



计算机辅助设计技术系列

Pro/Engineer Wildfire

高级实例教程

姜俊杰 等编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

万水计算机辅助设计技术系列

Pro/Engineer Wildfire 高级实例教程

姜俊杰 等编著

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书是 Pro/Engineer Wildfire 的高级实例教程。本书共 14 章, 其中第 1 章~第 4 章主要介绍 Pro/Engineer Wildfire 的软件功能以及基本特征的创建; 第 5 章~第 14 章通过 10 个各有侧重的实例来介绍 Pro/Engineer Wildfire 的使用及技巧, 其中包括零件设计、装配、复杂曲面设计、钣金设计、工业造型设计等方面的内容。

本书实例丰富、贴近实际、讲解详尽, 适合于初学者或有一定基础的读者使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

Pro/Engineer Wildfire 高级实例教程 / 姜俊杰等编著. —北京: 中国水利水电出版社, 2004.7

(万水计算机辅助设计技术系列)

ISBN 7-5084-2215-5

I. P… II. 姜… III. 机械设计: 计算机辅助设计—应用软件, Pro/Engineer Wildfire—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 064300 号

书 名	Pro/Engineer Wildfire 高级实例教程
作 者	姜俊杰 等编著
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京蓝空印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 17.75 印张 398 千字
版 次	2004 年 7 月第 1 版 2004 年 7 月第 1 次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	30.00 元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

Pro/Engineer 是一种 CAD/CAE/CAM 一体化设计软件, 由 PTC 公司于 1988 年推出, 现在已成为世界上最普及的三维设计软件之一, 并广泛应用于机械、汽车、航空、航天、模具、工业设计等诸多领域。

Pro/Engineer 的参数化、基于特征的设计方法是对传统三维造型软件观念的重大突破, 是机械设计自动化领域的新标准。2002 年推出的 Wildfire 版本是世界上第一套用于产品开发领域的“全方位”一体化系统, 也是 PTC 产品生命周期管理 (PLM) 解决方案的核心。使用 Pro/Engineer 及其相关软件可以综合工业设计、机械设计、功能仿真以及加工制造等功能, 从而可以大大缩短产品开发时间与流程。

- 本书的结构安排

本书从实用的角度出发, 全面系统地介绍了使用 Pro/Engineer 进行零件建模、造型设计、钣金制作、曲面设计以及零件装配等操作方法和技巧。全书共分 14 章, 其中的主要内容包括: Pro/Engineer 概述、二维绘图高级实用技巧、三维绘图概述、基本特征、丝杠螺母实例、风扇实例、车轮实例、收音机实例、手机实例、减速器实例、起重臂实例、鼠标实例、咖啡壶实例和包装盒实例。

- 本书的特色

本书内容丰富, 讲解由浅入深、通俗易懂, 具有很强的实用性。

- 本书的读者对象

本书特别适合 Pro/Engineer 的初级用户或机械及产品造型设计人员使用, 也可作为大专院校相关专业学生的参考书。

本书主要由姜俊杰编写。另外, 刘卓、徐桂生、穆雍、孟庆慈、李潇、王宁、张纪奎、麻晓波、黄华、屈秋林、唐清善、邱宝良、周克足、刘斌、李亚捷、李永怀、周卫东、廖日坤等在资料整理和技术方面给予了作者很大的帮助, 在此一并向他们表示感谢!

由于时间仓促及作者水平有限, 书中难免存在一些不足之处, 欢迎广大读者批评指正。

编 者

2004 年 4 月

目 录

前言

第 1 章 Pro/Engineer 概述	1
1.1 Pro/Engineer 软件简介	1
1.2 系统环境简介	2
1.2.1 用户界面	2
1.2.2 常用文件类型	3
第 2 章 二维绘图高级实用技巧	5
2.1 高级编辑工具	5
2.1.1 动态剪切	5
2.1.2 剪切	5
2.1.3 分割	6
2.1.4 镜像	7
2.1.5 比例旋转	7
2.1.6 复制	8
2.2 尺寸标注	8
2.2.1 尺寸标注设置	8
2.2.2 直线尺寸标注	9
2.2.3 直径的标注	10
2.2.4 半径或 rho 值的标注	11
2.2.5 角度的标注	11
2.2.6 基准坐标的标注	12
2.2.7 样条曲线的标注	13
2.2.8 周长尺寸的标注	13
2.3 约束条件	14
2.3.1 约束条件的种类	14
2.3.2 定义技巧	15
2.3.3 如何解决过约束	15
2.4 小结	16
第 3 章 三维绘图概述	17
3.1 产品设计	17
3.2 零件建模过程	17
3.3 特征的概念	18

3.4	绘图面与参考面	18
3.5	位置尺寸	19
3.6	小结	20
第4章	基本特征	21
4.1	基本特征工具栏	21
4.2	基本特征的建立	21
4.2.1	扫描特征	21
4.2.2	混合特征	24
4.2.3	扫描混合特征	29
4.2.4	螺旋扫描特征	30
4.2.5	边界混合特征	32
4.2.6	变截面扫描特征	41
4.3	小结	46
第5章	螺母丝杠装配实例	47
5.1	创建螺母	47
5.2	创建丝杠	50
5.3	丝杠与螺母的装配	53
5.4	小结	54
第6章	电风扇实例	55
6.1	创建风扇	55
6.1.1	创建风扇罩	55
6.1.2	创建风扇叶片	59
6.2	创建电机罩	63
6.3	创建底座	66
6.4	总体装配	72
6.5	小结	74
第7章	汽车车轮实例	75
7.1	创建轮胎	75
7.2	创建钢圈	78
7.3	创建车轮盖	81
7.4	整体装配	82
7.5	小结	83
第8章	收音机实例	84
8.1	收音机上盖设计	84
8.1.1	制作壳体	84
8.1.2	制作孔和槽	87
8.1.3	制作喇叭板	92

8.1.4	制作附件	95
8.1.5	制作显示屏	100
8.2	下壳体设计	103
8.3	天线设计	110
8.4	收音机的装配	111
8.5	小结	114
第 9 章	手机外壳实例	115
9.1	创建手机盖	115
9.1.1	制作上壳体	115
9.1.2	创建手机后盖	125
9.2	创建其他配件	129
9.2.1	创建显示屏	129
9.2.2	创建按键	131
9.2.3	创建键盘盖	132
9.3	手机装配	135
9.4	小结	136
第 10 章	减速器实例	137
10.1	减速器箱体	138
10.2	减速器箱盖	148
10.3	减速器齿轮	153
10.4	轴承及端盖	157
10.4.1	轴承	157
10.4.2	轴承端盖	159
10.5	减速器装配	161
10.6	小结	162
第 11 章	起重臂实例	163
11.1	起重臂关节	163
11.1.1	起重臂一关节	163
11.1.2	起重臂二关节	168
11.1.3	起重臂三关节	172
11.2	千斤顶	176
11.2.1	大千斤顶	176
11.2.2	小千斤顶	179
11.3	吊钩系统	182
11.3.1	电机及基座	182
11.3.2	吊钩	185
11.3.3	滑轮及轴	187

11.4	起重臂装配	188
11.5	小结	192
第 12 章	鼠标实例	193
12.1	鼠标上盖	193
12.1.1	上盖盖体	193
12.1.2	按键	208
12.2	鼠标下盖	213
12.3	鼠标装配	216
12.4	小结	218
第 13 章	咖啡壶实例	219
13.1	壶身设计	219
13.1.1	壶身曲面设计	219
13.1.2	壶身实体设计	240
13.2	壶盖设计	248
13.2.1	盖体曲面设计	248
13.2.2	盖体曲面设计	256
13.3	壶把设计	264
13.3.1	壶把曲面设计	264
13.3.2	壶把实体	271
13.4	小结	271
第 14 章	包装盒实例	272
14.1	包装盒设计	272
14.2	小结	276

第 1 章 Pro/Engineer 概述

1.1 Pro/Engineer 软件简介

随着计算机技术的不断发展,机械设计和工业设计方面的自动化也随之蓬勃发展,同时世界上也出现了越来越多的 CAD/CAM 设计软件,如 Pro/Engineer、Unigraphics、Catia、AutoCAD 等。

美国波士顿的 PTC (Parametric Technology Corp.) 公司于 1985 年开始参数化建模软件的研究,三年后推出了 Pro/Engineer 3D 设计系统。经过十余年的开发和发展,Pro/Engineer 已经成为三维建模软件的翘楚,并广泛地应用于机械、汽车、航空航天、家电、玩具、模具、工业设计等行业。

Pro/Engineer 最突出的特点是单一数据库设计,即所有模块都是全相关的。这就意味着设计者在产品开发过程中所做的任意一处修改,都能够扩展到整个产品的设计中,并同时自动更新所有的工程文件,包括零件图、装配图和工程图等,从而保证数据的正确与一致,并避免反复修改,体现了现代管理中并行工程的理念,缩短产品的研发时间,提高研发效率,同时保证研发质量,这也是 Pro/Engineer 受到众多企业青睐的主要原因。

Pro/Engineer 的另一个主要特点是由 PTC 公司首创的基于特征的参数化造型设计方法。Pro/Engineer 使用特征作为产品几何模型的构造要素。这些特征是一些机械设计中的常用词汇(例如圆角、倒角等),并且可以按预先设置很容易地进行修改,因而让读者易于上手。装配、加工、制造以及其他学科都使用这些领域所独有的特征。通过给这些特征设置参数(包括几何尺寸和非几何属性),就可以实现产品的开发。

在 2002 年中国区用户精英大会上,PTC 隆重推出了其最新版本 Pro/Engineer Wildfire,该版本在功能上所进行的改进都紧紧围绕两个目标:一个是让用户通过图标板(Dashboard)来了解工具,另一个是让资深用户通过直接建模(Direct Modeling,即直接处理模型)来加快建模速度。

顾名思义,直接建模就是直接处理模型,而不需要太多的对话框。因为所有的交互都直接在模型本身上进行,所以使鼠标的移动达到最少。而图标板专门用来指导用户该去哪里,并告诉用户应该做什么。用户需要的常用功能可以随时通过浮动面板获得,否则它们会隐而不现。直接建模就是允许用户直接使用鼠标处理模型,而无须使用菜单。在直接建模时近 80%的常用特征都可以通过鼠标点击出来。

Wildfire 版最大的改进在于用户界面。新型图标板是一个图形化工具栏,它能够让用户对某个特征的当前属性一目了然,并且可以直接在屏幕上随时修改它们的值,而不用下拉下一级菜单。通过把每个特征最常用的任务放在前面和中间——可以即刻得到并易于展开的地方,图标板使鼠标移动最少。只需单击即可快速在滑出式图标板上得到更多高级功能。图标板使用户

可以更直接地使用新版本所提供的功能,从而大大提高了设计效率。而另一方面从维护成本的角度来看,软件供应商也可以在一定程度上减少后期的咨询与培训服务。

新版本的交互式曲面设计增强功能通过导入大比例的草图轨迹,显示主要参数,以便轻松进行更改和优化。更改后系统将自动重新生成曲线和曲面,从而极大地提高了设计效率。

Photolux 与 Pro/Engineer Wildfire 集成后推出了许多新的功能选项,其中包括:

- 光线跟踪功能。
- 许多新的纹理材料选项。
- 高级灯光控制。
- 包括雾、光散射和景深在内的造型特效。
- 超现实的摄影技术,例如镜头光效和光散射。

另外,Wildfire 版本还集成了浏览器、网络连接等功能,在同类产品中相当独特。独特的新型设计会议功能可以让供应商、工程师甚至客户之间建立安全、完全互通的连接,以便浏览、处理和设计模型。使用完全构筑在 Pro/Engineer Wildfire 中的 Groove Networks 公司的前沿技术,完全可以进行协同设计,甚至可以让模型控制权在与会者之间进行传递。Pro/Engineer Wildfire 能够确保设计模型的一致性,并在做决定时能够自动同步文件。由于主导者可以控制由谁来获取数据,因此可以保证知识产权的安全性。

1.2 系统环境简介

1.2.1 用户界面

Pro/Engineer Wildfire 的操作界面如图 1-1 所示,它大体可以分为菜单栏、系统工具栏、绘图窗口、导航器窗口、浏览器窗口、过滤器、特征工具栏和状态栏等部分。

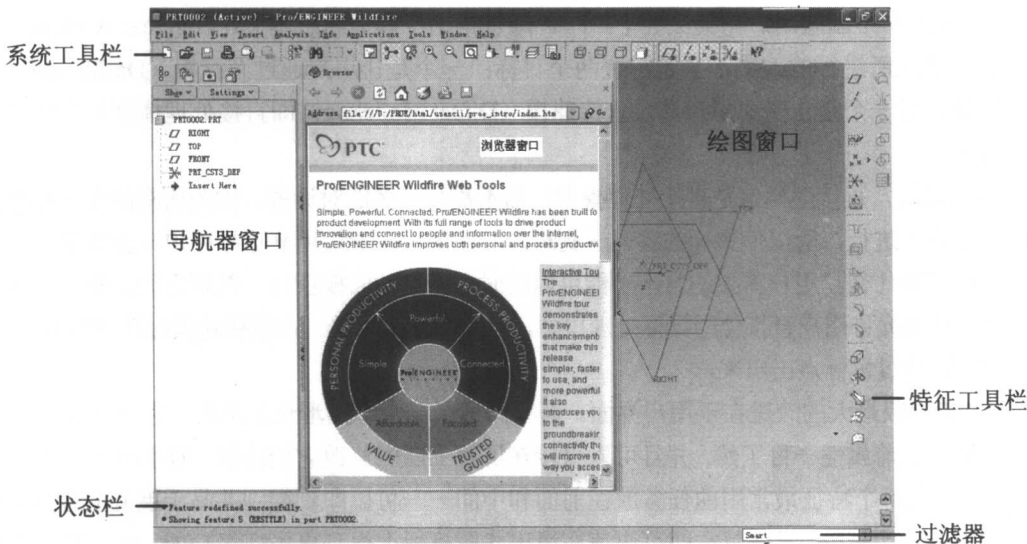


图 1-1 Wildfire 的操作界面

其中的菜单栏集合了文件 (File)、编辑 (Edit)、视图 (View)、插入 (Insert)、分析 (Analysis)、信息 (Info)、应用 (Applications)、工具 (Tools)、窗口 (Window) 及帮助 (Help) 十大菜单。

特征工具栏纵向排列了常用特征的对应按钮, 包括基准设置和常用工程特征等。在该工具栏的空白处单击可以选择添加或去除某些按钮。

1.2.2 常用文件类型

在主菜单中, 选择 File (文件) → New (新建) 或者在系统工具栏中单击按钮 , 可以新建一个文件。在弹出的对话框中, 用户可以选择文件的类型和子类型, 并在 Name 文本框中输入文件名, 如图 1-2 所示。

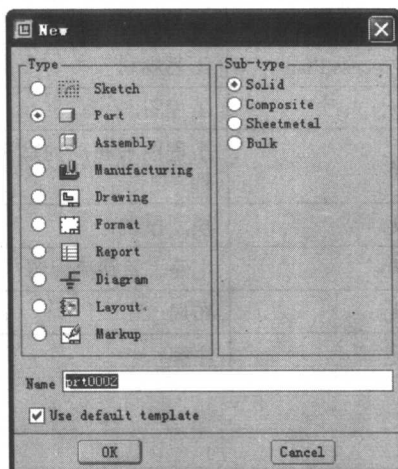


图 1-2 新建文件对话框

文件类型的各种设置如表 1-1 所示。

表 1-1 文件类型

Type (类型)	Sub-Type (子类型)	功能	文件名
Sketch	无	2-D 草图	*.prt
Part	Solid	实体零件	*.prt
	Composite	复合零件	
	Sheet metal	钣金零件	
Assembly	Design	装配件设计	*.asm
	Interchange	图形替换文件	
	Verify	装配校验	
	Process Plan	装配计划	
	NC Model	数控加工模型	

续表

Type (类型)	Sub-Type (子类型)	功能	文件名
Manufacture	NC Assembly	装配件数控加工	*.mfg
	Expert Machinist	新组件	
	CMM	坐标测控加工	
	Sheetmetal	钣金成型	
	Cast Cavity	铸模加工	
	Mold Cavity	模具加工	
	Dieface	冲压加工	
	Harness	加工模型的管线	
	Process Plan	工艺规划	
Drawing	无	工程图	*.drw
Format	无	工程图与布局的默认文件	*.frm
Report	无	模型报表	*.rep
Diagram	无	电路、管路流程图	*.dgm
Layout	无	布局	*.lay
Markup	无	注解	*.mrk

第2章 二维绘图高级实用技巧

2.1 高级编辑工具

2.1.1 动态剪切

二维绘图中动态剪切的方法如下：

(1) 剪切单个像素：单击草图绘制编辑工具栏中的按钮，将鼠标移动到要剪切的像素处，此时该像素将呈现蓝色，单击此处即可将该像素剪切掉。如果该像素与其他像素有相交点，系统会根据交点自动将像素分为部分单元，用户可以逐个部分进行动态剪切。

(2) 同时剪切多个像素：单击草图绘制编辑工具栏中的按钮，按住鼠标不放并进行拖动，将绘制一条红色的动态剪切轨迹，如图 2-1 所示。绘图区域内的像素单元一旦与该轨迹相交，即可被选中，并且呈现红色高亮状态。在轨迹绘制完成后，放开鼠标，所选中的像素单元将动态剪切。如果在绘制动态剪切轨迹时误选了像素单元，此时可以在不放开的情况下单击鼠标中键，以放弃动态剪切轨迹的绘制。如果在动态剪切之后发现存在误操作，则可以单击工具栏上的 Undo Sketch Line（取消线段绘制）按钮，撤消上次操作。图 2-2 为图 2-1 所示动态剪切之后的效果。

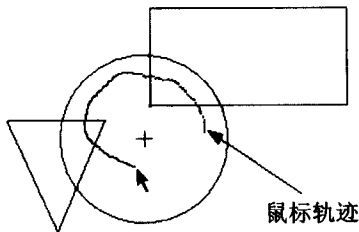


图 2-1 动态剪切实例

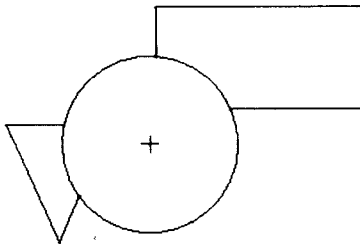


图 2-2 动态剪切效果

2.1.2 剪切

二维绘图中剪切与动态剪切的重大区别在于：动态剪切是系统自动将像素根据相交的情况分为像素单元，并且以交点为端点，从而能够灵活地选择要剪切的像素单元。而剪切则是完全的人工操作模式，由手动来选取两个像素，所选中的两个像素会为剪切边界来相互剪切。

剪切的方法如下：

单击草图绘制编辑工具栏中的按钮，或执行 Edit（编辑）→Trim（修剪）→Corner（剪切）菜单，然后分别单击两个已存在的像素，所选中的两个像素会为剪切边界来进行

相互剪切。效果如图 2-3 和图 2-4 所示。

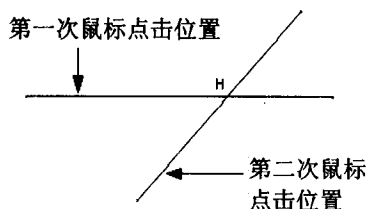


图 2-3 剪切实例

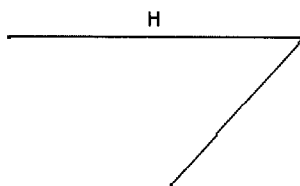


图 2-4 剪切结果

由于鼠标的点击位置关系到剪切的结果，Pro/Engineer Wildfire 将保留两次鼠标点击位置与像素交点所构成的三角形一侧的像素，而其余部分将被剪切掉。如果两条直线段未相交，Pro/Engineer Wildfire 将作延伸剪切，效果如图 2-5 和图 2-6 所示。

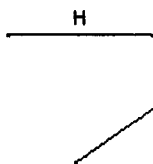


图 2-5 延伸剪切实例

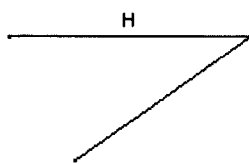


图 2-6 延伸剪切结果

此时，Pro/Engineer Wildfire 会认为两条直线段的延伸线存在“交点”，而这个“交点”并没有显示在绘图区域，所以延伸剪切的结果是两条直线段都延伸到这个“交点”处。

2.1.3 分割

使用草图绘制编辑工具栏中的按钮  可以将像素进行分割。

(1) 直线线段的分割：单击草图绘制编辑工具栏中的按钮 ，或执行 Edit (编辑) → Trim (修剪) → Divide (分割) 菜单，在直线线段上某位置单击，此时该直线将分为两段，如图 2-7 所示。

(2) 圆形的分割：圆形属于封闭像素，如果只有一个断点是无法将其分为两个独立的像素单元的，此时其展开的结果仍然是一条直线线段像素。所以必须在圆上的不同位置两次点击鼠标，从而将圆分为两段圆弧，如图 2-8 所示。

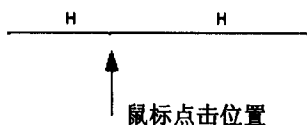


图 2-7 直线线段分割实例

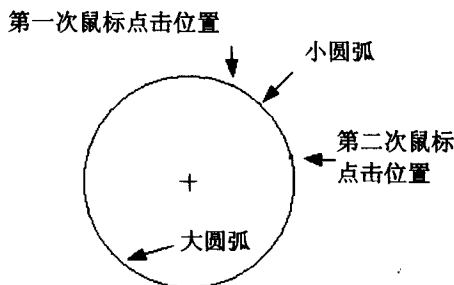


图 2-8 圆弧分割实例

另外，分割点的位置可以使用拖动或者通过尺寸标注的修改功能来确定。

2.1.4 镜像

草图绘制编辑工具栏中的按钮可以将像素关于某条中心线进行镜像。例如，如果一个截面比较复杂，可以先创建半个截面，然后加以镜像，从而获得完整的截面图形。

镜像的使用方法如下：

(1) 在选取模式下，单击要镜像的像素，使其呈现红色的高亮状态。与此同时，草图绘制编辑工具栏中的按钮被激活。

(2) 但是此时并不能镜像所选中的像素，因为镜像操作中最关键的一个要素就是中心线，所以应该在执行镜像操作之前绘制一条中心线，而且必须是中心线，普通的直线是不可以的。

(3) 单击草图绘制编辑工具栏中的按钮，或单击菜单栏中的 Edit (编辑) → Mirror (镜像) 命令。

(4) 单击刚才所绘制的中心线即可完成镜像操作。

注意：这里中心线的绘制是必需的，不仅是在二维草图绘制的镜像操作中使用，即使是三维特征造型中的部分旋转、镜像等操作也必须有中心线。镜像操作如图 2-9 所示。

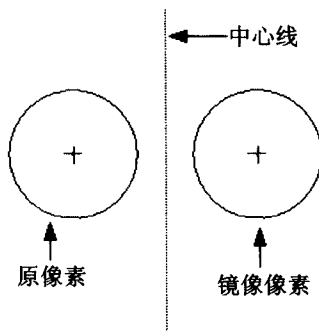


图 2-9 镜像操作实例

2.1.5 比例旋转

草图绘制编辑工具栏中的按钮可以将像素进行移动、缩放或旋转。

比例选择的使用方法如下：

(1) 在选取模式下单击要编辑的像素，使其呈现红色的高亮状态。与此同时，草图绘制编辑工具栏中的按钮被激活。

(2) 单击草图绘制编辑工具栏中的按钮，或执行菜单栏中的 Edit (编辑) → Scale and Rotate (比例旋转) 命令，此时系统弹出比例旋转对话框，并且像素被一个红色虚线的编辑框包围，如图 2-10 和图 2-11 所示。

(3) 单击图 2-11 中的 1 位置，此时整个编辑框将跟随鼠标移动。可以移动像素的位

置, 单击左键或中键完成操作。

(4) 单击图 2-11 中的 2 位置, 此时整个编辑框将随着鼠标移动而以 1 位置为中心改变自身比例。将鼠标移动到适当位置, 然后单击左键或中键完成操作。

(5) 单击图 2-11 中的 3 位置, 此时整个编辑框将随着鼠标移动而以 1 位置为中心改变自身角度。将鼠标移动到适当位置, 然后单击左键或中键完成操作。

如果想精确地修改像素的比例大小和旋转的角度值, 可以在如图 2-10 所示的比例旋转对话框中输入数值来改变像素的比例和角度, 而像素的位置可以通过相对坐标来确定。

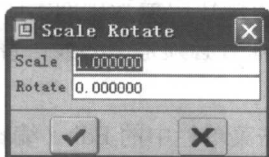


图 2-10 比例旋转对话框

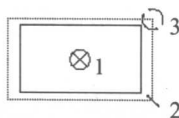


图 2-11 比例旋转实例

2.1.6 复制

草图绘制编辑工具栏中的按钮可以将像素进行复制。复制的使用方法如下:

(1) 在选取模式下, 单击要编辑的像素, 使其呈现红色的高亮状态。与此同时, 草图绘制编辑工具栏中的按钮被激活。要复制多个像素, 则应使用 Shift 键配合选择。

(2) 单击草图绘制编辑工具栏中的按钮, 或执行菜单栏中的 Edit (编辑) → Copy (复制) 命令, 此时系统仍然弹出比例旋转对话框, 与原像素相同的新像素被一个红色虚线的编辑框包围。关于新复制像素的移动、比例调整、角度调整以及比例旋转对话框的操作请读者参见上一小节。

(3) 将鼠标移动到适当位置, 然后单击左键或中键完成复制操作。

2.2 尺寸标注

2.2.1 尺寸标注设置

Pro/Engineer Wildfire 默认的标注尺寸小数点后的位数是 2, 可以根据实际绘图要求来更改系统设置。

更改系统设置的方法如下:

单击菜单栏中的 Sketch (草绘) → Options (选项), 系统弹出如图 2-12 所示的草图绘制模块设置对话框。单击上面的 Parameters (参数) 选项, Accuracy (精确度) 栏中的 Num Digits 输入框中的数字即代表标注尺寸小数点后的位数。在这里可以输入适当的数字, 单击按钮完成设置。

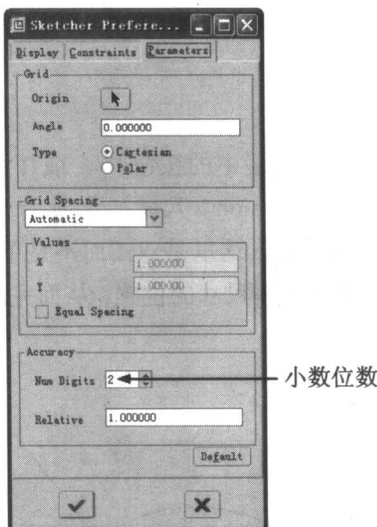


图 2-12 草图绘制模块设置对话框

2.2.2 直线尺寸标注

1. 线段长度标注

(1) 单击草图绘制编辑工具栏中的按钮, 或在绘图区域单击鼠标右键不放, 在系统所弹出的快捷菜单中选择 Dimension (尺寸) 选项。

(2) 单击要标注的线段, 使其呈现红色高亮状态。

(3) 单击鼠标中键以确认标注尺寸的位置, 从而完成线段长度的标注操作。

2. 两条平行线间的距离

(1) 单击草图绘制编辑工具栏中的按钮, 或在绘图区域单击鼠标右键不放, 在系统所弹出的快捷菜单中选择 Dimension (尺寸) 选项。

(2) 分别单击要标注的两条直线。

(3) 单击鼠标中键以确认标注尺寸的位置, 从而完成两条平行线的距离的标注操作。

3. 点到直线的距离

(1) 单击草图绘制编辑工具栏中的按钮, 或在绘图区域单击鼠标右键不放, 在系统所弹出的快捷菜单中选择 Dimension (尺寸) 选项。

(2) 分别单击要标注的点和直线。

(3) 单击鼠标中键以确认标注尺寸的位置, 从而完成点到直线的距离的标注操作。

4. 两点之间的距离

(1) 单击草图绘制编辑工具栏中的按钮, 或在绘图区域单击鼠标右键不放, 在系统所弹出的快捷菜单中选择 Dimension (尺寸) 选项。

(2) 分别单击要标注的两个点。

(3) 单击鼠标中键以确认标注尺寸的位置, 从而完成两点间距离的标注操作。