

工程软件 经典实例
数控加工自动编程

CAXA

数控加工自动编程

经典实例

浦艳敏 等编著

● 详解数控大赛试题

● 掌握编程技术和操作技巧

● 提高实际加工能力

● 赢得更好工作机会

MENU

TOOL
PARAM

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



赠送实例源文件

013031626

TG659-43

130

工程软件数控加工自动编程经典实例

CAXA 数控加工自动编程 经典实例

浦艳敏 郭庆梁 李晓红 姜芳 编 著



TG659-43

130



机械工业出版社



北航

C1636542

本书以 CAXA 制造工程师 2008 软件为基础,通过大量的应用实例,系统地讲解了数控加工自动编程的知识,内容着重介绍具体实例的编程技术和操作技巧,使读者能深入理解和掌握 CAXA2008 数控加工。全书共 5 章,第 1 章主要讲述了曲面造型与数控加工,里面包含了 6 个典型实例;第 2 章主要讲述了简单零件的实体造型与数控加工,里面包含了 6 个典型实例;第 3 章主要讲述了复杂零件的实体造型与数控加工,里面包含了 5 个典型实例;第 4 章主要讲述了数控大赛零件的实体造型与加工,里面包含了 2 个数控大赛的经典实例;第 5 章主要讲述了编程助手应用实例。免费赠送全书实例源文件。

本书可作为机械制造类工程技术人员的参考书,并可以作为高等学校、职业院校等相关专业学生的教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

CAXA 数控加工自动编程经典实例/浦艳敏等编著.

—北京:机械工业出版社,2013.1

(工程软件数控加工自动编程经典实例)

ISBN 978-7-111-41161-1

I. ①C… II. ①浦… III. ①数控机床—计算机辅助设计—应用软件—高等学校—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 008995 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:周国萍 责任编辑:周国萍 高依楠

版式设计:张薇 责任校对:常天培 张薇

封面设计:姚毅 责任印制:乔宇

保定市 中画美凯印刷有限公司印刷

2013 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·19 印张·466 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-41161-1

定价:49.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

策划编辑:(010) 88379733

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203

封面 无防伪标均为盗版

前 言

CAXA 制造工程师 2008 是北航海尔有限公司在 CAM 领域经过多年的深入研究和总结, 在对中国数控加工技术和国际先进技术完全消化和吸收的基础上, 推出的既在操作上“贴近中国用户”, 又在技术上符合“国际技术水准”的最新 CAM 操作软件, 在机械、电子、航空、航天、汽车、船舶、军工、建筑、轻工及纺织等领域得到广泛的应用。为了帮助机械制造人员提高对该软件的应用水平, 作者在总结多年应用经验的基础上, 编写了本书。本书以 CAXA 制造工程师 2008 软件为基础, 通过大量的应用实例, 系统地讲解了数控加工自动编程的知识, 内容着重介绍具体实例的编程技术和操作技巧, 使读者能深入理解和掌握 CAXA2008 数控加工。全书共 5 章。第 1 章主要讲述了曲面造型与数控加工, 里面包含了 6 个典型实例; 第 2 章主要讲述了简单零件的实体造型与数控加工, 里面包含了 6 个典型实例; 第 3 章主要讲述了复杂零件的实体造型与数控加工, 里面包含了 5 个典型实例; 第 4 章主要讲述了数控大赛零件的实体造型与加工, 里面包含了 2 个数控大赛的经典实例; 第 5 章主要讲述了编程助手应用实例。本书结构紧凑, 实例丰富而经典, 讲解详细且通俗易懂, 能帮助 CAXA 用户迅速掌握和全面提高 CAXA 软件数控编程的操作技能, 对具有一定数控编程基础的用户也有参考价值。本书可作为机械制造类工程技术人员的参考书, 并可作为高等学校、职业院校等相关专业学生的教材。

本书由辽宁石油化工大学的浦艳敏、郭庆梁、李晓红、姜芳编著。其中, 浦艳敏编写第 4 章; 郭庆梁编写第 1 章; 李晓红编写第 2 章; 姜芳编写第 3 章和第 5 章。赵红星、曹稳、康璐、肖秋羽、朱永华、王玉杰、王方达、王娟、郑军、夏子建、杨光、张鹤、杜志刚、姜丽萍、孟红梅、沈彤、张美华、王献辉、高洪波、鲁巍、马嘉爽、白峰、李星等同志为本书的编写提供了帮助, 在此一并表示衷心的感谢。

为便于读者学习, 免费赠送全书实例源文件, 可通过联系 QQ: 296447532 获取。

由于编著者水平有限, 加之时间仓促, 书中难免有错误和不妥之处, 敬请读者批评指正。

浦艳敏

2013 年 2 月

目 录

前言

第 1 章 曲面造型与数控加工	1
1.1 实例 1——五角星的曲面造型与加工	1
1.2 实例 2——吊钩模型的曲面造型及加工	11
1.3 实例 3——鼠标的曲面造型及加工	18
1.4 实例 4——环形球面凹槽的曲面造型及加工	23
1.5 实例 5——箱体凹模的曲面造型及加工	32
1.6 实例 6——三角开关的曲面造型及加工	45
第 2 章 简单零件的实体造型与数控加工	53
2.1 实例 1——连杆型腔实体造型与加工	53
2.2 实例 2——烟灰缸的实体造型与加工	63
2.3 实例 3——香皂模具的造型与加工	73
2.4 实例 4——手机外壳的造型与加工	87
2.5 实例 5——手表电极凸、凹模的造型与加工	103
2.6 实例 6——锻模的造型与加工	119
第 3 章 复杂零件的实体造型与数控加工	134
3.1 实例 1——罩壳的实体造型与加工	134
3.2 实例 2——阀体的实体造型与加工	151
3.3 实例 3——端盖的造型与加工	172
3.4 实例 4——推进凸轮的实体造型与加工	191
3.5 实例 5——摩擦圆盘铸模的造型与加工	200
第 4 章 数控大赛零件的实体造型与加工	217
4.1 零件 1 的实体造型与加工	217
4.2 零件 2 的实体造型与加工	253
第 5 章 编程助手应用实例	284
5.1 单次循环代码读入案例	284
5.2 循环嵌套代码读入案例	285
5.3 旋转指令代码读入案例	286
5.4 刀具长度及径向补偿变量代码读入案例	288
5.5 子程序调用支持案例	289
5.6 螺旋插补代码读入案例	291
5.7 比例缩放代码支持案例	292
5.8 换刀模拟及 G83 啄式钻孔等的模拟	294
5.9 代码与机床的单机通信	295
参考文献	297

第1章 曲面造型与数控加工

1.1 实例1——五角星的曲面造型与加工

现以图 1-1 所示的五角星零件图样为例,分析并说明其使用 CAXA 制造工程师 2008 软件的造型和加工方法。

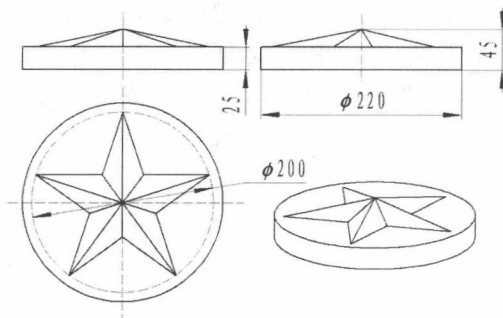


图 1-1 五角星零件图样

1.1.1 五角星的曲面造型

1. 造型分析

五角星的造型主要由多个空间面组成,因此在构造实体时首先应使用空间曲线构造实体的空间线架,然后利用直纹面生成曲面,可以逐个生成,也可以将生成一个角的曲面进行圆形均布阵列,最终生成所有的曲面。最后使用曲面裁剪实体的方法生成实体,完成造型。

2. 造型过程

(1) 绘制五角星的框架

1) 五角星外接圆的绘制。单击曲线生成工具栏上的“整圆”按钮,进入绘制空间整圆曲线状态,在特征树下方的立即菜单中选择绘制圆的方式为“圆心点_半径”,然后按照提示用鼠标点取坐标系原点。也可以按回车键,在弹出的对话框内输入圆心点的坐标(0, 0, 0)。然后使用键盘输入圆的半径值“100”并确认,最后单击鼠标右键结束该圆的绘制。

2) 正五边形的绘制。单击曲线生成工具栏上的“多边形”按钮,在特征树下方的立即菜单中设置“中心”定位方式,边数设为5条,内接。鼠标点取已绘制的外接圆的圆心为中心点,键盘输入边起点坐标(100, 0),最后单击鼠标右键结束该五边形的绘制。这样我们就得到了五角星的五个角点,如图 1-2 所示。

3) 绘制五角星的平面轮廓线。通过上述操作我们得到了五角星的五个角点,使

用曲线生成工具栏上的“直线”按钮, 在特征树下方的立即菜单中选择“两点线”、“连续”、“非正交”方式, 将五角星的各个角点连接, 如图 1-3 所示。

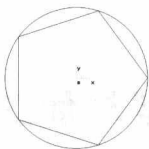
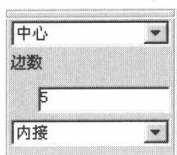


图 1-2 正五边形的绘制

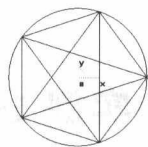
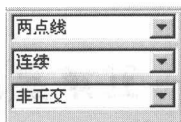


图 1-3 绘制五角星的平面轮廓线

使用“删除”工具将多余的线段删除, 单击“删除”按钮, 用鼠标直接点取多余的线段, 拾取的线段会变成红色, 单击右键确认, 如图 1-4 所示。

裁剪后图中还会剩余一些线段, 单击线面编辑工具栏中“曲线裁剪”按钮, 在特征树下方的立即菜单中选择“快速裁剪”、“正常裁剪”方式, 用鼠标点取剩余的线段就可以实现曲线裁剪。这样我们就得到了五角星的一个轮廓, 如图 1-5 所示。

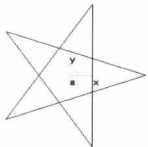


图 1-4 删除多余线段得到五角星平面图

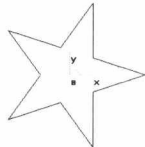
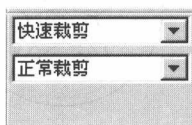


图 1-5 曲线剪裁修剪五角星内部

4) 绘制五角星的空间线架。在构造空间线架时, 我们还需要五角星的一个顶点, 因此需要在五角星的高度方向上找到一点 $(0, 0, 20)$, 以便通过两点连线实现五角星的空间线架构造。使用曲线生成工具栏上的“直线”按钮, 在特征树下方的立即菜单中选择“两点线”、“连续”、“非正交”, 用鼠标点取五角星的一个角点, 然后单击回车键, 输入顶点坐标 $(0, 0, 20)$, 同理, 作五角星各个角点与顶点的连线, 完成五角星的空间线架, 如图 1-6 所示。

(2) 五角星曲面生成

1) 通过直纹面生成曲面。以选择五角星的一个角为例, 用鼠标单击曲面工具栏中的“直纹面”按钮, 在特征树下方的立即菜单中选择“曲线+曲线”方式, 生成直纹面, 然后用鼠标左键拾取形成该角的相邻的两条直线完成曲面, 如图 1-7 所示。

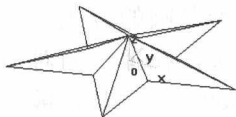


图 1-6 绘制五角星的空间线架

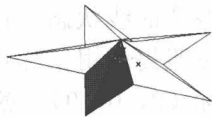
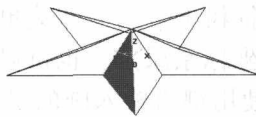


图 1-7 直纹面生成五角星曲面

应当注意的是, 在拾取相邻直线时, 鼠标的拾取位置应该靠近同一侧, 这样才能保证得到正确的直纹面, 否则曲面将发生扭曲。

2) 生成其他各个角的曲面。在生成其他曲面时, 我们可以利用直纹面逐个生成曲面, 也可以使用阵列功能对已有一个角的曲面进行圆形阵列来实现五角星的曲面构

成。单击几何变换工具栏中的“阵列”按钮，在特征树下方的立即菜单中选择“圆形”阵列方式，分布形式“均布”，份数“5”，用鼠标左键拾取一个角上的两个曲面，单击鼠标右键确认，然后根据提示输入中心点坐标(0, 0, 0)，也可以直接用鼠标拾取坐标原点，系统会自动生成各角的曲面，如图1-8所示。

注意：在使用圆形阵列时，一定要注意阵列平面的选择，否则曲面会发生阵列错误。因此，在本例中使用阵列前最好按一下F5键，用来确定阵列平面为XOY平面。

3) 生成五角星的加工轮廓平面。先以原点为圆心点绘制整圆，半径为110，如图1-9所示。



图1-8 阵列生成剩余曲面

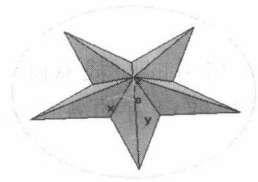
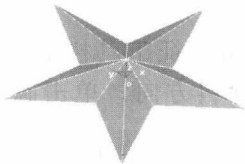
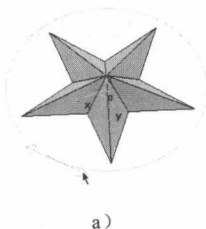
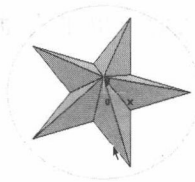


图1-9 绘制加工轮廓平面范围

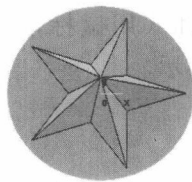
用鼠标单击曲面工具栏中的“平面”工具按钮，并在特征树下方的立即菜单中选择“裁剪平面”。用鼠标拾取平面的外轮廓线，然后用鼠标点取箭头方向，确定链搜索方向，系统会提示拾取第一个内轮廓线，如图1-10a所示；用鼠标拾取五角星底边的一条线，如图1-10b所示；单击鼠标右键确定，完成加工轮廓平面，如图1-10c所示。



a)



b)



c)

图1-10 生成五角星加工轮廓

a) 拾取平面的外轮廓线 b) 拾取五角星底边的一条线 c) 完成加工轮廓平面

(3) 生成加工实体

1) 生成基本体。选中特征树中的“平面XY”，单击鼠标右键选择“创建草图”，如图1-11所示。或者直接单击“创建草图”按钮，进入草图绘制状态。

单击曲线生成工具栏上的“曲线投影”按钮，用鼠标拾取已有的外轮廓圆，将该圆投影到草图上，如图1-12所示。

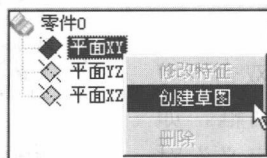


图1-11 进入草图绘制状态

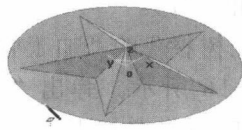
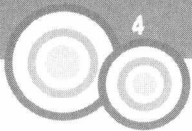


图1-12 投影外轮廓圆



单击特征工具栏上的“拉伸增料”按钮, 在“拉伸”对话框中设置相应的参数, 单击确定, 生成基本几何体如图 1-13 所示。

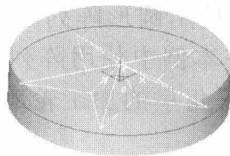
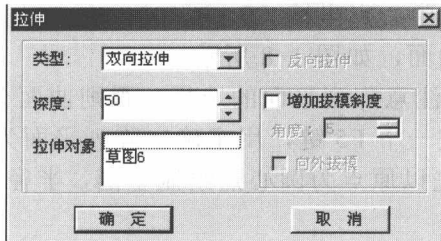


图 1-13 生成基本几何体

2) 利用曲面裁剪除料生成实体。单击特征工具栏上的“曲面裁剪除料”按钮, 用鼠标拾取已有的各个曲面, 并且选择除料方向, 单击确定, 结果如图 1-14 所示。

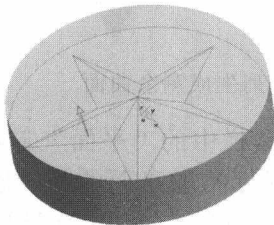
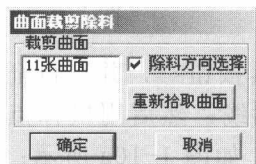
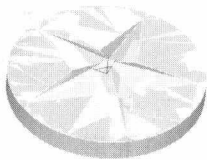
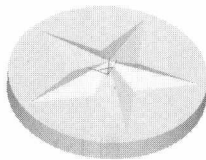


图 1-14 曲面裁剪除料参数设置

3) 利用“隐藏”功能将曲面隐藏。选择【编辑】→【隐藏】命令, 用鼠标从右向左框选实体(用鼠标单个拾取曲面), 单击右键确认, 实体上的曲面就被隐藏了, 如图 1-15 所示。



隐藏曲面前



隐藏曲面后

图 1-15 隐藏曲面并得到最终造型结果

1.1.2 五角星的曲面加工

1. 加工前的准备工作

(1) 设定加工刀具

1) 在“特征树栏”的“加工管理”选项卡中, 双击“刀具库”, 如图 1-16 所示。弹出“刀具库管理”对话框, 如图 1-17 所示。单击“增加刀具”按钮, 在“刀具定义”对话框中输入铣刀名称及参数, 如图 1-18 所示。

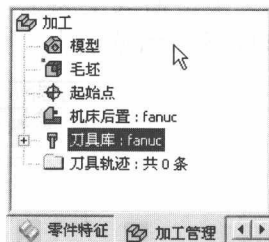


图 1-16 特征树栏

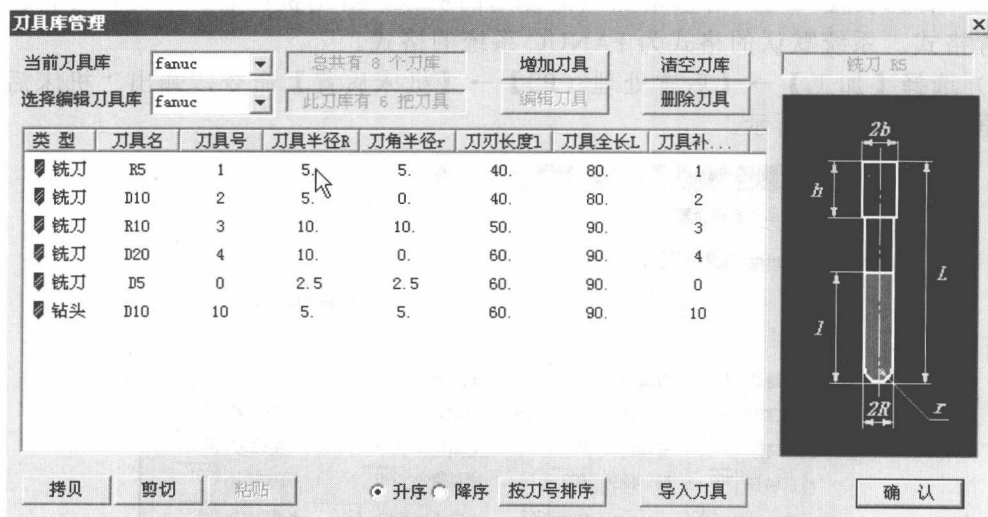


图 1-17 “刀具库管理”对话框

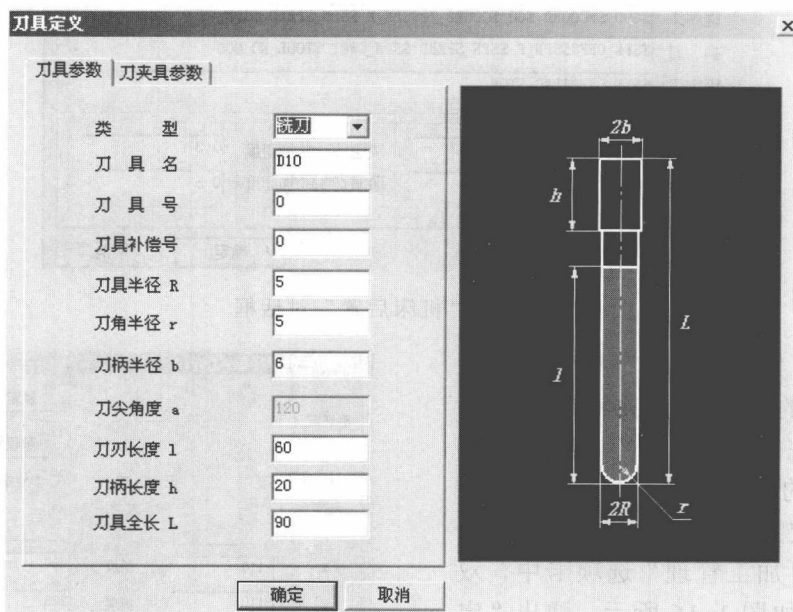


图 1-18 “刀具定义”对话框

刀具名建议以铣刀的直径和刀角半径来表示，如刀具名称为“D10, r3”，D10代表刀具直径 10，r3 代表刀角半径 3。

2) 设定增加的铣刀参数。在“刀具定义”对话框中键入正确的数值，即可完成刀具定义。其中的“刀刃长度”和“刀柄长度”与仿真有关而与实际加工无关，在实际加工中要正确选择背吃刀量，以免刀具损坏。

(2) 后置设置 用户可以增加当前使用的机床，给出机床名，定义适合自己机床的后置格式。系统默认的格式为 FANUC 系统的格式。

1) 选择【加工】→【后置处理 (P)】→【机床后置】命令，弹出“机床后置”对话框，如图 1-19 所示。

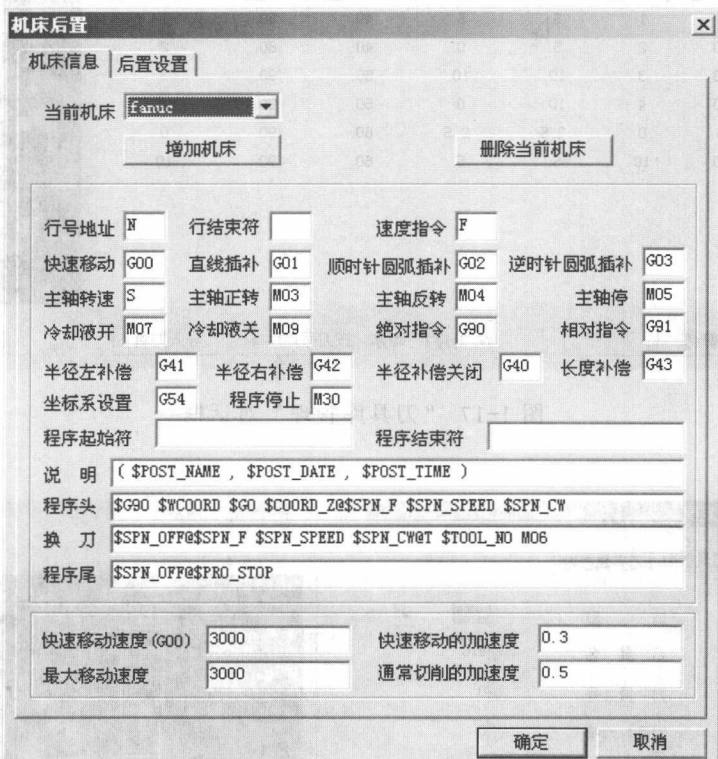


图 1-19 “机床后置”对话框

2) 单击“增加机床”按钮，可以根据本单位的机床设置独特的编程格式。也可以在“当前机床”下拉列表框中选择当前的机床类型。

(3) 设定毛坯及加工范围 在“特征树栏”的“加工管理”选项卡中，双击“毛坯”，如图 1-16 所示。弹出“定义毛坯”对话框，使用“参照模型”单选项和按钮，可以轻松地为本例设置毛坯，如图 1-20 所示。在生成加工轨迹之前，往往还需要利用原有图线或重新绘制规划边界范围、岛屿范围等，如图 1-21 所示。

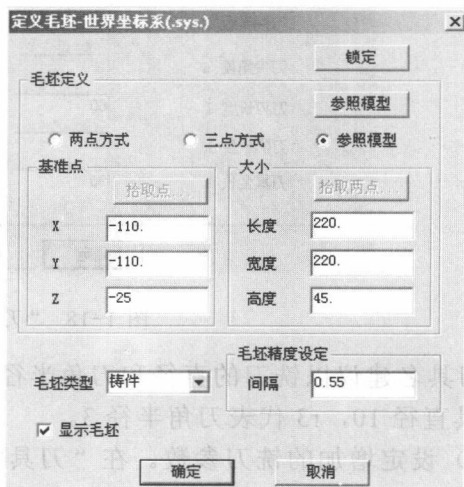


图 1-20 “定义毛坯”对话框

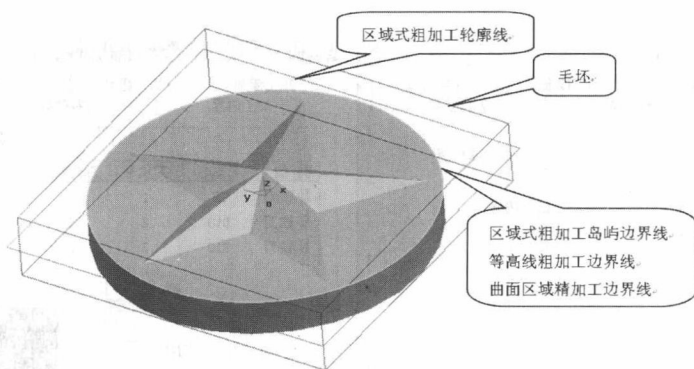


图 1-21 毛坯及加工范围的设定

2. 五角星的加工过程

本例首先使用“区域式粗加工”形成圆柱形外轮廓，再使用“等高线加工”完成五角星曲面的粗加工，最后采用曲面区域精加工，完成五角星曲面的精加工。

(1) 区域式粗加工刀具轨迹

1) 选择【加工】→【粗加工】→【区域式粗加工】命令，在弹出的“区域式粗加工”对话框中设置参数，如图 1-22 所示。刀具采用直径 10 的平底立铣刀 D10，刀刃长度设为大于毛坯高度的 60；因平底铣刀不能在工件上直接下到，所以在“切入切出”选项卡中，在毛坯外侧设置了接近点和返回点；本次加工直接加工到圆柱体的最终尺寸，故加工余量设为 0。

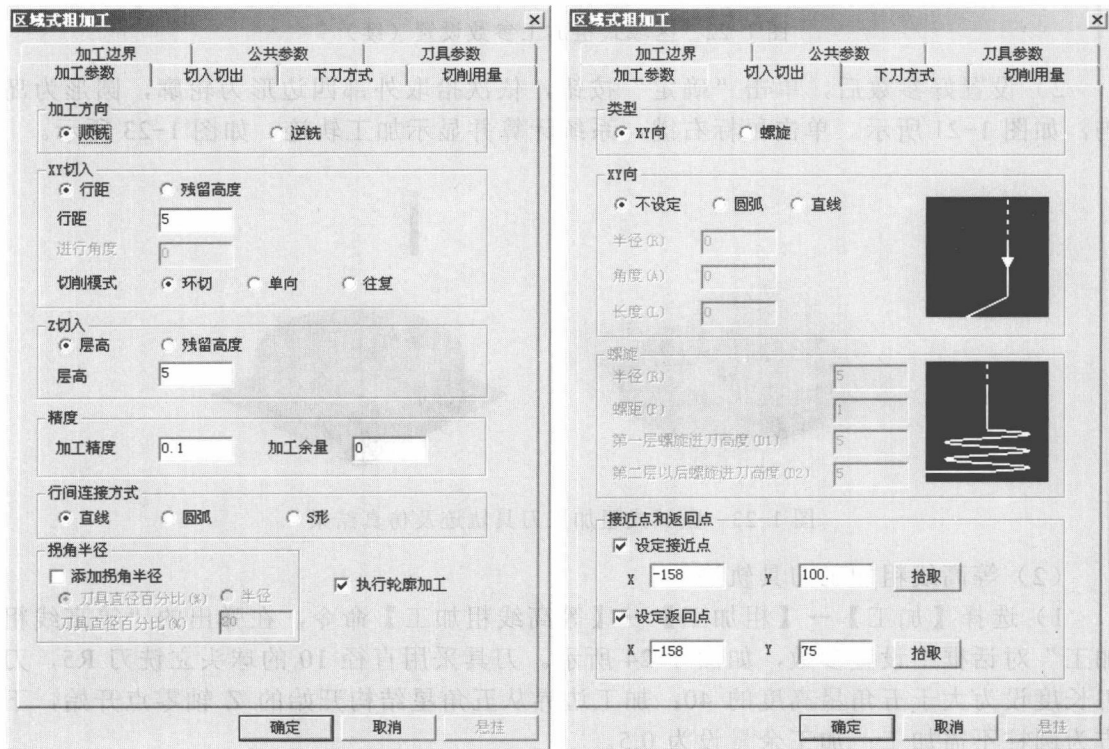


图 1-22 区域式粗加工参数设置

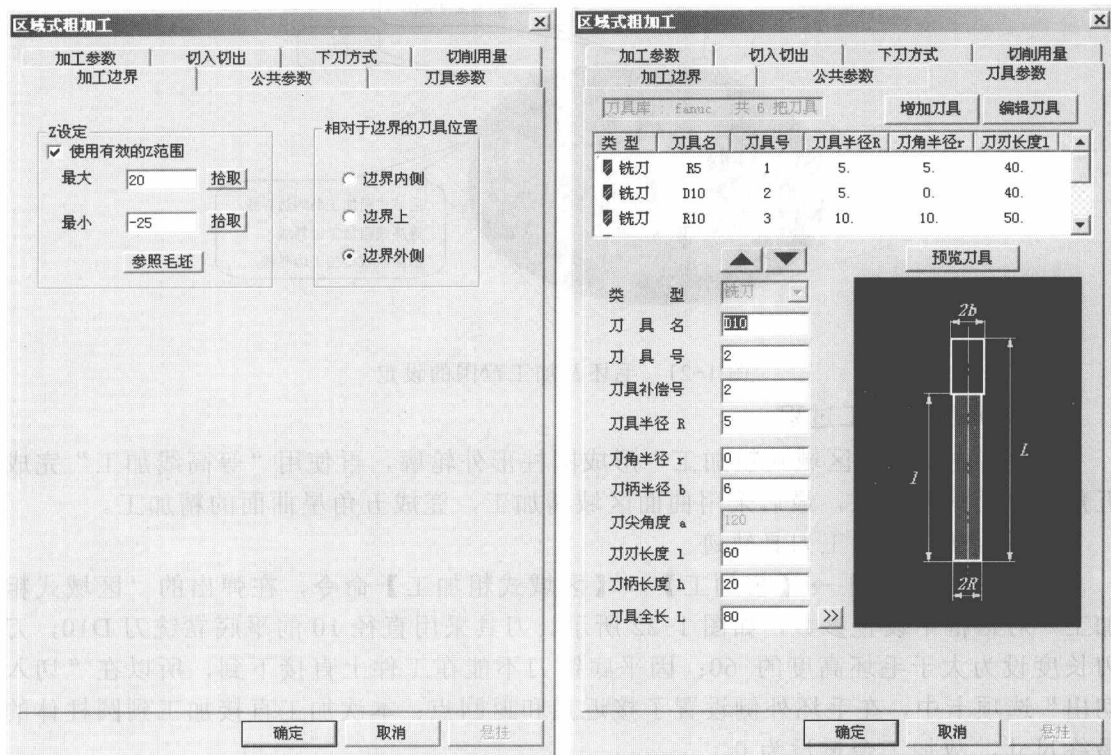
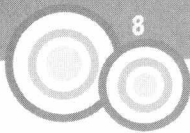


图 1-22 区域式粗加工参数设置（续）

2) 设置好参数后, 单击“确定”按钮, 依次拾取外部四边形为轮廓, 圆形为岛屿, 如图 1-21 所示。单击鼠标右键, 系统计算并显示加工轨迹, 如图 1-23 所示。

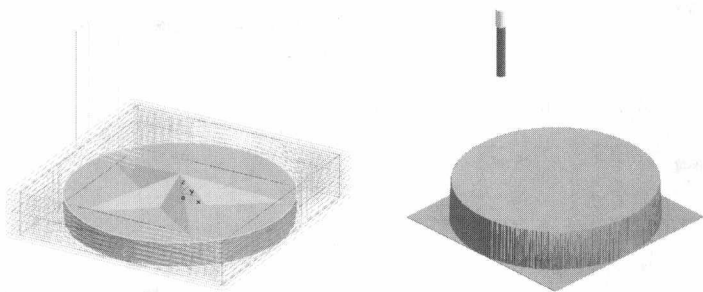


图 1-23 区域式粗加工刀具轨迹及仿真结果

(2) 等高线粗加工刀具轨迹

1) 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”对话框中设置参数, 如图 1-24 所示。刀具采用直径 10 的球头立铣刀 R5, 刀刃长度设为大于五角星高度的 40; 加工边界从五角星结构开始的 Z 轴零点开始, 下方为圆柱不需加工; 加工余量设为 0.5。

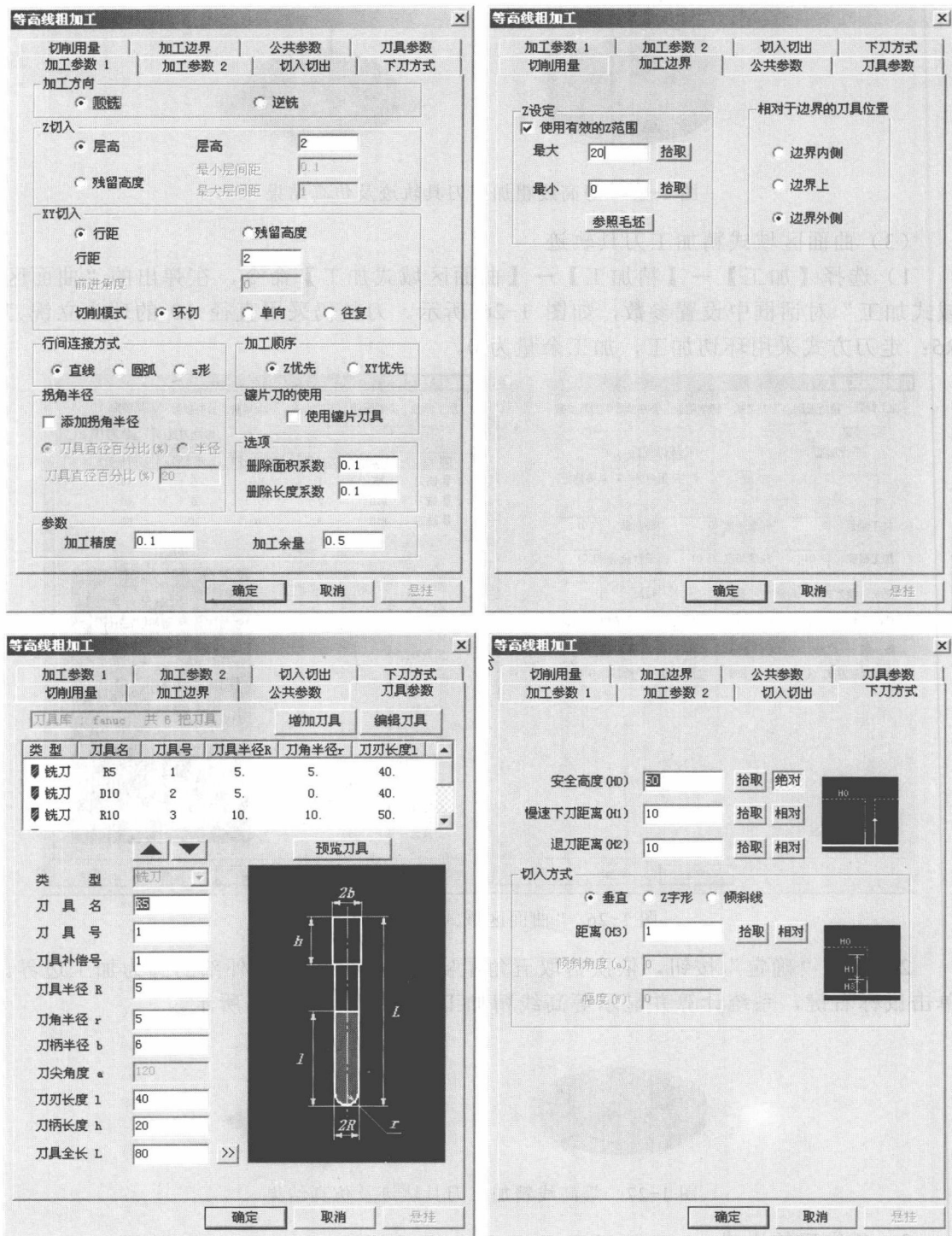


图 1-24 “等高线粗加工”对话框

2) 单击“确定”按钮,依次拾取五角星实体为加工对象,外部的圆为加工边界。单击鼠标右键,系统计算并显示加工轨迹,如图 1-25 所示。

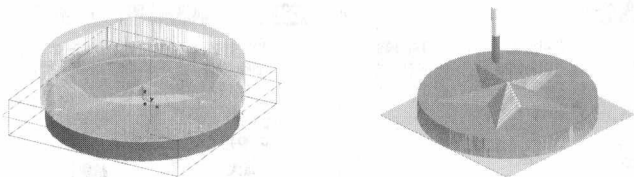
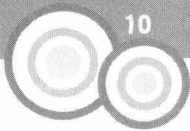


图 1-25 等高线粗加工刀具轨迹及仿真结果

(3) 曲面区域式精加工刀具轨迹

1) 选择【加工】→【精加工】→【曲面区域式加工】命令，在弹出的“曲面区域式加工”对话框中设置参数，如图 1-26 所示。刀具仍采用直径 10 的球头立铣刀 R5；走刀方式采用环切加工，加工余量为 0。

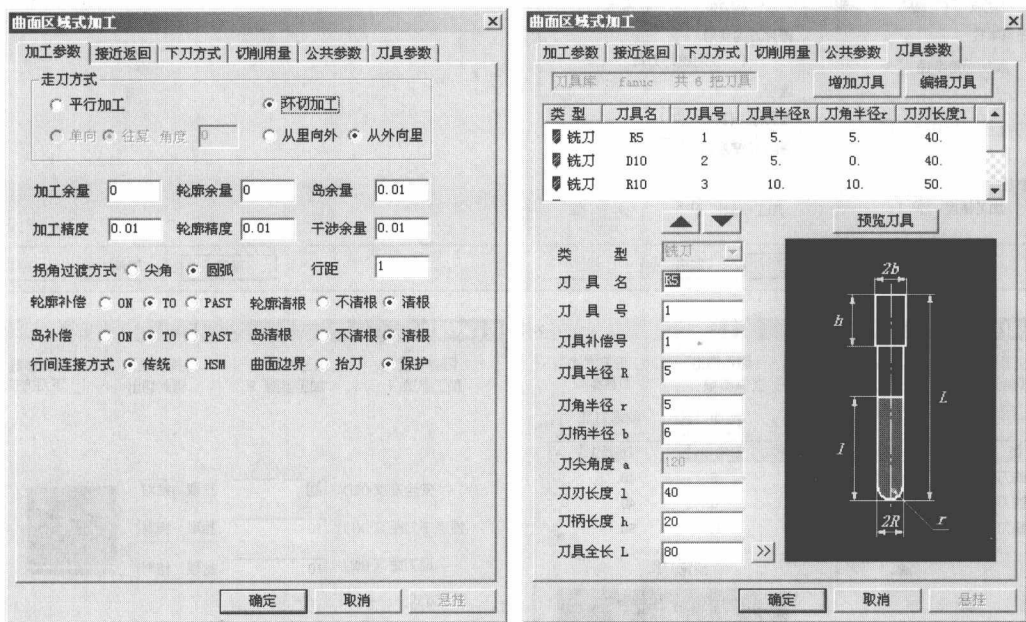


图 1-26 “曲面区域式加工”对话框

2) 单击“确定”按钮，依次拾取五角星实体为加工对象，外部的圆为加工边界。单击鼠标右键，系统计算并显示等高线精加工轨迹，如图 1-27 所示。

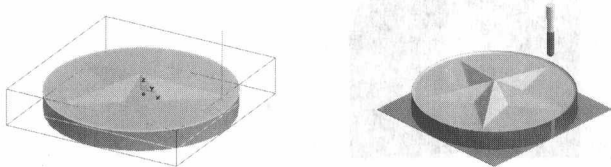


图 1-27 等高线精加工刀具轨迹及仿真结果

3. G 代码的生成

1) 选择【加工】→【后置处理】→【生成 G 代码】命令，在弹出的“选择后置文件”对话框中给定要生成的 NC 代码文件名（如五角星.cut）及其存储路径，单击“确定”按钮退出，如图 1-28a 所示。

2) 分别拾取粗加工轨迹与精加工轨迹, 单击右键确定, 生成加工 G 代码, 如图 1-28b 所示。

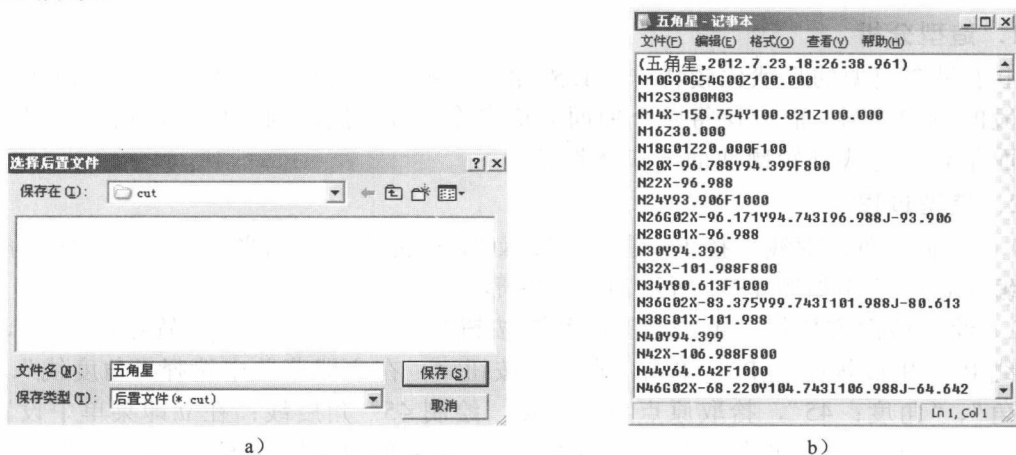


图 1-28 G 代码的生成

a) G 代码文件及其存储路径 b) 生成的 G 代码

1.2 实例 2——吊钩模型的曲面造型及加工

使用 CAXA 制造工程师 2008 软件, 对图 1-29 和图 1-30 所示的吊钩模型进行三维造型, 并对其设置刀具加工轨迹, 完成数控加工。

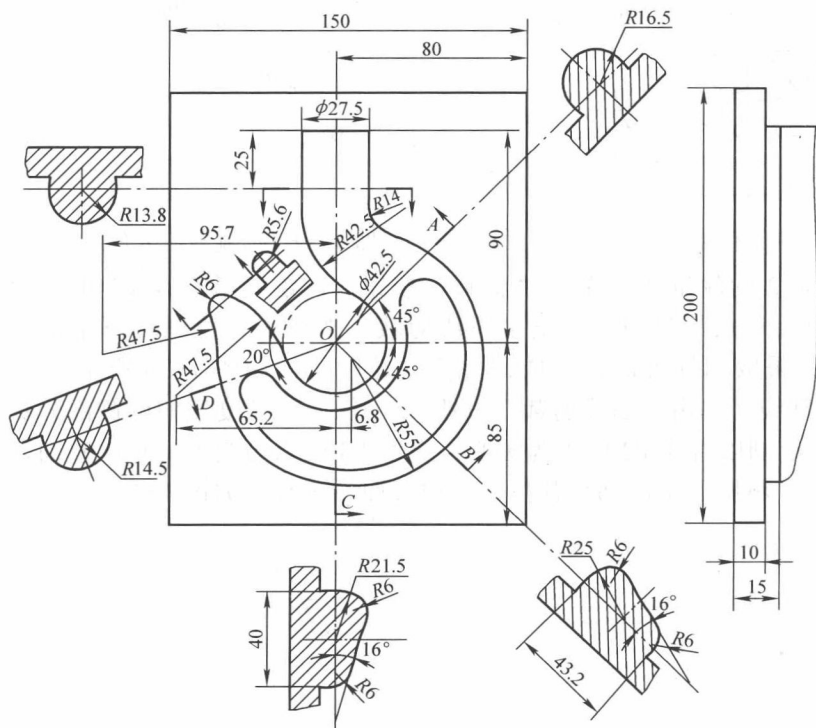


图 1-29 吊钩模型零件二维图样

图 1-30 吊钩模型

1.2.1 吊钩模型的曲面造型

1. 造型分析

由于吊钩模型的形状比较特殊，其外轮廓是不规则的曲面，因此在造型时不能使用一般的拉伸增料，而应该将整个曲面分成多个截面，然后利用曲面拼接和扫描将各个截面整合，完成外轮廓曲面的实体造型。

2. 造型过程

1) 绘制平面轮廓线。按 F9 键，切换 XOY 面为当前绘图平面，使用曲线生成和曲线编辑命令绘制如图 1-31 所示的平面图形。

2) 绘制截面方位线。单击“等距线”按钮 ，在立即菜单中设置距离为 25，拾取直线 P1，生成等距线 P2；单击“直线”按钮 ，在立即菜单中选择“角度线”、“X 轴夹角”、“角度：45°”，拾取原点为第一点，绘制 45° 角度线；在立即菜单中设置角度为 -45°，绘制过原点的 -45° 角度线；在立即菜单中设置角度为 20°，绘制过原点的 20° 角度线，在立即菜单中选择“两点线”，拾取 C1、C2 点，生成直线，如图 1-32 所示。

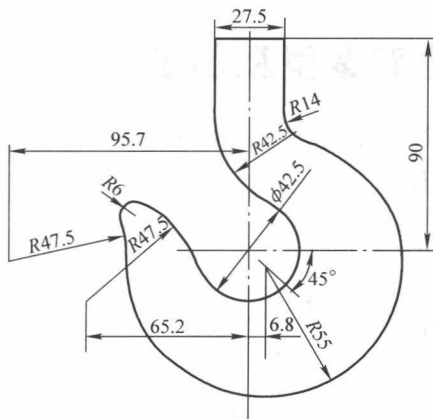


图 1-31 平面轮廓线

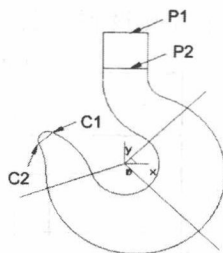


图 1-32 绘制截面方位线

3) 绘制截面 1、截面 2 的轮廓线。单击“整圆”按钮 ，绘制以直线 P1 中点为圆心、直线 P1 端点为圆上一点的整圆。单击“曲线剪裁”按钮 ，将圆的下半部分裁掉，生成截面轮廓线。采取同样方法，生成截面 2 的轮廓线，如图 1-33 所示。

4) 绘制截面 3 的轮廓线。单击“曲线剪裁”按钮 ，将 45° 角度线的两侧部分裁掉。单击“圆”按钮 ，绘制以直线 P3 中点为圆心、直线 P3 端点为圆上一点的整圆，单击“曲线剪裁”按钮 ，将圆的下半部分裁掉，生成截面轮廓线，如图 1-34 所示。

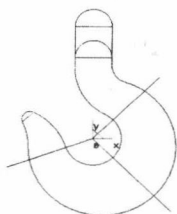


图 1-33 绘制截面 1、截面 2 的轮廓线

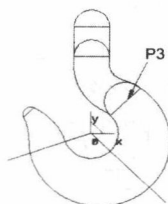


图 1-34 绘制截面 3 的轮廓线