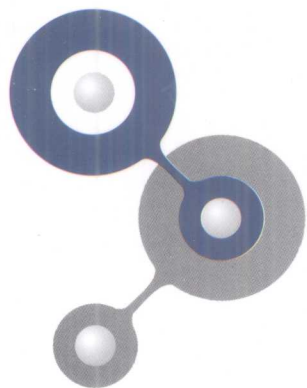




高等学校机械设计制造及其自动化专业“十一五”规划教材



机械CAD/CAM实验指导

主编 葛友华



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等学校机械设计制造及其自动化专业“十一五”规划教材

机械 CAD/CAM 实验指导

主 编 葛友华

副主编 袁铁军 黄晓峰

西安电子科技大学出版社

2009

内 容 简 介

本书是普通高等学校应用型本科机械类专业系列教材之一,是《机械 CAD/CAM》(西安电子科技大学出版社出版,2008 年)的配套实验指导书。全书结合《机械 CAD/CAM》的内容设计了基于 Pro/E 为主线的 11 个实验,包括 Pro/E 3.0 入门、参数化草图绘制、实体特征的创建、曲面特征的创建、零件装配、利用投影变换法生成工程图、数控编程、减速器箱体有限元模态分析、综合实验 A、综合实验 B、综合实验 C,并在每个实验后安排了不同难度的题目,供学生练习。

本书内容全面、图文并茂,可帮助学生加深对教材内容的理解,培养学生的动手能力。本书所介绍的方法实用、操作性强,与课程要求环环相扣,具有很强的指导作用。本书既可作为《机械 CAD/CAM》的配套教材,也可作为学习 Pro/E 的独立教材。

图书在版编目(CIP)数据

机械 CAD/CAM 实验指导 / 葛友华主编. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2008.12

高等学校机械设计制造及其自动化专业“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5606-2132-6

I. 机... II. 葛... III. ① 机械设计: 计算机辅助设计—高等学校—教学参考资料

② 机械制造: 计算机辅助制造—高等学校—教学参考资料 IV. TH122 TH164

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 145797 号

策 划 毛红兵

责任编辑 邵汉平 毛红兵

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http: //www.xduph.com E-mail: xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西光大印务有限责任公司

版 次 2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 6.5

字 数 144 千字

印 数 1~4000 册

定 价 14.00 元(含光盘)

ISBN 978-7-5606-2132-6/TH • 0099

XDUP 2424001-1

如有印装问题可调换

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

高等学校

自动化、电气工程及其自动化、机械设计制造及其自动化专业

“十一五”规划教材编审专家委员会名单

主任：张永康

副主任：姜周曙 刘喜梅 柴光远

自动化组

组长：刘喜梅（兼）

成员：（成员按姓氏笔画排列）

韦 力 王建中 巨永锋 孙 强 陈在平 李正明
吴 斌 杨马英 张九根 周玉国 党宏社 高 嵩
秦付军 席爱民 穆向阳

电气工程组

组长：姜周曙（兼）

成员：（成员按姓氏笔画排列）

闫苏莉 李荣正 余健明
段晨东 郝润科 谭博学

机械设计制造组

组长：柴光远（兼）

成员：（成员按姓氏笔画排列）

刘战锋 刘晓婷 朱建公 朱若燕 何法江 李鹏飞
麦云飞 汪传生 张功学 张永康 胡小平 赵玉刚
柴国钟 原思聪 黄惟公 赫东锋 谭继文

项目策划：马乐惠

策 划：毛红兵 马武装 马晓娟

前 言

上机实验是机械 CAD/CAM 课程的重要环节之一。虽然目前计算机的普及率很高,学生接触、使用计算机的机会很多,但大多数机械类专业的学生只是熟悉 AutoCAD 等简单的绘图软件,与毕业后的就业要求差距很大。为了帮助机械类专业学生提高应用大型 CAD/CAM 软件的能力,我们结合《机械 CAD/CAM》的内容编写了本实验指导书。书中详细介绍了 Pro/E 3.0 软件的强大功能,主要有参数化草图的绘制、实体特征的创建、曲面特征的创建、零件装配、利用投影变换法生成工程制图、数控编程、减速器箱体有限元模态分析、Pro/E 各个模块的协调应用、Pro/E 与多个高级 CAD/CAM 软件的协调应用等。

本书源于机械 CAD/CAM 的教学实践,集成了一线任课教师和工程师的经验与科研成果,具有如下特点:

(1) 知识覆盖面广。书中的实验内容涵盖了《机械 CAD/CAM》的主要知识点,与教学内容联系紧密,突出 CAD/CAM 技术的基本概念和实际应用,有较强的适应性。

(2) 实验方法先进。本书选用功能强大、应用广泛、版本较新的 Pro/E 软件作为主要平台,简单介绍了其他几种功能强大的软件,注重培养学生的创新能力和科学思维方式。通过工程产品与实验内容的融合,在实验过程中注重拓宽学生的视野并培养学生解决工程问题的能力。

(3) 针对性强。本书针对机械类专业开设的机械 CAD/CAM 课程配套设计上机实验。考虑到各学校安排的实验学时数不尽相同,设计了可选的 11 个实验项目,便于不同学校根据需要来选择使用。

(4) 训练方式科学。本书遵循事物发展的客观规律,采取循序渐进的方式,由简单到复杂,每个实验均安排了多个不同难度的题目,引导学生分析与解决问题,以巩固所学知识。

本书由葛友华担任主编,袁铁军、黄晓峰任副主编。本书中实验一、实验六、实验七、实验九、实验十、实验十一由袁铁军执笔,实验二、实验三、实验四、实验五由黄晓峰执笔,实验八由董晓飞执笔。全书由葛友华统稿,袁铁军、黄晓峰负责校对。

本书中的所有程序均进行了上机校核,并得到周海、刘道标两位老师的大力支持和帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中错误之处在所难免,敬请读者不吝指正,以便在今后进一步完善。

编 者

2008 年 8 月

目 录

实验一	Pro/E 3.0 入门	1
实验二	参数化草图的绘制	6
实验三	实体特征的创建	22
实验四	曲面特征的创建	38
实验五	零件装配	45
实验六	利用投影变换法生成工程图	50
实验七	数控编程	61
实验八	减速器箱体有限元模态分析	76
实验九	综合实验 A	85
实验十	综合实验 B	89
实验十一	综合实验 C	92

实验一 Pro/E 3.0 入门

(建议 1 个学时)

一、实验目的

- (1) 体会 CAD/CAM 软件的特点;
- (2) 了解应用软件 Pro/E 3.0 的界面组成, 文件操作的方法, 显示控制的方式。

二、基本知识

1. Pro/E 3.0 的特点

1) 实体建模

利用 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0(简称 Pro/E 3.0)可以轻松地创建 3D 实体模型, 让设计的零件及其装配图具有真实的外观; 根据材料的密度属性, 可以计算出模型的质量、体积、表面积及其它物理属性。

实体建模的优势: 如果模型更改了(如厚度变大了), 则所有质量属性都会自动更新。实体模型也可以检查公差或装配元件之间的间隙/干涉。

2) 基于特征

Pro/E 3.0 模型是通过一系列特征来构建的。每个特征均构建于先前的特征之上, 且一次只创建模型的一个特征。单个的特征可能很简单, 但结合起来就可以形成很复杂的零件或装配。特征指每次创建的一个单独几何形状, 包括基准、拉伸、孔、倒圆角、倒角、曲面特征、切除、阵列、扫描等。一个零件可包含多个特征。

3) 参数化

Pro/E 3.0 模型是用尺寸值来驱动的。如果特征的尺寸发生了更改, 则该实体特征也会随之更改, 此更改会自动传播到模型的其余特征中, 从而更新整个零件。

4) 父项/子项关系

父项/子项关系提供了一种将设计意图捕获到模型中的有效方式, 该关系是建模过程中在特征间自然创建的。创建特征时, 被参考的现有特征成为新特征的父项。如果父特征更新了, 则子特征也会随之更新。

5) 以模型为中心

零件模型是设计信息的中心源。一旦创建了零件模型, 即可将其:

- (1) 放置在装配中——根据元件的装配方式, 元件可以是静止的或作为机构移动。

(2) 用于创建工程图——模型的二维投影视图可以快速地被放置在绘图页面中,尺寸可以自动显示,也可以进行手动标注。

6) 相关性

如果在 Pro/E 3.0 中更改了某个零件模型,则参照该模型的所有装配或绘图都将自动更改,此特点称为相关性。反之,如果绘图中某个模型尺寸更改了,则使用该模型尺寸的零件模型和装配也将自动更改。

说明: Pro/E 是单一的数据库,是以零件模型文件为中心的。装配件、工程图都是以零件模型为基础的,打开装配件或工程图文件时,Pro/E 系统即从相应的零件文件中读取相应的零件数据。因此,装配件、工程图不能离开零件文件而单独存在。当我们把装配件或工程图文件交付给其它机器阅读时,必须交付所有相关的零件文件。

2. 软件的操作界面

Pro/E 3.0 启动后的初始用户界面如图 1-1 所示。

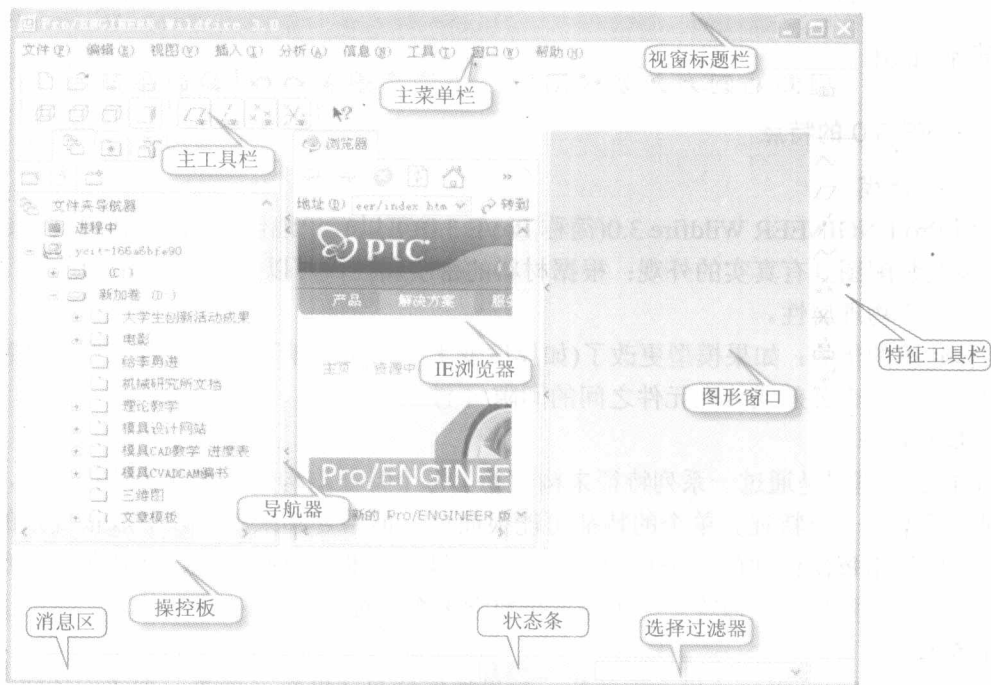


图 1-1 Pro/E 3.0 启动后的初始用户界面

界面的基本组成如下:

(1) 图形窗口: 较大的灰色区域,也叫设计工作区、绘图区、图形区,是设计者最主要的创作场所,模型位于其中。在单击 IE 浏览器右侧向左的箭头时,可以使绘图区的窗口扩大至整个用户界面的绝大部分。在单击导航器右侧向左的箭头时,则设计工作区将充满整个图形用户界面。设计工作区同时是设计成果的展示舞台,所有模型的静态或动态显示都将发生在这里。

(2) 导航器: 指位于屏幕左边的可折叠面板。

① 层树: 对模型的层进行管理。

② 模型树：在屏幕左边列出零件的特征或装配中的元件。

③ 文件夹浏览器：类似于 Windows 资源管理器，列出了所有文件，可以方便地打开和查看某个文件或者文件夹。

(3) IE 浏览器：多功能的 Web 浏览器，显示模型列表及屏幕中心的预览窗口。

(4) 主菜单栏：位于屏幕上方，下拉菜单常用的菜单选项有“文件”、“编辑”、“插入”、“工具”和“帮助”等。

(5) 主工具栏：将常用的命令做成图形化的按钮，放在菜单栏的下面，这样可以快速地进行各种操作，提高建模效率。

(6) 消息区：显示提供操作的状态信息、警告或状态提示、要求输入必要的参数以完成模型的设计提示以及错误提示等。

(7) 操控板：操控板包含消息区，在创建特征或装配零件时，操控板位于屏幕底部的对话框。

(8) 特征工具栏：将常用的功能以工具按钮的形式集中在特征工具栏中，位于屏幕右侧。

(9) 状态条：显示当前模型中选取的项目数和选择对象时采用的过滤器类型。

三、基本操作实例

1. 使用导航器打开模型文件

启动 Pro/E 3.0，浏览器默认显示的界面是 Pro/E 3.0 的登录页。

(1) 如图 1-1 所示，在“文件夹导航器”中(屏幕左边)，单击前的“+”，展开电脑里的所有磁盘。

(2) 单击磁盘符前面的“+”，找到实验指导书随书光盘中的“实验 1”，选中后单击右键，在出现的快捷菜单中单击“设置工作目录”，把当前的文件夹设为 Pro/E 的当前工作目录。

(3) 此时浏览器中的路径即为工作目录，工作目录下的所有文件都按照文件名的字母顺序排列，任意选择一个文件，就可以预览它的几何形状。

(4) 在存放随书光盘文件的路径下，选择 C-79.prt 文件后，就可以看到该零件的形状，如图 1-2 所示。

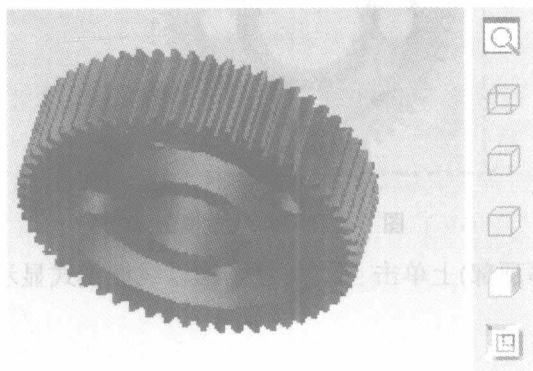


图 1-2 零件预览图

(5) 单击  图标, 用 Pro/E 打开该文件, 在图形区域中可以看见基准平面、基准轴线、坐标系。单击图标 、、, 可隐藏图形区域中的基准平面、基准轴线及坐标系。

2. 模型操控

(1) 操作过程中, 鼠标的用法如图 1-3 所示。



图 1-3 鼠标的用法

(2) 把光标放在齿轮上, 按住鼠标中键并向下移动鼠标, 可使模型向下翻转。

(3) 在主工具栏(屏幕顶部)上单击 , 将显示下拉对话框(保存的视图列表), 单击 FRONT(主视图), 此时模型平放在图形区域, 如图 1-4 所示。

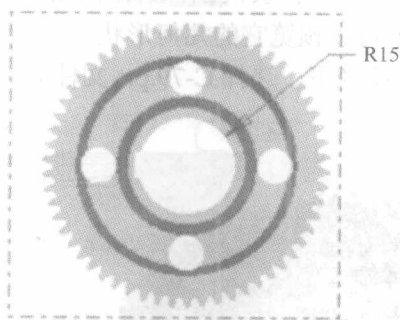


图 1-4 FRONT(主视图)

(4) 在主工具栏(屏幕顶部)上单击 , 可使图形以线框模式显示。

3. 文件操作

(1) 在主菜单上单击“文件”→“保存副本”, 在出现的对话框中输入“C-80.prt”, 单击“确认”按钮, 完成副本的保存。

(2) 在主菜单上单击“文件”→“重命名”，在出现的重命名对话框中的新名称栏中输入新的文件名，单击“确定”按钮，完成文件名的更改。

(3) 模型树与层树。

① 单击  工具栏中的  图标，可确保模型树显示在导航器中。

② 单击  工具栏下面的“显示”按钮，在出现的下拉菜单中单击“层树”，可以进行层的操作，控制不同层的内容和显示状态。

四、实验内容

(1) 从实验指导书随书光盘“实验1”文件夹中，打开文件名为 JIGAI.PRT 的零件，通过鼠标操作分别放大、缩小、旋转、显示模型，并把不同状态下的模型图保存下来。

(2) 显示模型所有的基准轴、基准坐标系。

(3) 单击  至少设置一个定向视图，保存后确保在视图列表中能看到。

(4) 在导航器中打开层树，把隐藏的层设置为显示状态，并保存层的状态。

(5) 把零件的文件名改为 JIGAI1.PRT。

(6) 把当前模型备份到自己的磁盘上。

五、思考题

(1) 如何保存层的状态？

(2) 备份文件与保存文件的副本有什么不同？

(3) 在 Pro/E 里更改文件名与在 Windows 系统下直接修改文件名相比有什么优点，可避免什么问题？

实验二 参数化草图的绘制

(建议 2 个学时)

一、实验目的

- (1) 了解草图绘制(简称草绘)的基本概念和环境;
- (2) 掌握几何图形的绘制方法;
- (3) 掌握约束的用法;
- (4) 掌握几何图形的尺寸标注及编辑。

二、草图绘制的基本知识

草图是指在 Pro/E 中使用线、圆等草绘命令绘制的形状和尺寸大致精确的具有特殊意义的几何图形。特征截面草绘广泛应用于 Pro/E 的特征创建中,贯穿整个零件建模过程,通常是零件造型的第一步。用户可以重新编辑或重新定义已经生成的特征截面的草图,更新零件造型。除了孔、倒角和倒圆角这些标准放置特征以及参数化抽壳不需要草绘外,其他造型特征都需要草绘。

1. 基本概念

图元:指截面几何的任何元素,如直线、圆弧、圆、样条线、点和坐标系等。

参照图元:指创建特征面或轨迹时所参照的图元。

约束:定义图元几何关系或图元间关系的条件。

参数:草绘中的辅助元素。

关系:关联尺寸或参数的等式。

2. 进入草绘环境

- (1) 单击新建文件按钮 , 将出现如图 2-1 所示的“新建”对话框。
- (2) 在对话框中选择  草绘按钮。
- (3) 在“名称”对话框中输入草图名,单击“确定”按钮即可进入草绘环境。

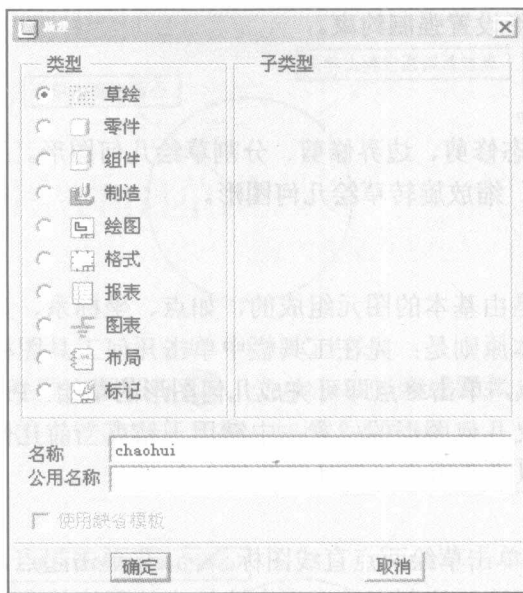


图 2-1 “新建”对话框

3. 工具栏图标简介

系统进入草绘模式后，在模型工具栏中增加的一些新图标，主要用于控制截面图形的显示模式。

：尺寸显示开关。如果当前草绘的几何图形显示尺寸，则单击此图标后，系统会关闭尺寸的显示。

：约束符号显示开关。如果当前草绘的几何图形显示约束符号，则单击此图标后，系统会关闭其显示。

：网格显示开关。如果当前草绘环境中显示网格线，则单击此图标后，系统会关闭其显示。

：端点显示开关。如果当前草绘的几何图形中显示端点，则单击此图标后，系统会关闭其显示。

系统进入草绘模式后，在特征工具栏中也将增加一些工具图标，用于几何图形的草绘、编辑和控制。这些工具图标有：

：选取草绘对象。

   ：草绘两点直线、两图元间的切线或中心线。

：草绘长方形。

     ：草绘中心半径圆、同心圆、三点圆、三点相切圆、椭圆。

     ：草绘三点弧、同心弧、中心半径弧、三点相切弧、锥形弧。

  ：草绘倒圆角、倒椭圆角。

：草绘样条曲线。

  ：草绘点、坐标系。

：标注尺寸。

：修改草绘几何图形及其尺寸。

: 为草绘几何图形设置强制约束。

: 草绘文本。

: 常用草绘截面。

、、、: 动态修剪、边界修剪、分割草绘几何图形。

、、: 镜像、缩放旋转草绘几何图形。

4. 绘制基本图元

任何复杂的图形都是由基本的图元组成的, 如点、坐标系、直线、圆弧、样条、圆锥等。草绘几何图形的基本原则是: 先在工具栏中单击几何工具图标, 再在图形显示区单击几何图形的起点或中心点, 单击终点即可完成几何图形的草绘。Pro/E 对鼠标的各键赋予了快捷功能: 左键用于定义几何图形的位置; 中键用于结束当前几何图形的绘制; 右键提供一个“弹出式”菜单, 以方便用户访问其他几何命令。

1) 绘制直线

(1) 草绘两点直线: 单击草绘两点直线图标 , 先单击起点, 移动鼠标定义其方向和长度, 再单击终点。如果连续绘制直线, 则在连接点处不能单击两次, 否则会出现多余的线段。要结束连续直线的绘制或取消当前绘制的直线时, 可单击鼠标中键, 如图 2-2(a)所示。

(2) 草绘两图元间的切线: 单击草绘两图元间的切线图标 , 在第一个参照图元的切点处单击鼠标, 移动鼠标控制直线的走向, 当鼠标靠近第二个参照图元时, 系统会自动捕捉相切点, 再单击鼠标确认完成直线草绘。草绘的直线保证与两个参照几何相切, 如图 2-2(b)所示。

(3) 草绘中心线: 单击草绘中心线图标 , 单击第一点确定中心线的位置, 移动鼠标后, 单击鼠标左键定义直线的方向, 如图 2-2(c)所示。

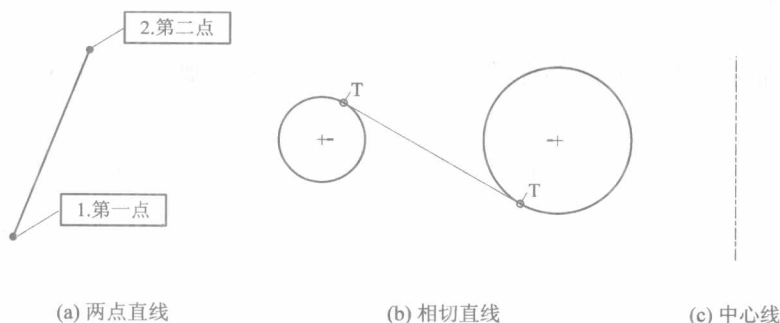


图 2-2 草绘直线

2) 绘制长方形

单击草绘长方形图标 , 先单击起点, 移动鼠标定义长方形的长度和宽度, 再单击长方形的对角点, 如图 2-3 所示。

3) 绘制圆类图元

(1) 中心半径方式: 单击草绘中心半径圆图标 , 首先单击圆心位置, 移动鼠标, 单击圆通过的点以确定其半径, 如图 2-4 所示。

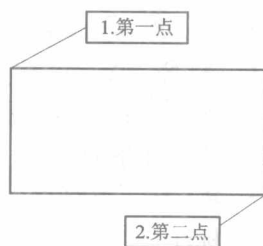


图 2-3 草绘长方形

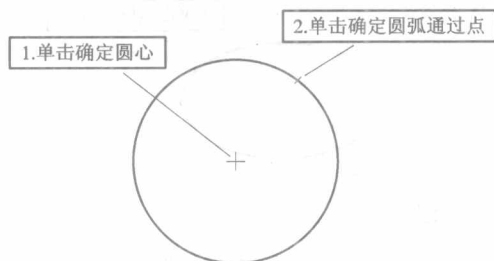


图 2-4 草绘中心半径圆

(2) 同心圆：单击草绘同心圆图标 ，先单击参照圆或圆弧，以确定同心圆的圆心，移动鼠标，再单击圆通过的点以确定其半径，如图 2-5 所示。

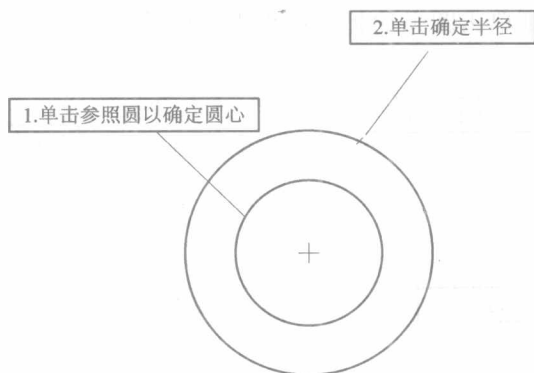


图 2-5 草绘同心圆

(3) 三点方式：单击草绘三点圆图标 ，使用鼠标分别单击三个不在同一直线上的点，系统会根据单击的点确定出圆心和半径，如图 2-6 所示。

(4) 三点相切方式：单击草绘三点相切圆图标 ，使用鼠标分别单击三个与草绘圆相切的参照几何，系统会根据单击参照几何的位置，确定出圆心和半径，草绘出三点相切圆，如图 2-7 所示。

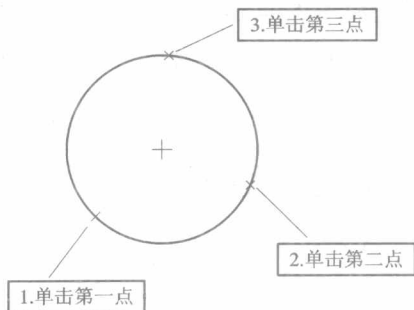


图 2-6 草绘三点圆

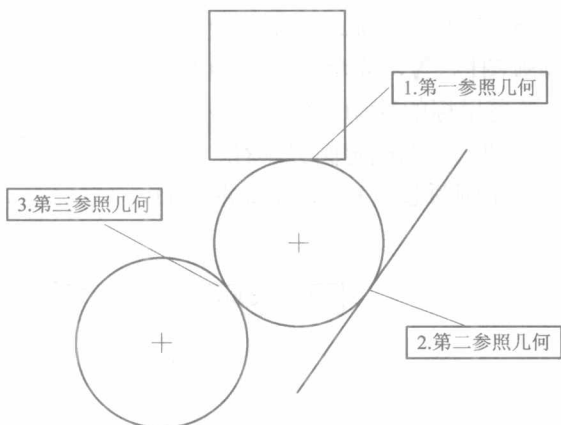


图 2-7 草绘三点相切圆

(5) 草绘椭圆：单击草绘椭圆图标 ，首先单击椭圆的几何中心，再拖动鼠标确定椭圆的长轴和短轴，单击确认椭圆的草绘，如图 2-8 所示。

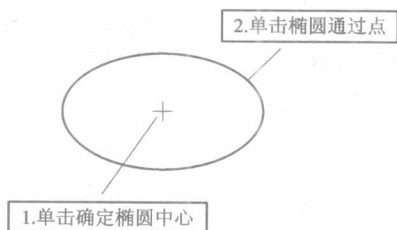


图 2-8 草绘椭圆

4) 绘制弧类图元

(1) 相切/三点圆弧：单击草绘圆弧图标 ，如果草绘的圆弧与其他草绘几何在端点处汇合，则单击起点后，草绘圆弧与草绘几何在端点处相切，拖动鼠标再单击圆弧终点；如果要草绘孤立的圆弧，则单击圆弧的起点和终点，拖动鼠标，单击圆弧通过的点以确定圆心和半径，如图 2-9 所示。

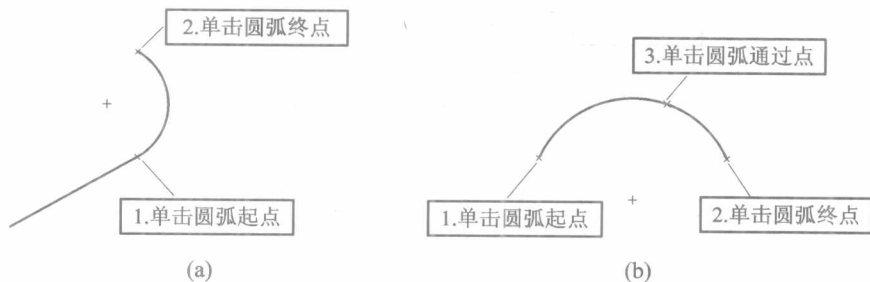


图 2-9 草绘相切/三点圆弧

(2) 同心圆弧：单击草绘同心圆弧图标 ，首先单击参照圆或圆弧，以确定草绘同心圆弧的圆心，然后分别单击圆弧的起点和终点，如图 2-10 所示。

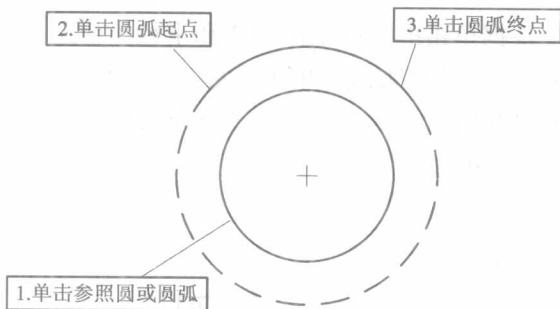


图 2-10 草绘同心圆弧

(3) 中心点圆弧：单击草绘中心点圆弧图标 ，先单击草绘圆弧中心，随着鼠标的移动，系统将显示出中心线圆以帮助确定圆弧半径，然后分别单击圆弧起点和终点，如图 2-11 所示。

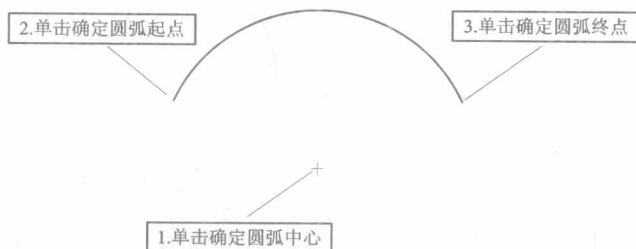


图 2-11 草绘中心点圆弧

(4) 三点相切弧：单击三点相切弧图标，先在第一参照几何上单击相切圆弧的起点，再单击第二参照几何以确定相切圆弧的终点，拖动鼠标至第三参照几何，系统会自动捕捉与之相切的点，单击确认三相切圆弧的草绘，如图 2-12 所示。

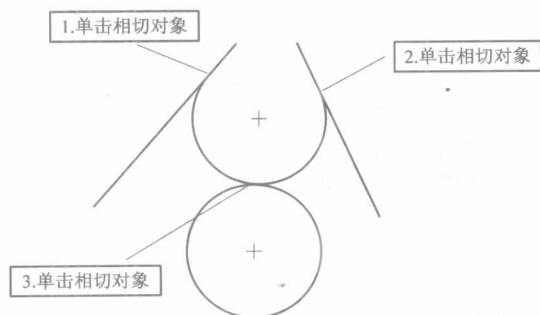


图 2-12 草绘三点相切弧

(5) 锥形弧：单击草绘圆锥曲线图标，单击锥形弧的起点和终点，再拖动鼠标，单击锥形弧通过的点以确定其几何形状，如图 2-13 所示。

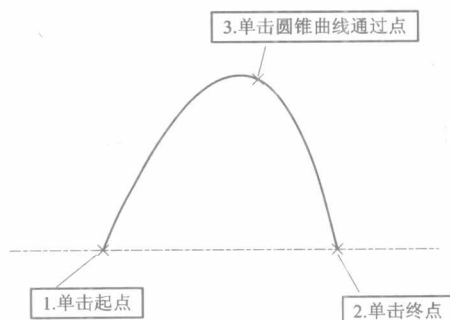


图 2-13 草绘锥形弧

5) 绘制倒角

在 Pro/E 草绘中，绘制的倒角分两种：倒圆角和倒椭圆角。

(1) 倒圆角：单击工具按钮，选择两个相交的图元，此时在这两个相交图元间便生成一个圆角，而圆角的大小与选择图元的位置有关，如图 2-14 所示。

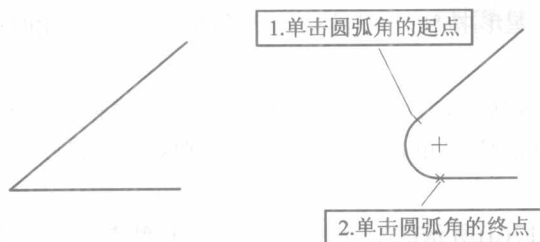


图 2-14 草绘倒圆角