

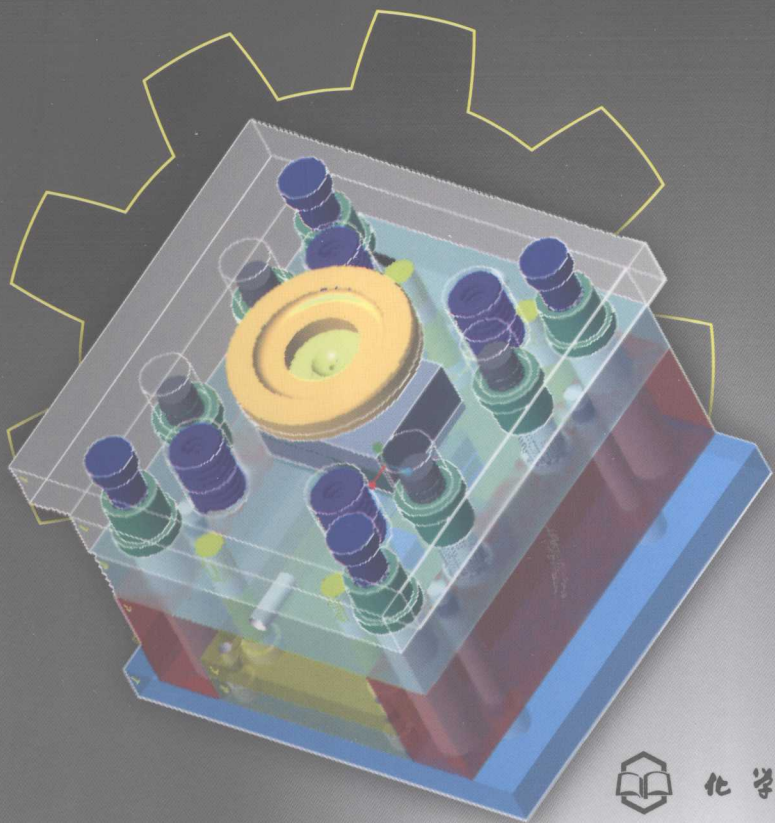
Pro/E

产品造型与模具设计

实用教程

张斌 张斌 谢军 花杏华 编

秦松祥 主审



化学工业出版社

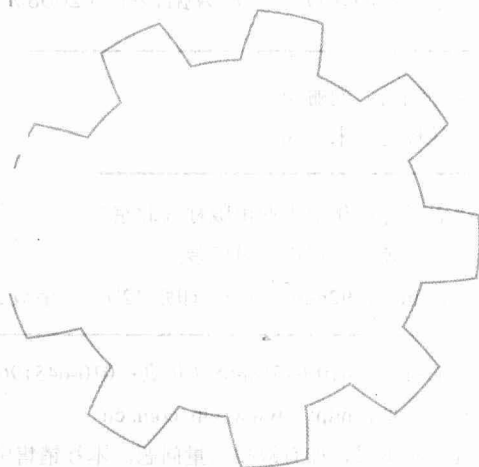
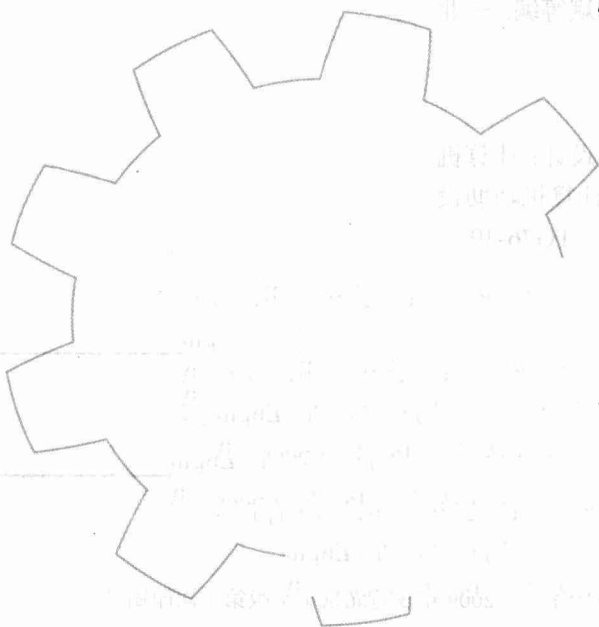
PRO/E

产品造型与模具设计

实用教程

张斌 张斌 谢军 花杏华 编

秦松祥 主审



化学工业出版社

定价：28.00元

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

Pro/E 产品造型与模具设计实用教程 / 张斌等编. —北京: 化学工业出版社, 2009.3

ISBN 978-7-122-04485-3

I. P… II. 张… III. ①工业产品-造型设计: 计算机辅助设计-应用软件, Pro/Engineer ②模具-计算机辅助设计-应用软件, Pro/Engineer IV. TB472-39 TG76-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 211940 号

责任编辑: 刘丽宏

装帧设计: 王晓宇

责任校对: 宋 玮

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 12½ 字数 320 千字 2009 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 35.00 元

版权所有 违者必究

前 言

随着科学技术的发展,各种产品的更新换代速度愈来愈快,而模具设计工作与产品的更新息息相关。传统的手工设计模式已经不能很好地适应时代的需要,计算机辅助设计与制造已成为目前模具设计的主流。美国 PTC 公司的 Pro/Engineer 软件提供了全面的计算机辅助设计与制造的解决方案。

随着 Pro/Engineer 软件的升级,PTC 公司所提供的 EMX(塑料模设计模块)和 PDX(级进模设计模块)在模具设计中所显现出的高效性得到模具设计人员的重视,国内模具行业对于 EMX 和 PDX 的学习和使用出现了一股热潮。

目前,市面上的相关图书一般只涉及塑料模的设计,多数只讲模具的分型,并不具体讲解模具设计的整个过程,且起点较高,要求读者具有一定的 Pro/Engineer 操作水平。针对不少读者希望了解和掌握 Pro/Engineer wildfire 模具设计和应用技术知识,本书重点介绍利用 Pro/Engineer wildfire 进行产品造型和模具设计的全过程。

本书共分三篇,其中产品造型篇讲解 Pro/Engineer wildfire 产品造型与模具设计基础,主要内容为:二维草绘设计、三维建模、特征操作、零件装配、钣金设计;第二篇通过案例讲解了典型塑料模具和冲压模具的设计及 EMX 和 PDX 模块在模具结构设计中的应用;第三篇结合实际制品,进行二维零件及装配工程图样的产生,重点讲解了零件图的尺寸标注、标题栏、技术要求、装配图的明细表生成等知识。

本书内容简明、通俗易懂、条理清晰,特别适合具有一定模具设计基础知识,想进一步提高模具设计水平的读者阅读,可作为模具生产制造方面的工程技术人员以及技工、大专院校学生的教材。

全书由泰州职业技术学院张斌(男)、张斌(女)、谢军、花杏华编写,泰州职业技术学院秦松祥教授主审。张斌(男)编写实训 1、7~15;张斌(女)编写实训 2、3、16~18;谢军编写实训 4、6;泰州春兰集团研究院花杏华编写实训 5。

由于本书编写时间仓促,加之编者水平有限,难免存在不当之处,恳切希望广大读者给予指正并提出宝贵意见。

编 者

目 录

第一篇 产品造型	1
实训 1 Pro/Engineer 野火版 3.0 工作环境介绍	1
1.1 Pro/Engineer 野火版 3.0 功能简介	1
1.2 Pro/Engineer 野火版 3.0 工作界面	2
1.3 Pro/Engineer 野火版 3.0 鼠标按键的应用	3
实训 2 Pro/Engineer 草绘模块	4
2.1 2D 草绘环境	4
2.2 基本图形元素的绘制	6
2.3 图形编辑	10
2.4 尺寸标注与修改	11
2.5 约束条件的应用	14
2.6 草绘冲突的处理	15
2.7 草绘示例	15
实训 3 Pro/Engineer 三维特征建模	16
3.1 基本实体特征的建立	16
3.2 基准特征的建立	23
3.3 结构特征的建立	28
实训 4 特征操作	35
4.1 特征复制	36
4.2 特征镜像	38
4.3 特征阵列	39
4.4 特征修改	41
4.5 编辑定义特征	44
实训 5 零件装配	45
5.1 零件装配设计的一般流程	46
5.2 零件装配设计实例	50
5.3 建立装配件的分解（爆炸）图	51
实训 6 钣金设计	53
6.1 基础壁特征	53
6.2 附加壁特征	56
6.3 折弯操作	58
6.4 成形操作	60

第二篇 模具设计	64
实训 7 简易型腔注射模设计	64
7.1 设计任务及方案分析	64
7.2 模具型腔设计	64
7.3 模架及其他模具机构设计	68
实训 8 哈夫结构注射模设计	75
8.1 设计任务及方案分析	76
8.2 加载参照模型	76
8.3 成形零件设计	77
8.4 模架及其他模具零件设计	80
实训 9 斜导柱滑块抽芯机构注塑模设计	84
9.1 设计任务及方案分析	84
9.2 在 EMX 中加载参照模型	84
9.3 成形零件设计	85
9.4 模架及其他模具机构设计	89
实训 10 弯销侧抽芯机构注射模设计	94
10.1 设计任务及方案分析	94
10.2 在 EMX 中加载参照模型	94
10.3 成型零件设计	95
10.4 模架及其他模具机构设计	98
实训 11 内侧抽芯机构注射模设计	106
11.1 设计任务及方案分析	106
11.2 模具型腔设计	107
11.3 模架及其他模具零件设计	109
实训 12 冲裁模设计	119
12.1 设计任务及方案分析	119
12.2 创建工件参照零件	119
12.3 创建条带布局	120
12.4 PDX 模架设计	121
实训 13 弯曲模设计	130
13.1 设计任务及方案分析	130
13.2 弯曲模具设计	131
实训 14 拉深模设计	141
14.1 设计任务及方案分析	141
14.2 新建模具项目	141
14.3 建立上模组件	142

14.4	建立下模组件	146
14.5	选用标准件	150
实训 15	级进模设计	153
15.1	设计任务及方案分析	153
15.2	创建条带布局	154
15.3	PDX 模架设计	155
第三篇	工程图制作	167
实训 16	产品工程图制作	167
16.1	图纸幅面的选择	167
16.2	视图的创建	168
16.3	尺寸的创建及修改	168
16.4	注释的创建	170
16.5	图框及标题栏的制作	170
实训 17	模具总装图制作	172
17.1	浏览模具工程图	172
17.2	装配视图的生成及修改	173
17.3	材料清单的生成	175
实训 18	工程图的输出	179
18.1	交互式出图	180
18.2	批量出图	182
附录 A	塑料模设计程序及要求	184
附录 B	冲压模设计程序及要求	186
附录 C	Pro/E 野火版工程图常用设置	188
参考文献		190

第一篇 产品造型

实训 1 Pro/Enginner 野火版 3.0 工作环境介绍

实训要点

➔ Pro/Enginner Wildfire 3.0 的安装与界面介绍

1.1 Pro/Enginner 野火版 3.0 功能简介

Pro/Enginner Wildfire 3.0 系统是一个大型软件包，它支持并行工作和协同工作，是一个应用广泛、功能强大的 CAD/CAE/CAM 工程软件，它将产品从设计到生产加工的过程集成在一起，并且能够实现所有用户同时参与同一产品的设计与制造工作。

Pro/Enginner Wildfire 3.0 系统由以下六大主模块组成：工业设计（CAID）模块、机械设计（CAD）模块、功能仿真（CAE）模块、制造（CAM）模块、数据管理（PDM）模块和数据交换（Gcometry Translator）模块。这些主模块又包含了许多不同的子模块，每种子模块可完成不同的设计、分析和制造功能，在此无法将每种子模块的功能一一给出，下面主要就机械设计（CAD）模块和制造（CAM）模块中用户经常使用的一些子模块作简单介绍。

（1）**实体装配模块** 实体装配模块是一个参数化组装管理系统，用户可采用自定义手段生成一组组装系列并可自动地更换零件。同时生成的装配模型包含的零件数目没有限制，因此可用来构造和管理大型复杂的模型，并且装配模型可以按不同的详细程度来表示，从而使用户可以对某些特定的部件或子装配体进行研究，而且能够保证整个产品的设计意图不变。

（2）**电路设计模块** 电路设计模块提供了一个全面的电缆布线功能，它为在 Pro/Enginner Wildfire 3.0 的部件内设计三维电缆和导线束提供了一个综合性的电缆铺设功能包。用户进行三维电缆铺设时，可与设计和组装机电装置同时进行，并能对机械与电缆空间进行优化设计。

（3）**曲面设计模块** 曲面设计模块为用户提供了各种不同的方法来创建各种类型的曲面或形状复杂的零件。设计人员在此模块中可直接参与对 Pro/Enginner Wildfire 3.0 中的任一实体零件的几何外形和自由形式的曲面进行有效的开发，或者直接进行整个曲面造型，其主要创建过程为：创建数个单独的曲面，然后对曲面进行裁剪、合并等操作，最后将曲面或面组转化为实体零件。

（4）**特征模块** 特征模块扩展了 Pro/Enginner Wildfire 3.0 的有效特征，包括用户定义的习惯特征，如各种弯面造型、零件抽壳、三维扫描造型、多截面造型功能等。通过将 Pro/Enginner Wildfire 3.0 任意数量的特征组合在一起，可以既快又方便地生成用户自定义特征。另外，Pro/Enginner Wildfire 3.0 具有从零件上一个位置复制或组合特征到另一个位置的能力以及镜像复制生成带有复杂雕刻轮廓的实体模型的功能。

（5）**模具设计模块** 模具设计模块主要用于设计模具部件和进行模板组装。在此模块中用户可方便地创建模具型腔几何外形，产生模具模芯和腔体，产生精加工的塑料零件和完整的模具装配体文件，自动生成模架、冷却水道、顶出杆和分型面，在模具打开的过程中检测

元件是否干涉,分析设计零件是否可塑,对问题区域进行检测和修复等。

(6) **钣金设计模块** 钣金设计模块为用户提供了专业工具来设计和制造钣金部件,与实体零件模型一样,钣金件模型的各种结构也是以特征的形式进行创建的。在此模块中用户可以创建钣金壁,添加其他实体特征,创建钣金冲孔和切口,进行钣金折弯和展开,最终生成钣金件工程图。

(7) **制造模块** 制造模块支持高速加工及专业化加工,能够产生生产过程规划、刀具轨迹,能根据用户需要对产生的生产规划做出时间上、价格上及成本上的估计。通过 Pro/Enginner Wildfire 3.0 中制造模块能够实现将生产过程、生产规划与设计造型连接起来,所以任何设计上的改变,软件都能自动地将已做过的生产上的程序和资料自动地更新,而无需用户手动修改。它将具备完整关联性的 Pro/Enginner Wildfire 3.0 产品延伸到加工制造的工作环境里,容许用户采用参数化方法去定义数字控制(NC)工具路径,凭此才可将 Pro/Enginner Wildfire 3.0 生成的实体模型进行加工,接着对这些信息做后期处理,产生驱动器件所需的编码。

(8) **仿真模块** 在此模块中,通过对数字控制操作进行仿真,可以帮助制造工程人员优化制造过程,减少废品和再加工。在加工和操作开始以前,让用户检查干涉情况和验证零件切割的各种关系,以保证加工顺利地进行。

1.2 Pro/Enginner 野火版 3.0 工作界面

Pro/Enginner Wildfire 3.0 软件安装完成后,单击[开始/程序/Pro/E Wildfire 3.0]命令或直接在桌面上双击 Pro/E Wildfire 3.0 的图标,即可启动软件进入到 Pro/E Wildfire 3.0 的工作界面,如图 1-1 所示。

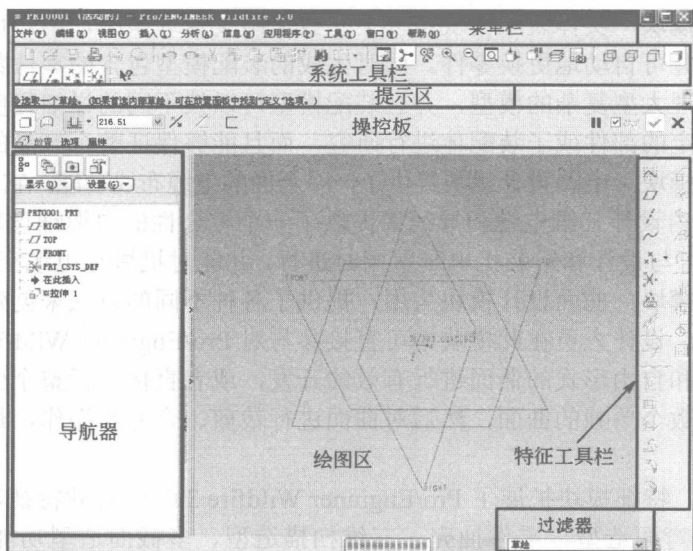


图 1-1 Pro/Enginner Wildfire 3.0 的工作界面

下面详细介绍 Pro/Enginner Wildfire 3.0 操作界面的组成部分。

(1) **菜单栏** 通过选择菜单栏的相关功能进行绘图编辑等相关工作。菜单栏中带有创建、保存和修改模型选项的菜单功能,还包含设置 Pro/Engineer 环境和设置配置选项等。

(2) **系统工具栏** 通过选择系统工具栏图标,可进行新建文件、缩放等一些主要功能的

应用。

(3) **导航器** 通过选择导航器上的图标进行模型树、文件夹浏览器、收藏夹、历史搜索等功能的应用。

(4) **操控板** 利用特征功能进行绘图时，可以应用选择操控板上的图标进行草绘基准平面、尺寸参数等的构图设定。

(5) **提示区** 用户可通过提示区逐一的步骤提示，进行软件应用的操作。

(6) **绘图区** 通过绘图区显示构建的模型。


(7) **特征工具栏** 通过选择工具栏上的特征图标，进行模型的构建。

(8) **过滤器** 通过过滤器在建模或编辑时进行不同方式的选择。

1.3 Pro/Engineer 野火版 3.0 鼠标按键的应用

Pro/Engineer 野火版在鼠标和按键的应用过程中也有不同的使用方法，首先来介绍一下鼠标的使用，使用不同类型的鼠标（如三键鼠标或两键鼠标等）按键的应用也不尽相同。如表 1-1 所示鼠标选择的基本使用。

表 1-1 鼠标选择的基本使用

作用	操作方法	选择后颜色效果
将要选择项目	移动光标到选择的位置	 预选（青色） 选定项目（红色） 次级选定项目（橙色） 预览几何（黄色） 次级预览几何（浅黄色）
选定项目	单击左键	
查询选定项目	单击右键	
添加/删除选定目	Ctrl+左键	
选择链或曲面组	Shift+左键	

在模型构建的过程当中，工程技术人员希望能够应用软件进行高效的作图，比如移动、缩放、动态旋转等方法都可以通过鼠标快速的实现，如表 1-2 所示的三键鼠标的的应用。

表 1-2 三键鼠标应用

作用	操作方法
旋转	旋转处拖动中键
平移	Shift+拖动中键
缩放	Ctrl+上下拖动中键
翻转	Ctrl+左右拖动中键

现在由于互联网非常普及，所以为了网页浏览的方便，许多硬件厂商都生产了中键是滚轮的三键鼠标，所以 Pro/Engineer 野火版也特此进行了设计的改变，使用的方法如表 1-3 所示。

表 1-3 滚轮鼠标应用

作用	操作方法
快速缩放	旋转中键滚轮
0.5 倍缩放	Shift+滚轮中键
2 倍缩放	Ctrl+滚轮中键

注意如果在旋转、缩放时按下系统工具栏的旋转中心图标，则以绘图区中心的旋转标记作为基准作旋转、缩放或移动。此旋转中心图标没有按下，则以旋转、缩放时光标所选择的

位置作为基准作旋转、缩放或移动。如果在旋转、缩放或平移中希望快速地观察模型，不希望看到基准平面或基准坐标系等项目，可以按下视图模式按钮，此时在旋转、缩放时单独显示观察模型。如果希望在应用软件进行塑料制品设计的过程当中，能够得心应手的高效完成设计，必须熟记以上的鼠标应用及其快捷键的应用方法。这样才能保证设计时灵活地在绘图区显示模型。

实训 2 Pro/Engineer 草绘模块

实训要点



- 了解草绘环境
- 二维图元的建立
- 尺寸的建立与修改
- 约束的添加与修改

Pro/Engineer 草绘模块是创建零件模块的基础模块，Pro/Engineer 的工程图通常是利用草绘器绘制的 2D 图形来完成的，在进行零件建模时，通过草绘器创建所需要的截面，利用截面通过一定的关系或方式来完成特征的创建。要熟练使用 Pro/Engineer 进行三维图形的设计，首先必须掌握好利用草绘器进行 2D 图形绘制的方法和技巧。下面主要介绍草绘器中二维图元的创建、编辑、约束及标注的方法。

2.1 2D 草绘环境

2.1.1 进入草绘模式的方式

通常有如图 2-1 所示的两种进入草绘模式的方式：

- ① 直接进入草绘模块。单击工具栏新建按钮 ，在打开的新建文件对话框中点选  草绘，即可进入草绘模块；
- ② 在创建三维特征的过程中，系统引导用户进入草绘环境，绘制二维截面图。

2.1.2 草绘界面

草绘器绘图界面如图 2-2 所示，主要由菜单栏、草绘设置工具按钮、草绘工具栏和绘图区域组成。

(1) 草绘设置工具按钮 草绘设置工具按钮用于设置草绘时的显示状态，如图 2-3 所示。

(2) 草绘工具栏 当进入草绘模式时，有两种绘图模式可供用户选择，即利用目的管理器或菜单管理器（图 2-4 两种草绘模式）。前者为 Pro/Engineer 的默认绘图方式，后者则为擅长菜单模式设计者所喜好。两种模式原则上都可独立完成草绘工作，除了界面和其他一些小差别外，绘图方式基本相同。在 Pro/Engineer wildfire 中，由于草绘功能的集成，菜单管理的重要性有所下降，草绘工具栏各按钮的功能如图 2-5 所示。

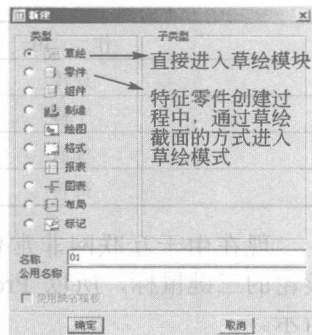


图 2-1 进入草绘模式的方式

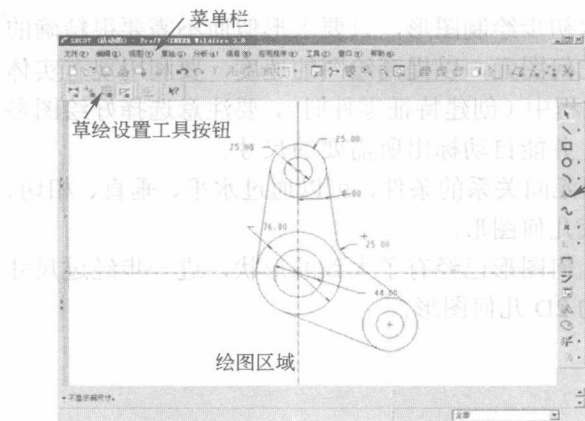


图 2-2 草绘器绘图界面

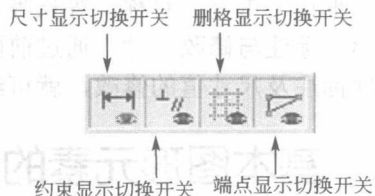


图 2-3 草绘设置工具按钮

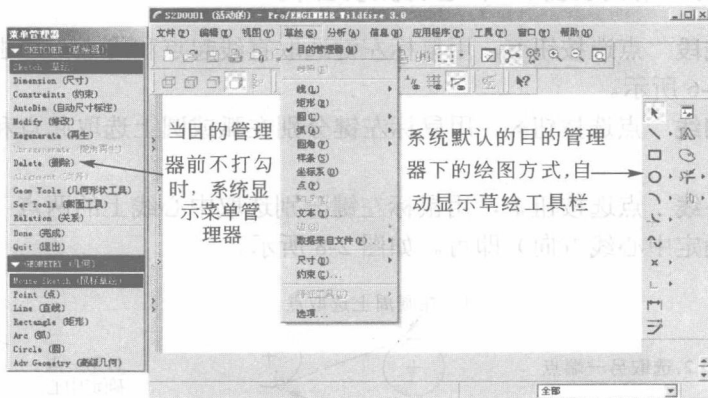


图 2-4 两种草绘模式

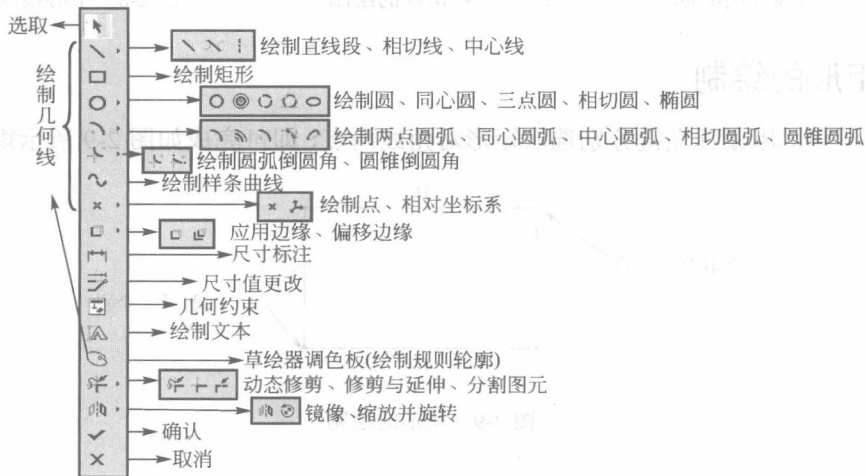


图 2-5 草绘工具栏按钮介绍

2.1.3 草绘几何的基本步骤

在草绘环境中建立草绘图一般有几个步骤：


(1) **绘制几何图形** 根据图形的基本形状初步绘制图形, 只要求形似而不需要很精确的尺寸。在绘图时, 充分利用鼠标快击键绘制几何图元, 以提高绘图的速度, 要利用现有实体几何的边线或通过偏移来绘制图元, 在绘图过程中(创建特征零件时), 要注意选择好绘图参照, 以便系统能快捷地捕捉到点、线等图元, 并能自动标出所需要的尺寸。


(2) **增加约束条件** 约束是定义几何或图元间关系的条件, 可以通过水平、垂直、相切、正交、平行、重合、对称、等长等条件来约束几何图形。


(3) **标注与修改尺寸** 通过前面两步, 几何图形已经有了大致的形状, 进一步经过尺寸的合理标注及尺寸值的修改, 就可绘出准确的 2D 几何图形。

2.2 基本图形元素的绘制

2.2.1 直线段、相切线、中心线的绘制

(1) **绘制直线段** 点击按钮 , 用鼠标左键选取直线起点和终点, 单击鼠标中键结束直线的绘制。如图 2-6 所示。

(2) **绘制相切线** 点击按钮 , 用鼠标左键分别在弧或圆上选取起点和终止点即可。如图 2-7 所示。

(3) **绘制中心线** 点击按钮 , 用鼠标左键分别选取中心线上的两点(第一点确定中心线位置, 第二点确定中心线方向)即可。如图 2-8 所示。

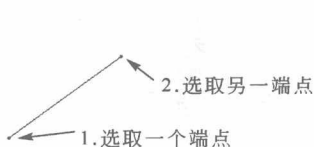


图 2-6 直线段的绘制

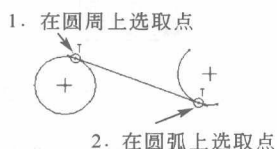


图 2-7 相切线的绘制

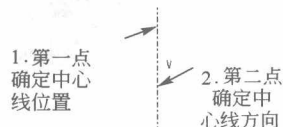


图 2-8 中心线的绘制

2.2.2 矩形的绘制

点击按钮 , 用鼠标左键分别选取矩形对角线两点, 即可完成如图 2-9 所示矩形的绘制。

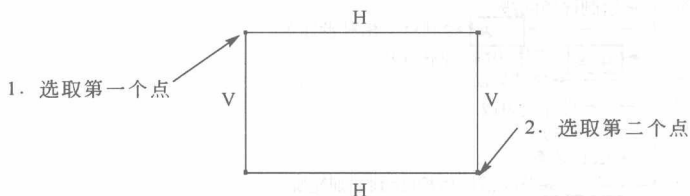



图 2-9 矩形的绘制

2.2.3 圆的绘制

(1) **以圆心、半径方式绘制圆** 点击按钮 , 先用鼠标左键选圆心, 再用鼠标左键选取圆周上的点以确定半径, 如图 2-10 所示。

(2) **绘制同心圆** 点击按钮 , 先用鼠标左键选取与之同心的圆或弧, 再用鼠标左键选

取圆周上的点以确定半径，如图 2-11 所示。

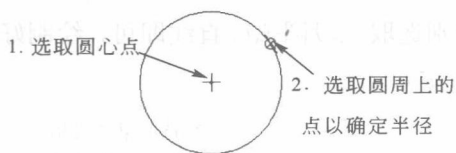


图 2-10 以圆心、半径方式绘制圆

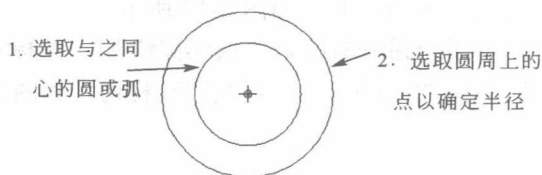




图 2-11 同心圆的绘制

(3) **三点圆的绘制** 点选按钮 , 鼠标左键分别选取三个点即可完成三点圆弧的绘制，如图 2-12 所示。

(4) **三相切圆的绘制** 点选按钮 , 鼠标左键分别选取三段圆弧或直线即可，绘制好的圆与选取的三段圆弧或直线同时相切，如图 2-13 所示。

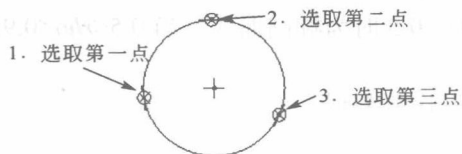


图 2-12 三点圆的绘制

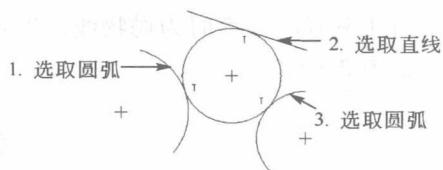



图 2-13 三相切圆的绘制

(5) **椭圆的绘制** 点选按钮 , 先用鼠标左键选取圆心点，再用鼠标左键选取椭圆圆周上的点以确定椭圆半径，如图 2-14 所示。

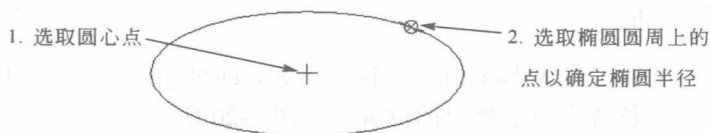




图 2-14 椭圆的绘制

2.2.4 圆弧的绘制

(1) **两点圆弧的绘制** 点选按钮 , 鼠标左键选取圆弧两 endpoint，再选取圆弧上的一点以确定圆弧半径。如图 2-15 所示。

(2) **同心圆弧的绘制** 点选按钮 , 先用鼠标左键选取与之同心的圆弧，再选取圆弧上的两 endpoint，单击鼠标中键结束同心圆弧的绘制。如图 2-16 所示。

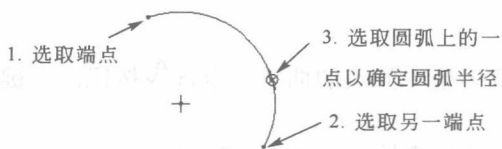


图 2-15 两点圆弧的绘制

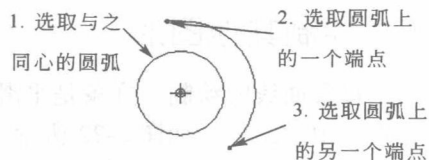




图 2-16 同心圆弧的绘制

(3) **中心圆弧的绘制** 点选按钮 ，先用鼠标左键选取圆心点，再选取圆弧上的两端点即可完成圆弧的绘制。如图 2-17 所示。

(4) **相切圆弧的绘制** 点选按钮 ，鼠标左键分别选取三段圆弧或直线即可，绘制好的圆弧与选取的三段圆弧或直线同时相切。如图 2-18 所示。

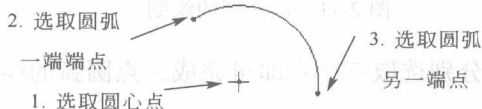


图 2-17 中心圆弧的绘制

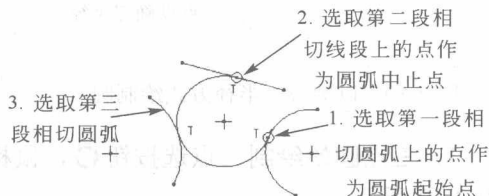



图 2-18 相切圆弧的绘制

(5) **圆锥曲线的绘制** 点选按钮 ，鼠标左键选取圆锥曲线两 endpoint，再左键选取圆锥曲线肩点。当曲率 $\rho=0.5$ 时为抛物线，当 $0.05 < \rho < 0.5$ 时为椭圆曲线；当 $0.5 < \rho < 0.95$ 时为双曲线。如图 2-19 所示。

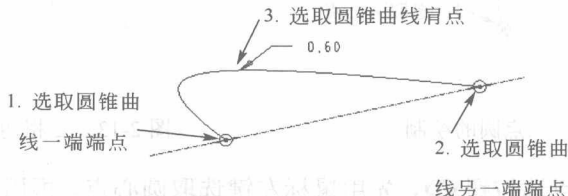




图 2-19 圆锥曲线的绘制

2.2.5 圆角的绘制

(1) **圆弧圆角的绘制** 点选按钮 ，左键两图元，即可在两个图元之间创建一个圆弧圆角过渡。圆角的大小和位置取决于拾取的位置。如图 2-20 所示。

(2) **椭圆圆角的绘制** 点选按钮 ，左键两图元，即可在两个图元之间创建一个椭圆圆角过渡。椭圆圆角的大小和位置取决于拾取的位置。如图 2-21 所示。

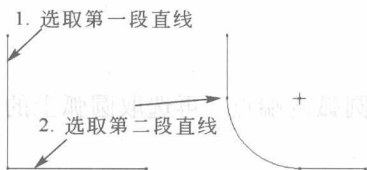


图 2-20 圆弧圆角的绘制

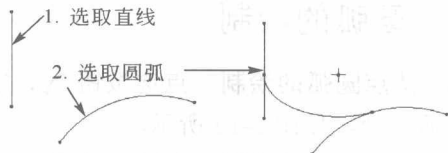



图 2-21 椭圆圆角的绘制

2.2.6 绘制其他图形

(1) **样条曲线的绘制** 样条是平滑通过任意多个中间点的曲线，点选按钮 ，左键选取各中间点，中键结束。如图 2-22 所示。

(2) **点的绘制** 点选按钮 ，在需要的位置左键即可。如图 2-23 所示。


(3) **坐标系的绘制** 点选按钮 ，在需要的位置左键即可完成坐标系的绘制。如图 2-23 所示。




图 2-22 样条曲线的绘制



图 2-23 点和坐标系的绘制

2.2.7 绘制二维文字

点击  按钮，在草绘平面上左键确定文本起始点位置，再用左键第二个点来确定文本高度和方向，系统弹出如图 2-24 所示对话框，在对话框中输入需要创建的文本。通过字体、位置的选择以及长宽比、斜角的调节来获得所需要的文本外形。如图 2-25 所示。

当文本沿曲线放置时，需要先选择放置的曲线，然后再输入文本。如图 2-26 所示。



图 2-24 “文本”对话框




图 2-25 文本水平放置



图 2-26 文本沿曲线放置

2.2.8 调色板的使用

通过调色板的使用，可以直接调用多边形、星形及工程中常见的轮廓截面形状，从而使草绘变得更加快捷方便。

点击  按钮，系统弹出如图 2-27 所示调色板对话框，左键双击所需要的形状，在草绘平面上左键确定其位置，选取所需比例和旋转角度，即可完成绘制。图 2-27 是利用调色板直接绘制五角星图形。

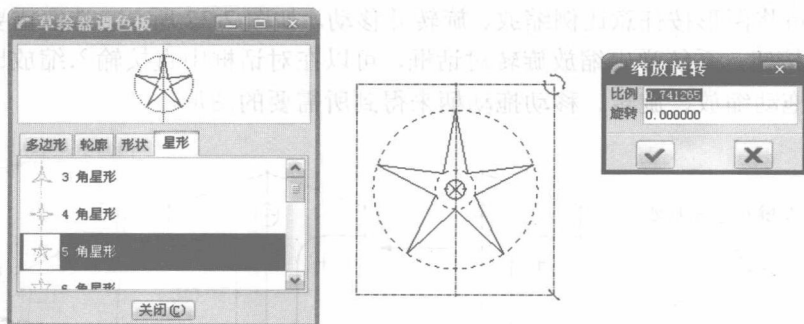





图 2-27 调色板的使用示例


2.3 图形编辑

在草绘工具栏上图形编辑按钮有：按钮，对图形进行动态修剪、修剪与延伸（拐角）、分割图元。按钮，对图形进行镜像、缩放并旋转。

2.3.1 动态修剪

点选按钮，移动鼠标到要修剪的图元区域，系统自动判断出被交截的图元并加亮显示，单击左键即可完成修剪。如图 2-28 所示。

2.3.2 修剪与延伸（拐角）

修剪与延伸（按钮）是将两相交图元在交点处裁减，或将两条有相交趋势的图元延长至交点并裁减多余图元。如图 2-29 所示。

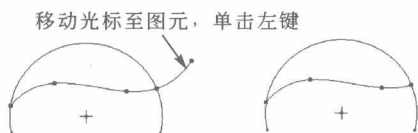


图 2-28 动态修剪

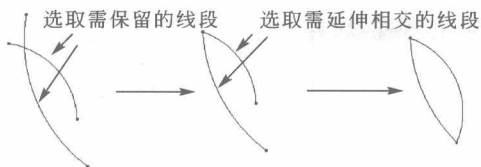




图 2-29 修剪与延伸


2.3.3 分割图元

分割图元（按钮）可将一个截面图元分割成两个或多个新图元。如图 2-30 所示。

2.3.4 镜像

镜像是将图形进行镜像复制，在进行镜像操作之前，应首先绘制一条中心线作为镜像参考线。如图 2-31 所示，选取需要镜像的图元，点选按钮，左键中心线，完成镜像的操作。

2.3.5 缩放旋转

缩放旋转可将图形按任意比例缩放、旋转并移动。如图 2-32 所示，选取需要缩放旋转的图元，点选按钮，系统弹出缩放旋转对话框，可以在对话框中直接输入缩放比例及旋转角度，也可直接拖动缩放、旋转、移动拖动柄来得到所需要的图形。

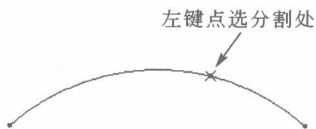


图 2-30 分割

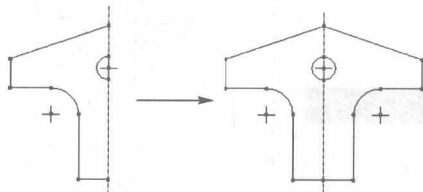


图 2-31 镜像

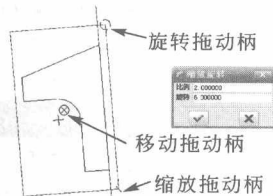


图 2-32 缩放旋转