



国家级职业教育培训规划教材
劳动保障部培训就业司推荐

高等职业院校数控技术 / 模具设计与制造专业

—Pro/E应用实训 CAD/CAM技术

GN

Shukong Jishu / Moju Sheji Yu Zhizao Zhuanye

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

Gaodengzhiye Jishuyuanxiao



中国劳动社会保障出版社

国家级职业教育培训规划教材
劳动保障部培训就业司推荐
高等职业技术学院数控技术/模具设计与制造专业

CAD/CAM 技术

——Pro/E 应用实训

主 编 余蔚荔

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

CAD/CAM 技术: Pro/E 应用实训/余蔚荔主编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2005
高等职业技术学院数控技术/模具设计与制造专业用书
ISBN 7-5045-5249-6

I. C… II. 余… III. ①计算机辅助设计-高等学校: 技术学校-教材 ②计算机辅助制造-高等学校: 技术学校-教材 ③机械设计: 计算机辅助设计-应用软件, Pro/Engineer-高等学校: 技术学校-教材 IV. ①TP391.7 ②TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 098043 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

新华书店经销

北京地质印刷厂印刷 北京京顺印刷有限公司装订
787 毫米×1092 毫米 16 开本 12.5 印张 299 千字
2005 年 11 月第 1 版 2005 年 11 月第 1 次印刷
印数: 3500 册

定价: 27.00 元 (附赠光盘)

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64911190

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

前 言

为了落实全国高技能人才工作会议精神，切实解决目前机械设计制造类专业（包括数控技术、模具设计与制造）教材不能满足高等职业技术学院教学改革和培养高等技术应用型人才需要的问题，劳动和社会保障部教材办公室组织一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师与行业、企业一线专家，在充分调研的基础上，共同研究、制订机械设计制造类专业培养计划和教学大纲，并编写了相关课程的教材，共 40 种。

在教材的编写过程中，我们贯彻了以下编写原则：

一是充分汲取高等职业技术学院在探索培养高等技术应用型人才方面取得的成功经验和教学成果，从职业（岗位）分析入手，构建培养计划，确定相关课程的教学目标；二是以国家职业标准为依据，使内容分别涵盖数控车工、数控铣工、加工中心操作工、车工、工具钳工、制图员等国家职业标准的相关要求；三是贯彻先进的教学理念，以技能训练为主线、相关知识为支撑，较好地处理了理论教学与技能训练的关系，切实落实“管用、够用、适用”的教学指导思想；四是突出教材的先进性，较多地编入新技术、新设备、新材料、新工艺的内容，以期缩短学校教育与企业需要的距离，更好地满足企业用人的需要；五是以实际案例为切入点，并尽量采用以图代文的编写形式，降低学习难度，提高学生的学习兴趣。

在上述教材的编写过程中，得到有关省市教育部门、劳动和社会保障部门以及一些高等职业技术学院的大力支持，教材的诸位主编、参编、主审等做了大量的工作，在此我们表示衷心的感谢！同时，恳切希望广大读者对教材提出宝贵的意见和建议，以便修订时加以完善。

劳动和社会保障部教材办公室

2005 年 6 月

内 容 提 要

本书为国家级职业教育培训规划教材。

本书根据高等职业技术学院教学实际,由劳动和社会保障部教材办公室组织编写,通过大量实训课题的讲解,力图使学生掌握用 Pro/E 软件进行二维草绘、拉伸造型、旋转造型、扫描造型、混合造型、放置实体造型、复制与阵列、变截面扫描造型、扫描混合造型、螺旋扫描造型、边界混合曲面造型、组件设计与装配的方法和技巧。另外,本书还介绍了 Pro/E 与 MasterCAM 的图形转换技术,为零件的后期加工打下良好的基础。

本书为高等职业技术学院数控技术/模具设计与制造专业教材,也可作为成人高校、本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校的教材,或作为自学用书。

本书由余蔚荔主编,余冠洲参编。

目 录

《国家级职业教育培训规划教材》 CONTENTS

第一部分 基础零件造型训练

模块一 二维草绘	1
应用知识	1
实训课题 1 支架平面图	19
实训课题 2 盘类零件图	21
课后练习	22
模块二 拉伸造型	25
应用知识	25
实训课题 底座	31
课后练习	34
模块三 旋转造型	38
应用知识	38
实训课题 1 柱塞	38
实训课题 2 旋钮	40
课后练习	41
模块四 扫描造型	44
应用知识	44
实训课题 工字钢轨道	50
课后练习	51
模块五 混合造型	54
应用知识	54

实训课题 螺旋送料辊	62
课后练习	64
模块六 放置实体造型	67
应用知识	67
实训课题 箱盖	83
课后练习	86
模块七 复制与阵列	90
应用知识	90
实训课题 1 梯子	99
实训课题 2 方向盘	100
课后练习	103
模块八 综合实训	105
实训课题 1 垫片	105
实训课题 2 凸模	107
实训课题 3 棘轮	111
实训课题 4 塑料瓶	114
实训课题 5 香皂盒面壳	118
实训课题 6 香皂盒底壳	121
实训课题 7 相机模型	123
实训课题 8 手机面壳	129

第二部分 高级零件造型训练

模块九 变截面扫描造型	134
应用知识	134
实训课题 1 显示器外壳	139
实训课题 2 波浪环	142
课后练习	143
模块十 扫描混合造型	146
应用知识	146
实训课题 1 蛇形造型（具有开放轨迹线）	147
实训课题 2 具有封闭轨迹线的扫描混合特征	148
课后练习	149
模块十一 螺旋扫描造型	152
应用知识	152

实训课题 波纹头螺钉	155
课后练习	159
模块十二 边界混合曲面造型	161
应用知识	161
实训课题 1 心形曲面	164
实训课题 2 果汁杯	165
课后练习	171
 第三部分 工程应用训练	
模块十三 组件设计与装配	174
应用知识	174
实训课题 1 装配实例 1	180
实训课题 2 装配实例 2	182
实训课题 3 创建分解视图	184
附录 Pro/E 与 Mastercam 的图形转换	186

第一部分 基础零件造型训练

模块一

二维草绘

应用知识

一、草绘环境

（一）进入草绘

进入草绘的途径有以下两种方式。

1. 进入草绘（Sketch）模块。单击工具栏中的新建按钮，或进入主菜单中的“File→New”选项，打开新建文件对话框，在对话框中选择“Sketch”类型，即可进入草绘模块。

注意：一般情况下，应将草绘模块中的绘图保存起来，以便在创建三维特征时调入使用。

2. 在创建三维特征中，系统将引导用户进入草绘环境绘制二维截面图。

（二）草绘界面

草绘模块的绘图界面主要由下拉菜单、草绘设置工具按钮、草绘工具栏和绘图区域等组成。

1. 下拉菜单

在草绘模块的下拉菜单中，设有专门的“Sketch（草绘）”与“Edit（编辑）”菜单栏，如图 1—1 所示。

2. 草绘设置工具按钮

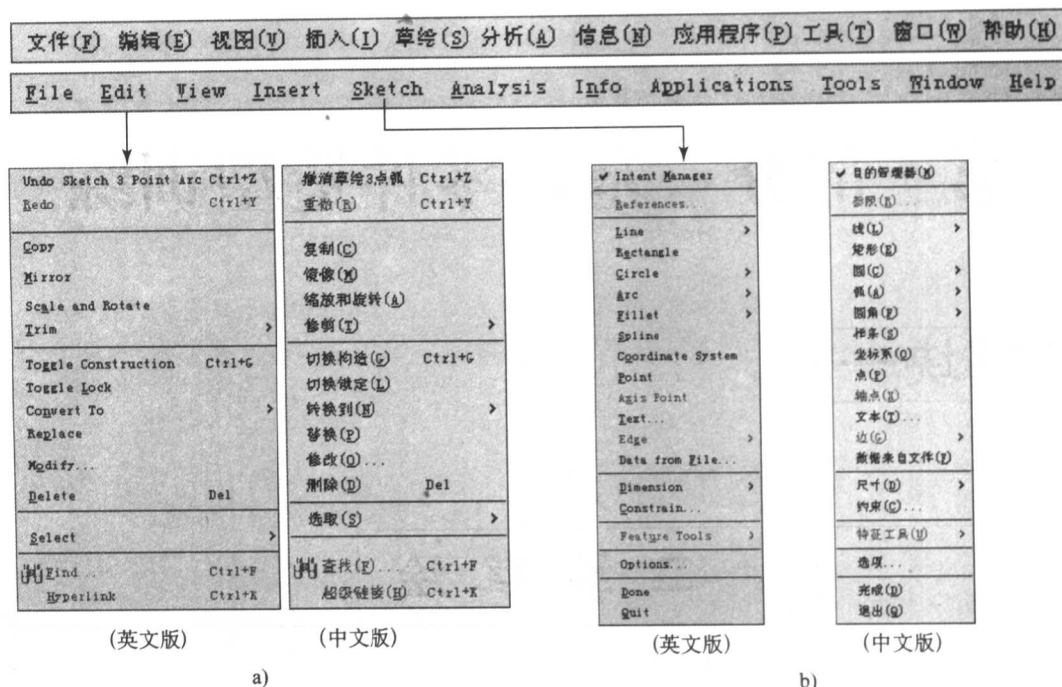


图 1—1 草绘模块下拉菜单

a) “Edit (编辑)” 菜单 b) “Sketch (草绘)” 菜单

草绘设置工具按钮用于设置草绘时的显示状态，包括是否显示尺寸、公差、网格和端点等，如图 1—2 所示。其中，“恢复草绘视角按钮”用于将改变了的视角方向恢复到草绘截面方向，该按钮在草绘模块中呈无效状态，在创建三维模型中进行截面草绘时才有效。

3. 草绘工具栏

草绘中最常用的指令就是窗口右侧的草绘工具栏，工具栏中各按钮所代表的功能、含义如图 1—3 所示。

(三) 二维草绘的基本步骤

在草绘环境中建立草绘图一般有以下几个步骤：

1. 绘制几何线条

在 Pro/Engineer 中，开始草绘时并不要求有精确的尺寸，只需要形状相似即可，尺寸在其后调整。在绘制几何线条的过程中，系统会自动标注出尺寸，该尺寸为弱尺寸。

2. 增加约束

约束就是几何限制条件，例如，水平、竖直、平行、重合、相切等，在图形上都有相应的显示符号。

3. 标注与修改尺寸

“弱尺寸”不符合要求，修改或重新标注后，几何图形也随之确定，一幅草图就完成了。

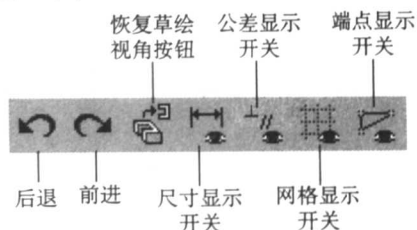


图 1—2 草绘设置工具按钮

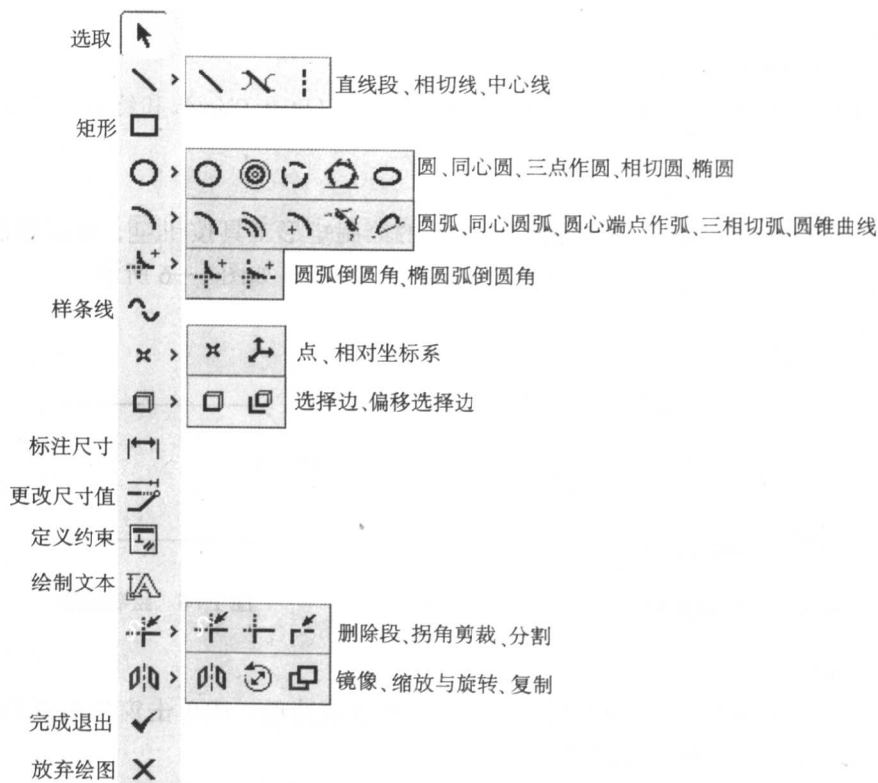
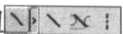


图 1—3 常用草绘图标及含义

二、基本绘图命令

(一) 绘制直线段 (Line)

进入“Sketch→Line”，弹出如图 1—4 所示的绘制直线段选项，或单击窗口右侧的直线段草绘工具按钮，可以绘制各直线段，包括普通直线段、相切直线段和中心线等。

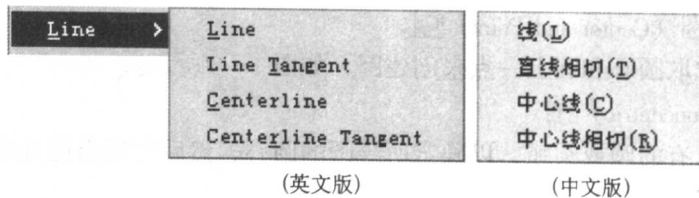


图 1—4 绘制直线选项

1. 直线段 (Line)

用鼠标左键选取直线段起点 (Start Point) 和终点 (End Point) 即可完成，单击鼠标中键可以结束绘制 (否则将继续直线段的绘制)。

2. 相切线 (Line Tangent) 与相切中心线 (Centerline Tangent)

首先选取第一个与直线段相切的图素 (圆、圆弧或样条线)，再选取第二个与直线段相切的图素 (圆、圆弧或样条线)，如图 1—5 所示。同样，可使用 Centerline Tangent 命令绘制

相切中心线。

3. 中心线 (Centerline)

绘制中心线与绘制直线的方法相似, 选取起点 (Start Point) 和终点 (End Point) 即可。

(二) 绘制矩形 (Rectangle)

进入 “Sketch→Rectangle”, 或单击窗口右侧的绘制矩形工具按钮 , 可以绘制矩形框。用鼠标左键指定矩形的两个角点, 然后单击鼠标中键完成, 如图 1—6 所示。

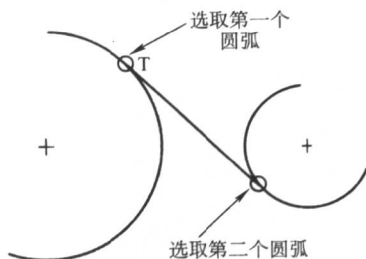


图 1—5 绘制相切线

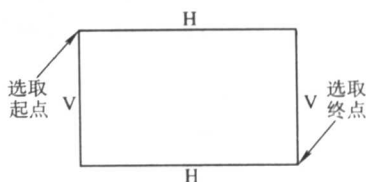


图 1—6 绘制矩形

(三) 绘制圆 (Circle)

进入 “Sketch→Circle” 弹出如图 1—7 所示的绘制圆选项, 或单击窗口右侧的草绘工具按钮 , 可以绘制各种类型的圆。

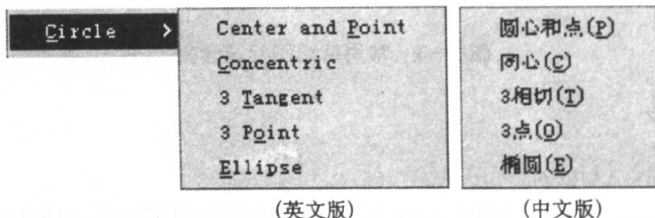


图 1—7 绘制圆选项

1. 圆心/点绘圆 (Center and Point)

用鼠标分别选取圆心和圆上一点来创建圆, 如图 1—8 所示。

2. 同心圆 (Concentric)

先选取一个已有的圆或圆弧, 以确定所绘圆的圆心, 然后在适当位置单击鼠标左键确定圆半径, 如图 1—9 所示。

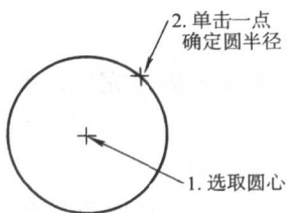


图 1—8 圆心/点绘制圆

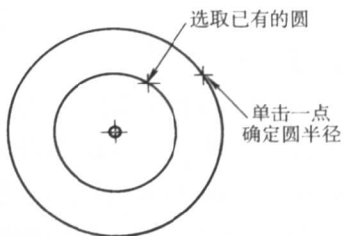


图 1—9 绘制同心圆

3. 3 相切圆 (3 Tangent)

3 相切圆就是绘制与三个图素相切的圆。用鼠标选取三个图素，则在三个图素间产生一个切圆，单击鼠标中键退出，如图 1—10 所示。

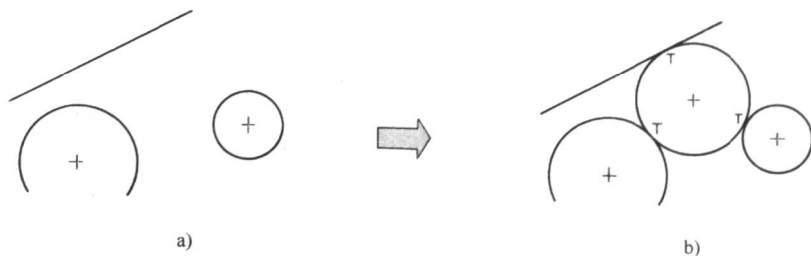


图 1—10 绘制 3 相切圆

a) 已知三个图素 b) 与三个图素相切的圆

4. 3 点绘圆 (3 Point)

即通过不共线的三点绘制一个圆。用鼠标左键选取不在同一直线上的三点，则以三点生成一个圆，单击鼠标中键退出，如图 1—11 所示。

5. 椭圆 (Ellipse)

以两点方式绘制椭圆，首先用鼠标左键选择椭圆的中心，然后选择一点来确定椭圆的大小，如图 1—12 所示。

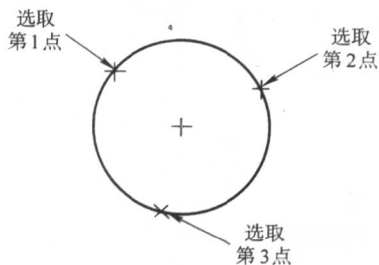


图 1—11 3 点绘圆

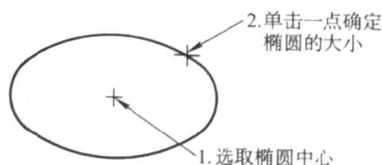
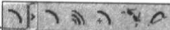


图 1—12 绘制椭圆

(四) 绘制圆弧 (Arc)

进入“Sketch→Arc”，弹出如图 1—13 所示的绘制圆弧选项，或单击窗口右侧的圆弧草绘工具按钮 ，可以绘制各类型的圆弧。

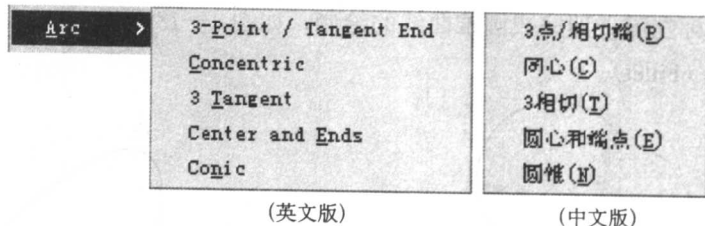


图 1—13 绘制圆弧选项

1. 3 点/相切端绘圆弧 (3 - Point/Tangent End)

首先用鼠标左键点选圆弧两端点 P_1 、 P_2 ，再拖动鼠标至第三点 P_3 以确定圆弧，如

图 1—14 所示。

2. 同心圆弧 (Concentric)

先选取一个已有的圆或圆弧，确定所绘圆弧的中心，再选取圆弧的起点和终点，单击鼠标中键完成圆弧的绘制，如图 1—15 所示。

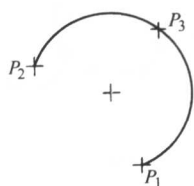


图 1—14 3 点绘圆弧

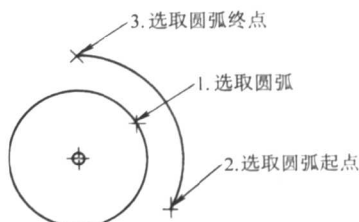


图 1—15 绘制同心圆弧

3. 3 相切圆弧 (3 Tangent)

3 相切圆弧就是绘制与三个图素相切的圆弧。用鼠标选取三个图素，则在三个图素间产生一段相切圆弧，单击鼠标中键退出，如图 1—16 所示。

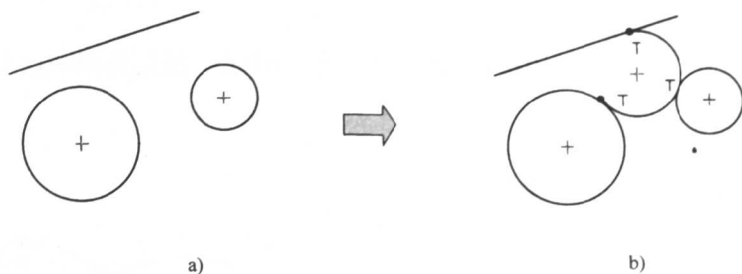


图 1—16 绘制 3 相切圆弧

a) 已知三个图素 b) 与三个图素相切的圆弧

4. 圆心/端点绘圆弧 (Center and End)

用鼠标选取圆弧中心，再选取圆弧的起点和终点，即完成圆弧的绘制，如图 1—17 所示。

5. 圆锥曲线 (Conic)

先选取圆锥曲线的起点和终点 P_1 、 P_2 ，再移动鼠标至曲线的中间，拖动曲线到适当的位置 P_3 后单击鼠标左键，即完成圆锥曲线的绘制，如图 1—18 所示。

(五) 倒圆角 (Fillet)

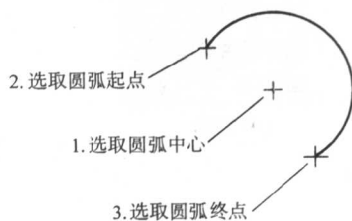


图 1—17 圆心/端点绘圆弧

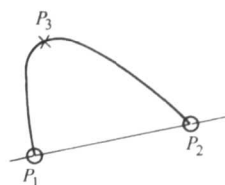


图 1—18 绘制圆锥曲线

进入“Sketch→Fillet”，弹出如图 1—19 所示的绘制倒圆角选项，或单击窗口右侧的草绘工具按钮，可以绘制两种类型的倒圆角。

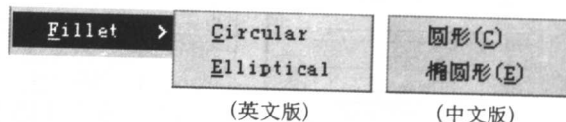


图 1—19 绘制倒圆角选项

1. 圆形倒圆角 (Circular)

用鼠标选取两图素，即可在两图素间产生一个圆弧形倒圆角，如图 1—20 所示。

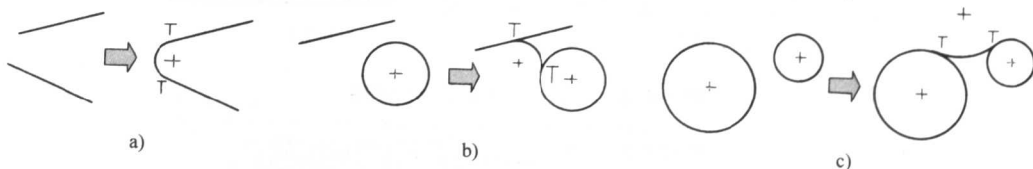


图 1—20 圆形倒圆角

a) 两直线倒圆角 b) 直线与圆倒圆角 c) 圆与圆倒圆角

2. 椭圆形倒圆角 (Elliptical)

用鼠标选取两图素，即可在两图素间产生一个椭圆形倒圆角，如图 1—21 所示。

(六) 样条曲线 (Spline)

进入“Sketch→Spline”菜单或单击窗口右侧工具按钮，可以绘制样条曲线。用鼠标选取一系列的点，这些点将按一定的顺序生成一条平滑的曲线（三次曲线），如图 1—22 所示。

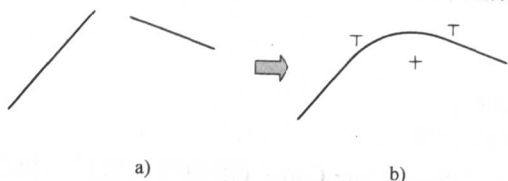


图 1—21 椭圆形倒圆角

a) 已知两条边 b) 倒椭圆角



图 1—22 绘制样条曲线

(七) 点 (Point) 与相对坐标系 (Coordinate System)

进入“Sketch→Point”菜单或单击窗口右侧工具按钮可以绘制点。只需在相应位置单击鼠标左键即可。进入“Sketch→Coordinate System”菜单或单击窗口右侧工具按钮可以绘制相对坐标系，该坐标系可用于标注尺寸，同样在相应位置单击鼠标左键即可，如图 1—23 所示。

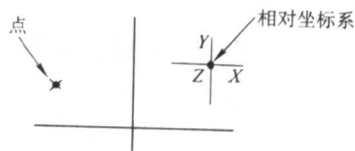


图 1—23 绘制点与相对坐标系

(八) 文本 (Text)

进入“Sketch→Text”菜单或单击窗口右侧工具按钮可以在草绘中创建文字。首先确定文本行的起始点，然后再选择第二点，起始点与第二点的连线长度决定文本的高度，而连线方向决定文本的书写方向，如图 1—25a 所示。此时系统弹出如图 1—24 所示的“Text (文本)”对话框，在对话框中可以输入要创建的文本。

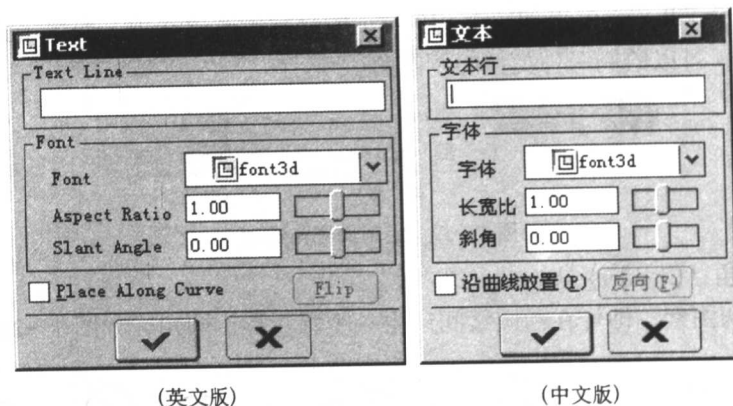


图 1—24 “Text (文本)”对话框

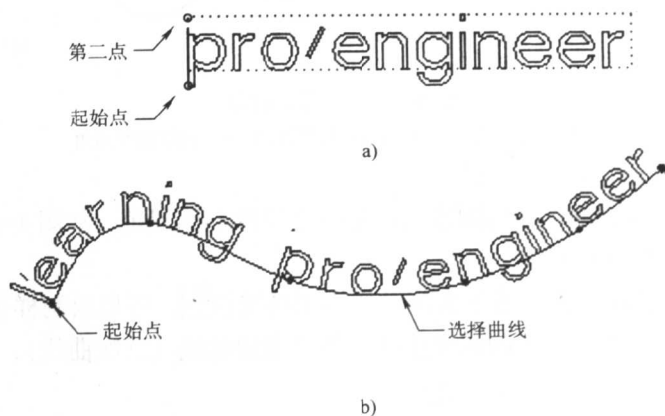


图 1—25 绘制文本

a) 水平放置 b) 沿曲线放置

当文本沿曲线放置时，需要先在对话框中勾选“Place Along Curve (沿曲线放置)”，再选择放置的曲线，然后输入文本，如图 1—25b 所示。

三、图形编辑命令

图形编辑命令包括镜像 (Mirror)、缩放与旋转 (Scale & Rotate)、复制 (Copy)、移动 (Move)、裁剪 (Trim) 等。

(一) 镜像 (Mirror)

镜像是将图形以中心线为基准进行对称复制。首先选取要镜像的图形，再进入“Edit→Mirror”或单击窗口右侧的工具按钮，最后指定中心线完成镜像操作，如图 1—26 所示。

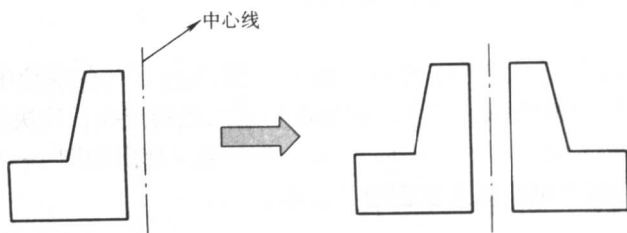


图 1—26 镜像图形

注意：尺寸、文本、中心线和参照线不能镜像。

(二) 平移、缩放与旋转 (Scale & Rotate)

选择图形后，进入“Edit→Scale and Rotate”或单击窗口右侧的工具按钮，弹出如图 1—27 所示的“比例旋转对话框”，可以在对话框中输入缩放比例和旋转角度，也可以使用鼠标动态平移、缩放和旋转图形，如图 1—28 所示，最后在对话框中单击“√”按钮完成。

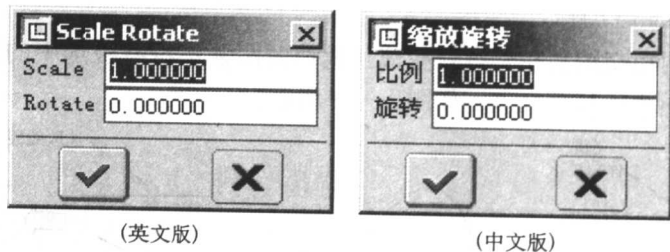


图 1—27 比例旋转对话框

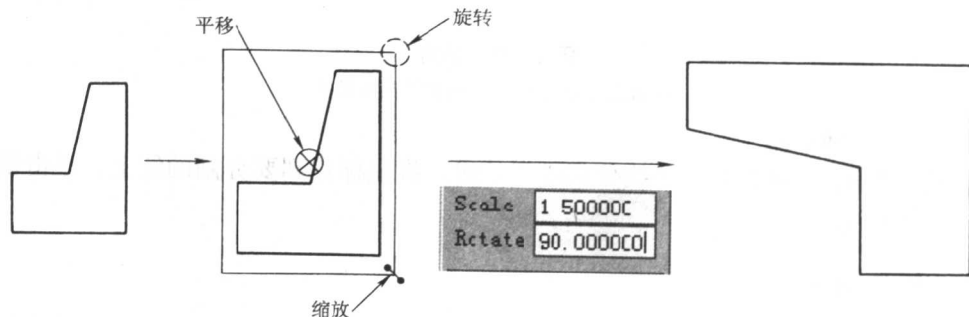
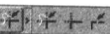


图 1—28 移动、缩放与旋转图形

(三) 复制 (Copy)

复制操作与旋转、缩放操作方法类似，只是复制后原操作图形依然保留在原位置，而旋转缩放后的原图形将被删除。

(四) 裁剪 (Trim)

裁剪几何图形有三种形式，如图 1—29 所示。进入“Edit→Trim”或单击窗口右侧的按钮可以进行裁剪。

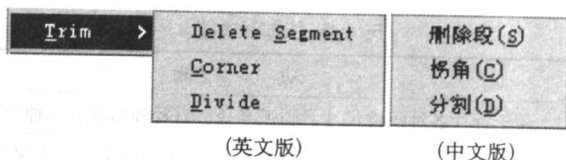


图 1—29 裁剪选项

1. 删除段 (Delete Segment)

“删除段”是一种动态裁剪形式，系统可以自动判断出被截的线条而进行裁剪。用鼠标直接选取要删除的图素段即可，如图 1—30 所示。