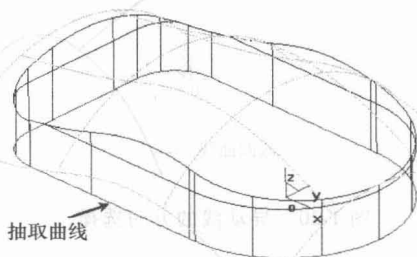
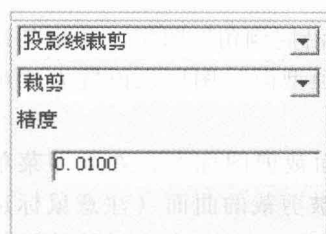
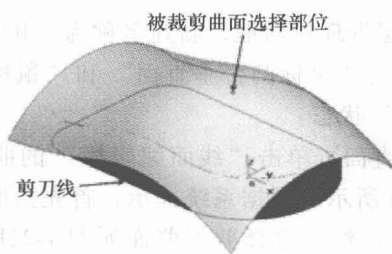


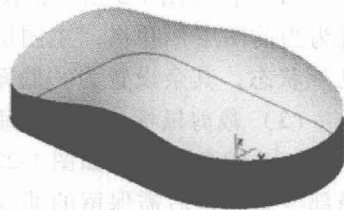
图 1-24 生成抽取的鼠标凸台周型轮廓曲线



a)



b)



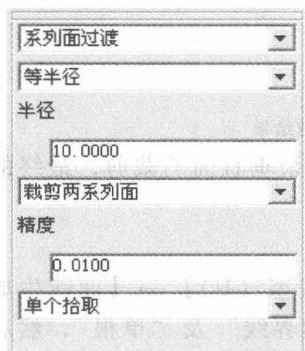
c)

图 1-25 投影线裁剪

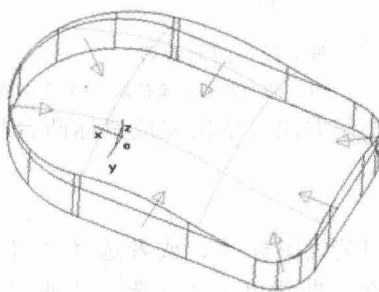
a) 投影线裁剪参数设置 b) 投影线裁剪对象拾取 c) 投影线裁剪结果

## (二) 曲面倒 R10mm 圆角

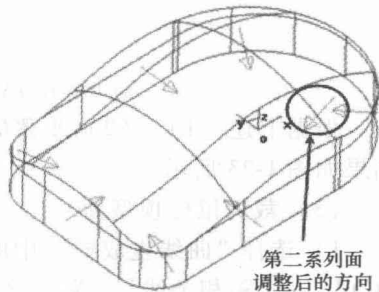
单击“线面编辑栏”的曲面过渡图标, 在立即菜单中, 相关的参数设置如图 1-26a 所示。根据系统提示, 依次选择需过渡的第一系列曲面 (侧面) 并编辑曲面方向向里为正确方向, 第二系列曲面 (顶面) 并编辑曲面方向向下为正确方向, 分别如图 1-26b 和图 1-



a)



b)



c)

图 1-26 曲面圆角过渡参数设置

a) 曲面倒角参数设置 b) 第一系列曲面及方向 c) 第二系列曲面及方向

26c 所示, 完成的结果如图 1-27 所示。

至此已经完成鼠标凸模曲面模型的创建, 接下来将“隐藏”部分的曲面调整为“可见”并保存文件。

(1) 打开图 1-3 所示的图层管理对话框, 新建名称为“鼠标凸台抽取曲线”图层, 并将图 1-24 所示生成抽取的鼠标凸台周型轮廓曲线移动到该层下。

(2) 保存文件。选择标准工具栏中的“”图标, 或者选择“文件”菜单→“保存”, 对上述操作进行存储。

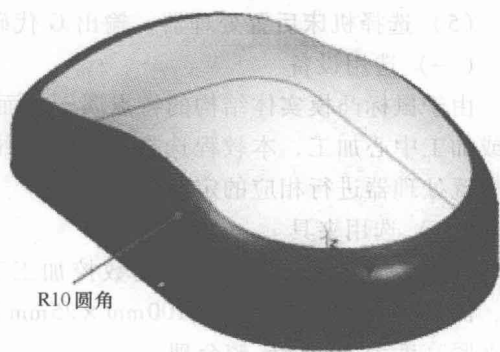


图 1-27 鼠标成形部分倒 R10mm 圆角结果

### 【任务三】 加工参数设置

针对鼠标凸模的数控工艺及加工程序, 主要采用粗、精加工工艺路线, 通过自动编程模式生成正确而合理的刀具轨迹, 并根据所采用的机床进行刀具轨迹的仿真校验。

根据鼠标凸模造型的特点, 考虑到其复杂曲面形状, 从设备上可以选用三轴或两轴半联动的数控铣床或加工中心来加工; 考虑到零件装夹, 根据凸模形状选用机用平口钳装夹。

#### 一、鼠标凸模工艺分析

针对鼠标凸模类工件装夹的特点, 其最初毛坯状态为  $145\text{mm} \times 110\text{mm} \times 60\text{mm}$  方料, 从生产效率和经济性两者综合考虑, 制定如下的工艺路线:

下料→普通刨→平磨→数控铣粗加工→淬火→数控铣精加工→钳工修研、抛光。

对零件分析, 其中重要的一项就是加工前的毛坯状态。毛坯状态的确定, 不仅影响到毛坯的成形, 同时直接影响到机械加工的生产效率和经济性, 甚至影响到数控加工刀具轨迹的合理性。对鼠标凸模零件, 从工艺路线可以看出, 对于第一道数控粗加工工序, 其毛坯状态为  $135\text{mm} \times 100\text{mm} \times 57\text{mm}$  的方料, 单边加工留量  $0.8 \sim 1.2\text{mm}$ , 实际为  $1.0\text{mm}$ ; 对于精加工工序, 其毛坯状态为型面部位有  $1.0\text{mm}$  的中间毛坯。

自动编程方案如下。

#### 1. 粗加工工序

(1) 利用  $\Phi 20\text{mm}$  的硬质合金平底铣刀, 采用【等高线粗加工】的方法, 加工鼠标底座上表面, 去掉大量多余的毛坯。

(2) 利用  $R6\text{mm}$  的硬质合金球头铣刀, 采用【曲面区域精加工】的方法, 完成对鼠标凸模成形部分的粗加工, 留量为  $1.0\text{mm}$ 。

#### 2. 精加工工序

(1) 利用  $R4\text{mm}$  的硬质合金球头铣刀, 采用【参数线精加工】的方法, 完成对鼠标凸模成形部分的精加工, 留抛光量为单边  $0.02\text{mm}$ 。

(2) 利用  $\Phi 16\text{mm}$  的硬质合金平底铣刀, 采用【平面轮廓精加工】的方法, 精加工鼠标凸模成形部分沿周立面, 保证尺寸要求。

(3) 根据机床所配备的系统资料, 定制后置处理器。

(4) 对刀具轨迹进行仿真校验, 并根据仿真结果对其进行修改、完善。

(5) 选择机床后置处理器, 输出 G 代码。

### (一) 选用设备

由于鼠标凸模实体结构的特点属于单面加工, 故可选用三轴或两轴半联动的立式数控铣床或加工中心加工, 本教程选择的机床系统为 Siemens 840D 系统。在后续的加工准备中将对后置处理器进行相应的定制。

### (二) 选用夹具

经过平磨工序, 鼠标凸模的数控加工工序毛坯尺寸为  $135\text{mm} \times 100\text{mm} \times 57\text{mm}$  的立方体, 而鼠标底座为  $135\text{mm} \times 100\text{mm} \times 25\text{mm}$  的立方体, 因此可选用机用平口钳装夹, 本例建议夹紧高度为  $20.0\text{mm}$  较合理。

## 二、鼠标凸模的加工

### (一) 构建毛坯模型

双击特征树中的“【加工】→【毛坯】”命令, 系统将弹出定义毛坯对话框, 并单击 **参照模型** 后再单击其上面的“参照模型”即出现图 1-28a 所示的毛坯尺寸参数表, 考虑到上表面需有一定的加工余量, 修改其 Z 值的有关参数, 将拾取的原高度改为“57”, 其余选择默认参数, 最终结果为图 1-28b 所示的透明状框线。

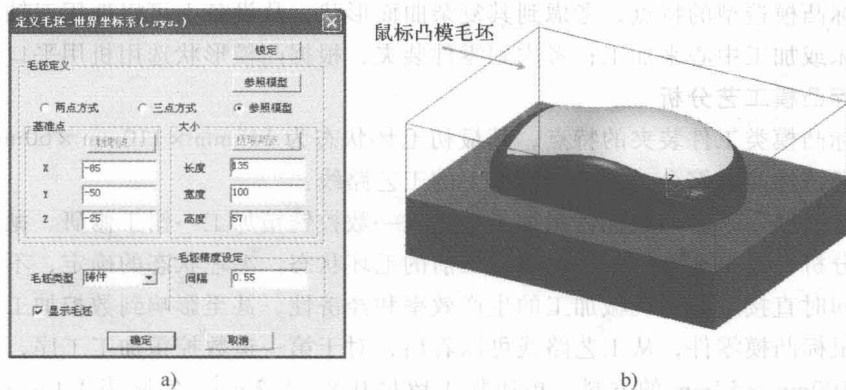


图 1-28 定义鼠标凸模毛坯

### (二) 刀具准备

根据加工工艺分析, 双击特征树中的“【加工】→【刀具库】”命令, 系统将弹出“刀具库管理”对话框, 选择增加刀具, 针对“刀具定义”对话框的参数设置及加工方案预选择的刀具, 进行刀具定义, 详细如图 1-29 所示。

### (三) 机床后置处理器准备

鼠标凸模采用三轴数控铣或者加工中心加工, 机床系统为 Siemens 840D 系统。根据加工工艺分析, 双击特征树中的“【加工】→【机床后置】”命令, 系统将打开“机床后置”对话框。首先选择机床信息标签页下的“当前机床”下拉列表选择“SIEMENS”, 根据实际的机床信息及 CNC 控制系统信息分别对机床信息及后置设置进行定制, 其结果如图 1-30 所示。

在这里需要说明的是, 在对机床后置处理进行设置时, 编程人员要先对机床相应的信息进行收集整理, 然后按照上述步骤进行定制, 并通过闭环测试的模式, 以实例对定制内容进行验证, 直到符合机床加工代码的要求。

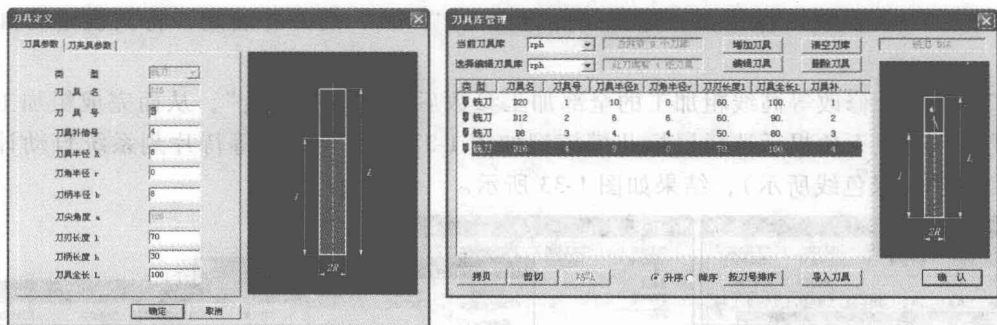


图 1-29 刀具定义

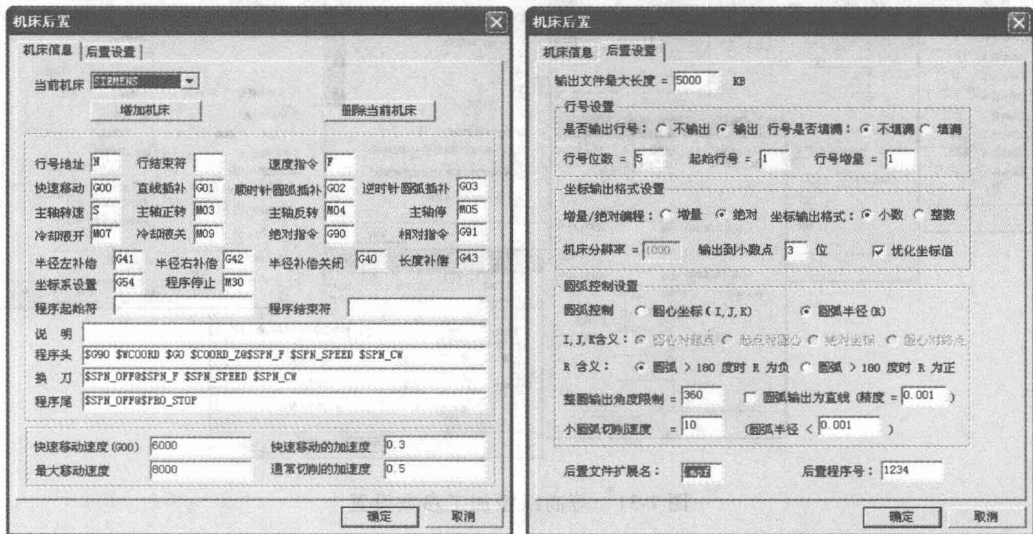


图 1-30 机床信息及后置设置

#### (四) 刀具轨迹生成

通过对鼠标凸模的工艺分析,主要采用区域式粗加工、参数线精加工来完成对鼠标凸模的粗、精加工,在上面步骤做好后,下面就各刀具轨迹参数的设置进行详细说明。

##### 1. 等高线粗加工

(1) 设置粗加工参数。选择“【加工】→【粗加工】→【等高线粗加工】”命令,在弹出的“等高线粗加工”对话框后设置粗加工的参数,如图 1-31 所示。

其中,在“加工参数 1”标签页,“Z 切入”选择“层高”模式,并输入层高为“0.5”;“XY 切入”选择“行距”模式,并输入行距为“10”(即刀具直径的 50%);“行间连接方式”选择“圆弧模式”;“加工模式”选择“XY 优先”(即层优先);“加工余量”根据工艺要求键入“1.0”。

在“加工参数 2”标签页,“区域切削类型”选择“抬刀切削混合”。由于鼠标凸模模型为开区域模式,所以在“切入切出”标签页,“切入方式”选择“垂直”,同时为了减少抬刀距离,并根据鼠标凸模毛坯的高度和加工坐标系,以“绝对”模式设定“安全高度(H)”为“35.0”。

而在“刀具参数”标签页，选择预先定义的“D20”铣刀并确定，将其设定为加工刀具。

(2) 填入、修改等高线粗加工的全部加工参数后，单击“确定”，从而完成粗加工参数设定任务。按左下角提示选择鼠标凸模模型如图 1-32 所示，然后等待片刻系统自动计算完成加工轨迹（绿色线所示），结果如图 1-33 所示。

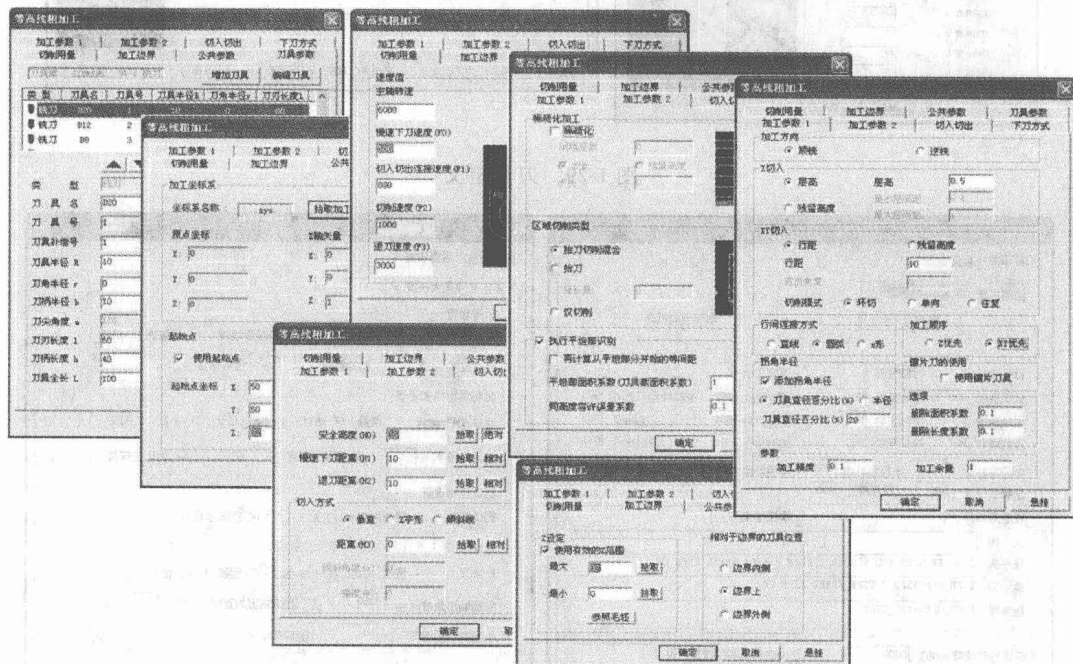


图 1-31 等高线粗加工参数设置

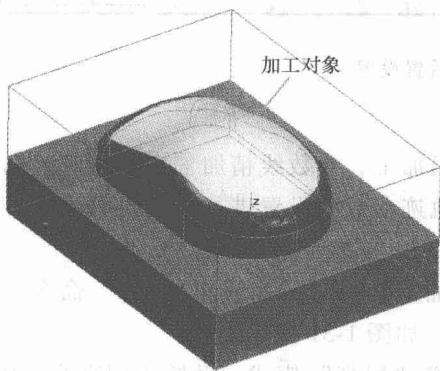


图 1-32 拾取加工对象

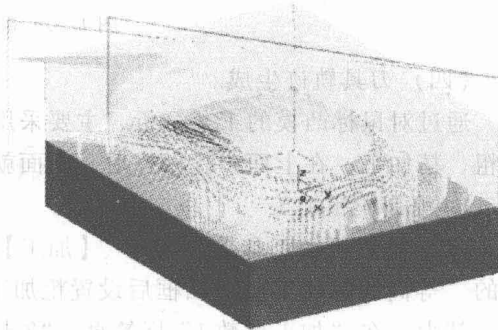


图 1-33 生成的等高线粗加工刀具轨迹

(3) 隐藏轨迹。单击“【编辑】→【隐藏】”，鼠标左键拾取绿色轨迹线，单击右键确定，即可把等高线粗加工的刀具轨迹隐藏，方便后续刀具轨迹的创建。

## 2. 曲面区域式粗加工

为了对鼠标凸台顶面及 R10mm 圆角进行规整加工，确保使用“D20 立铣刀”加工曲率较大的曲面后的残余量的均匀，采用“曲面区域式精加工”方式进行粗加工。具体操作如下。