

CAD/CAM技术应用系列规划丛书

Pro/ENGINEER 5.0

产品造型与典型注塑模具设计

陈晓勇 王谦 主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

高等技术应用型人才“十二五”规划教材

CAD/CAM 技术应用系列规划丛书

Pro/ENGINEER 5.0 产品造型 与典型注塑模具设计

陈晓勇 王 谦 主 编

王敬艳 贾 磊 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 提 要

本书从工程应用实际出发,以典型零件的产品造型或注塑模具设计过程为主线,深入浅出地讲解了 Pro/ENGINEER 5.0 软件的草绘、建模、装配和模具设计等模块的基础应用。全书由 6 个项目组成,项目 1 介绍简单零件的三维建模,项目 2 介绍复杂零件的三维建模,项目 3 至 5 分别介绍两板模、三板模及带有侧向抽芯机构的注塑模具的设计过程,项目 6 介绍基于 EMX6.0 的注塑模具设计过程。

本书由 16 个典型工作任务组成。这些典型任务均是在综合分析相关操作技能和典型生产实例的基础上提炼出来的,每一个工作任务均提出明确的学习目标并配有完整的操作视频。通过对这些典型任务的学习,读者可切实掌握 Pro/ENGINEER 5.0 软件的操作流程,积累宝贵的产品设计经验。本书含有素材文件、练习文件、实例文件和操作视频等教学资源。

本书可作为本科、高职高专及成人院校机械类专业的模具 CAD/CAM (Pro/ENGINEER) 课程教材,也可供从事模具 CAD/CAM 技术研究和应用的工程技术人员以及模具设计爱好者参考使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER 5.0 产品造型与典型注塑模具设计/陈晓勇,王谦主编. —北京:电子工业出版社,2015.1
ISBN 978-7-121-25011-8

I. ①P… II. ①陈… ②王… III. ①塑料模具—计算机辅助设计—应用软件—高等学校—教材
IV. ①TQ320.5-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 280481 号

责任编辑:贺志洪 特约编辑:张晓雪 薛 阳

印 刷:北京京师印务有限公司

装 订:北京京师印务有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:19.75 字数:506 千字

版 次:2015 年 1 月第 1 版

印 次:2015 年 1 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:39.50 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

随着 CAD/CAM 技术的不断推广, Pro/ENGINEER (简称 Pro/E) 软件已被广泛地应用于注塑模具的设计与制造之中并越来越显示出其优越性。利用该软件的模具设计模块和模架专家系统 (EMX), 技术人员可以在较短的时间内完成模具产品的设计, 从而极大地提高工作效率。但由于模具技术实践性较强、模具结构复杂且设计原理抽象, 如何尽快掌握注塑模具设计的基础知识和设计技巧已成为初入模具行业的技术人员和在校模具专业学生所面临的一个急待解决的问题。

为此, 笔者在分析了注塑模具设计员岗位所需要的知识及技能的基础上编写了本书。以 Pro/E5.0 软件中的产品建模和模具设计这两个核心模块的操作知识为重点, 将其与 16 个典型工作任务融合在一起进行介绍, 以帮助读者切实掌握注塑模具设计的相关技能。本书由 6 个项目组成, 项目 1 介绍了简单零件的三维建模, 项目 2 介绍了复杂零件的三维建模, 项目 3 至 5 分别介绍了两板模、三板模及带有侧向抽芯机构的注塑模具的设计过程, 项目 6 介绍了基于 EMX6.0 的注塑模具设计过程。

本书具有以下主要特色:

1. 项目化。笔者结合多年使用 Pro/E 软件进行注塑模具设计以及教学的经验, 以典型零件的产品造型或注塑模具设计过程为主线, 采用项目形式组织内容, 将软件的理论知识与实际的操作过程进行有机整合, 构建了新型的知识体系, 以切实帮助读者掌握 Pro/E5.0 软件的运用技巧。

2. 实用性。本书由 16 个典型工作任务组成, 涵盖了 Pro/E5.0 软件的草绘、建模、装配、模具设计和 EMX 等模块的关键内容。这些典型任务均是在综合分析了相关操作技能和典型生产实例的基础上提炼出来的, 每一个工作任务均提出了明确的学习目标并配有完整的操作视频。通过对这些典型任务的学习, 读者可切实掌握 Pro/E5.0 软件的操作流程, 积累宝贵的产品设计经验。

3. 规范化。本书所采用的模具术语是以国家标准 (GB/T12555—2006) 为基础并适当考虑行业内专业人士的习惯用法后确定的, 这样也便于读者的学习与提高。

本书中 16 个工作任务的操作视频以及全书的素材文件、练习文件和实例文件等可到华信教育资源网 (www.hxedu.com.cn) 下载或向出版社编辑 (hzh@phei.com.cn) 索取。建议读者在学习本书之前, 将教学资源中的所有文件复制到计算机的硬盘中。需要说明的是, 教材实例中的 G 盘指光盘, D 盘指硬盘。

本书可作为本科、高职高专及成人院校机械类专业的《模具 CAD/CAM》课程教材, 也可供从事模具 CAD/CAM 技术研究和应用的工程技术人员以及模具设计爱好者参考使用。

本书由杭州科技职业技术学院陈晓勇和王谦主编, 王敬艳、贾磊副主编。其中陈晓勇编写项目 1 和项目 2 的任务 2.1、2.2; 王谦编写任务 2.3, 2.4 和项目 3; 王敬艳编写项目 4 和项目 5 的任务 5.1; 贾磊编写任务 5.2 和项目 6, 同时感谢电子工业出版社编辑和老师们的的大力协助。

由于编者水平有限, 书中难免有错误与不妥之处, 恳请广大读者批评指正。

编 者
2014 年 8 月

目 录

项目 1 简单零件的三维建模	1
任务 1.1 异形体模型的建模	1
(一) Pro/E 5.0 操作界面	2
(二) Pro/E 5.0 的基本操作	2
(三) 草图的绘制	4
(四) 绘制文本	8
(五) 约束失败的解决	9
(六) 零件建模的一般过程	9
(七) 拉伸特征	10
(八) 使用、偏移和加厚等草绘命令的使用	12
任务 1.2 底座模型的建模	18
(一) 倒圆角特征	19
(二) 倒角特征	20
(三) 旋转特征	21
(四) 孔特征	23
(五) 模型树的操作	26
(六) 层的操作	27
(七) 模型的显示与控制	28
任务 1.3 罩壳模型的建模	34
(一) 基准特征	35
(二) 扫描特征	39
(三) 壳特征	39
(四) 筋特征	41
(五) 镜像特征	41
(六) 特征的复制	42
任务 1.4 外壳模型的建模	55
(一) 混合特征	56
(二) 拔模特征	57
(三) 阵列特征	59
项目 2 复杂零件的三维建模	70
任务 2.1 组合体模型的建模	70
(一) 基本曲面特征的创建	71
(二) 曲面的编辑	72

(三) 曲面实体化	77
(四) 曲面加厚	78
任务 2.2 灯罩模型的建模	88
(一) 填充曲面的创建	89
(二) 边界混合曲面的创建	90
(三) 曲面的修剪	91
(四) 曲面的延伸	93
任务 2.3 摇臂模型的建模	112
(一) 扫描混合曲面的创建	113
(二) 螺旋扫描曲面的创建	114
(三) 可变截面扫描曲面的创建	116
(四) 曲线编辑	118
任务 2.4 微型机器人模型的装配建模	127
(一) Pro/E 5.0 装配环境概述	128
(二) “装配”操控面板介绍	128
(三) 元件装配的基本过程	130
(四) 分解视图	132
(五) 装配体中元件的编辑	134
(六) 元件阵列装配	135
项目 3 两板式注塑模具设计	143
任务 3.1 塑料壳体注塑模具设计	143
(一) 注塑模具设计基础知识	144
(二) Pro/E 5.0 模具设计模块	146
(三) 模具设计模块界面	146
(四) Pro/E 模具设计术语	149
(五) Pro/E 5.0 模具设计流程	150
(六) 浇注系统的设计	151
任务 3.2 鼠标盖注塑模具设计	161
(一) 注塑模具的设计步骤	162
(二) 遮蔽与隐藏	163
(三) 定位参照零件	164
(四) 裙边曲面	166
(五) 顶杆孔的创建	169
项目 4 三板式注塑模具设计	181
任务 4.1 果品盒注塑模设计	181
(一) 三板式模具的结构特点	182

(二) 冷却系统的创建	183
(三) 自动法创建工作件模型	184
(四) 产品布局的设计	185
(五) 镶件上紧固螺钉位置的确定	186
(六) 模板上避空角的确定	187
任务 4.2 导光板外框注塑模具设计	201
(一) 手动法创建模具体积块	202
(二) 排气系统的创建	203
(三) 定位装置的设计	204
项目 5 带侧向抽芯的注塑模具设计	216
任务 5.1 矩形罩壳注塑模设计	216
(一) 侧向分型与抽芯机构的原理	217
(二) 斜导柱侧向分型与抽芯机构的设计	217
(三) 分型面检查	219
(四) 干涉检查	220
(五) 设置绝对精度	221
任务 5.2 盖板注塑模设计	240
(一) 组件模式下的模具设计方法	241
(二) 斜滑块侧向分型与抽芯机构	241
(三) 斜顶机构的结构设计	242
(四) 斜顶机构的创建	242
(五) 电极的设计	243
项目 6 基于 EMX6.0 的注塑模具设计	260
任务 6.1 节能灯罩注塑模具设计	260
(一) EMX6.0 简介	261
(二) EMX6.0 的主要设计流程	261
(三) 设计冷却系统	266
(四) 螺钉的定义	268
(五) 注塑模标准模架简介	269
任务 6.2 塑料罩注塑模具设计	285
(一) 侧向抽芯机构的设计	286
(二) 碰锁机构的定义	290
(三) 定位销的定义	291
(四) 模具元件的后期处理	292
参考文献	306

项目 1 简单零件的三维建模

学习目标

1. 了解 Pro/ENGINEER 中文野火版 5.0（简称 Pro/E 5.0）软件工作界面。
2. 掌握 Pro/E 5.0 软件的基本操作方法。
3. 掌握草图绘制的基本方法。
4. 了解零件建模的一般过程。
5. 了解使用、偏移和加厚等草绘命令的使用方法。
6. 掌握拉伸、旋转、扫描、混合等基础特征的创建方法。
7. 掌握孔、倒角、倒圆角、抽壳、拔模和筋等工程特征的创建方法。
8. 掌握基准点、基准平面、基准轴和基准曲线等基准特征的创建方法。
9. 掌握特征的编辑与重定义方法。
10. 掌握特征的成组、复制和阵列的创建方法。

工作任务

在 Pro/E 5.0 软件零件模块中，完成简单零件的三维建模。

任务 1.1 异形体模型的建模

学习目标

1. 了解 Pro/ENGINEER 中文野火版 5.0 软件工作界面。
2. 掌握 Pro/E 5.0 软件的基本操作方法。
3. 掌握草图绘制的基本方法。
4. 了解零件建模的一般过程。
5. 掌握“拉伸”特征的创建方法。
6. 了解“使用”、“偏移”和“加厚”等草绘命令的使用方法。

工作任务

在 Pro/E 5.0 软件零件模块中完成如图 1-1-1 所示异形体模型的创建。

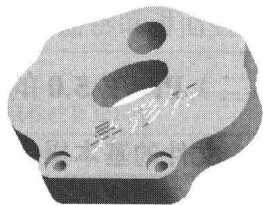


图 1-1-1 异形件



任务分析

该异形体模型外轮廓为一不规则的曲面形状，分别由样条曲线、圆弧、直线及圆角等基本图元组成。模型的表面上分布有两个沉头孔、一个圆柱孔、一个椭圆孔和文字“异形体”等。该模型的结构很简单，采用拉伸方法即可完成创建。表 1-1-1 所示为该模型的创建思路。

表 1-1-1 异形体模型的创建思路

任 务	1. 草绘轮廓线	2. 镜像曲线	3. 拉伸基本体
应用功能	草绘	草绘	拉伸
完成结果			
任 务	4. 创建椭圆孔和沉头孔	5. 创建文字	
应用功能	草绘、拉伸	草绘、拉伸	
完成结果			



知识准备

(一) Pro/E 5.0 操作界面

启动 Pro/E 5.0 软件后，用户即进入如图 1-1-2 所示的初始界面。初始界面主要由标题栏、菜单栏、工具栏、信息区、导航区、网页区及图形区等部分组成。导航区包含三个选项卡，从左至右分别是 （模型树）、（文件夹浏览器）和 （收藏夹）。若点选导航区中的文件夹或工作目录，则网页区会转换成信息区，显示出文件夹或工作目录内的文件。

当新建或打开零件时，系统则进入如图 1-1-3 所示的工作界面。界面上又增加了过滤器、操控面板和特征图标区等区域。

(二) Pro/E 5.0 的基本操作

1. 文件的基本操作

在 Pro/E 5.0 中，文件的基本操作包括“新建”文件、“打开”文件、“保存”文件、“拭除”文件、“删除”文件和“关闭”文件等。

2. 鼠标的基本操作

(1) 三键鼠标。使用三键鼠标可以在 Pro/E 5.0 软件中完成如表 1-1-2 所示的多种操作。

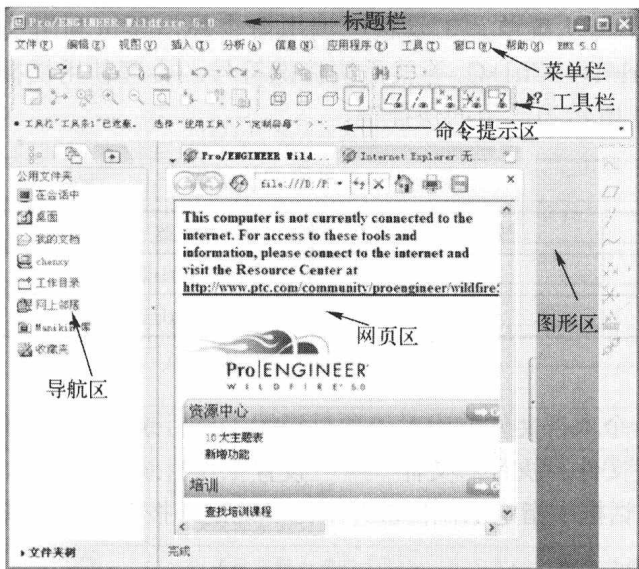


图 1-1-2 初始界面

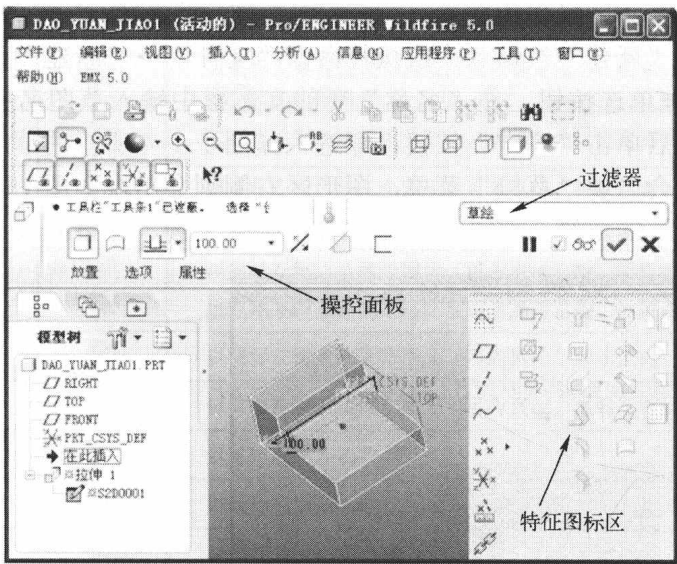


图 1-1-3 Pro/E 5.0 工作界面

表 1-1-2 三键鼠标的的基本操作

鼠标功能键	操 作	效 果 说 明
左键	单击	选取对象
	双击	草绘环境下编辑尺寸或标注直径尺寸
中键（滚轮）	滚动	缩放对象
	按下并移动鼠标	翻转对象
	按下	结束或完成操作
右键	单击	弹出快捷菜单或辅助选择对象

(2) 快捷键。除了可从菜单、工具栏中调用命令外，还可利用快捷键的方式来调用命令。命令后列出的 Ctrl+D、Ctrl+G 等就是快捷键符号。合理使用快捷键能极大地提高软件操作的速度。表 1-1-3 所示为常用的快捷键。

表 1-1-3 常用的快捷键

快 捷 键	效 果 说 明	快 捷 键	效 果 说 明
Ctrl+中键并移动鼠标	缩放对象	Ctrl+D	恢复三维默认视角
Shift+中键	平移对象	Ctrl+G	再生对象

3. 设置工作目录

在创建或开启某一个项目文件前应应对该项目设置工作目录。设置工作目录后可以轻松地操作及管理目录上的相关文件。执行“文件”→“设置工作目录”命令后，系统将弹出“选取工作目录”对话框。在对话框中指定工作目录并单击“确定”按钮即可完成工作目录的设置。

(三) 草图的绘制

在 Pro/E 5.0 软件中，所有三维图形都是由二维图形经过适当变化得到的。因此，二维草图的绘制是软件最基本的操作技能。

单击工具栏上的“新建”按钮（或执行命令“文件”→“新建”），在弹出的“新建”对话框中选中草绘单选按钮，在“名称”后的文本框中输入草图名并去掉“使用缺省模板”选项前的钩，然后单击“确定”按钮，即进入如图 1-1-4 所示的草绘环境。进入草绘环境后，屏幕主菜单上会出现“草绘”菜单，图形区右侧则会出现如图 1-1-5 所示的“草绘”工具栏。其中包含常用的草绘命令，如点、直线、圆弧、圆、样条曲线、修改和删除段等。

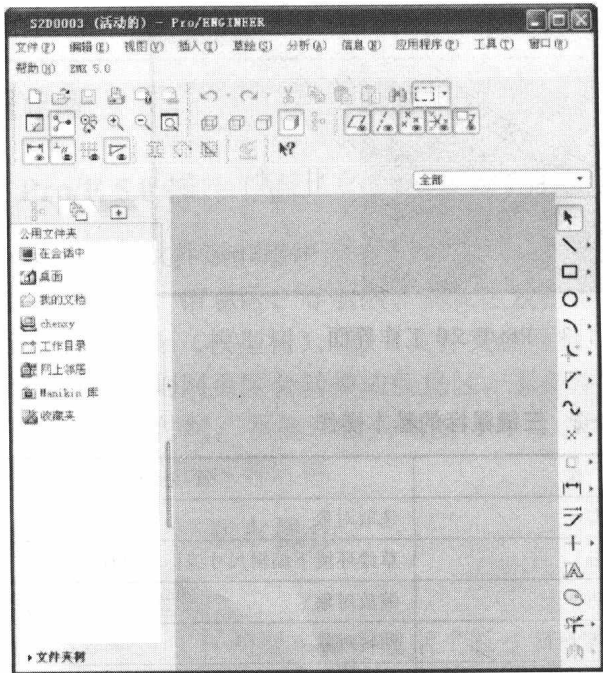


图 1-1-4 草绘环境

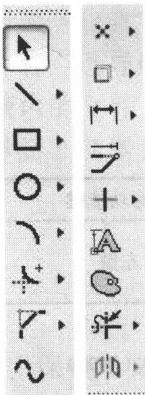


图 1-1-5 “草绘”工具栏

直接单击工具栏中的相关按钮即可绘制相应的图元。各按钮的具体使用方法参见表 1-1-4。

表 1-1-4 基本图元的绘制方法

序 号	图 元	按钮图标	绘 制 方 法
1	直线		以鼠标左键点选两点
2	公切线		以鼠标左键点选两个圆或圆弧
3	中心线		以鼠标左键点选两点
4	几何中心线		以鼠标左键点选两点
5	矩形		以鼠标左键点选两个顶点
6	斜矩形		以鼠标左键点选三个顶点
7	平行四边形		以鼠标左键点选三个顶点
8	圆		以鼠标左键先定圆心，再移动光标定出圆周上的点
9	同心圆		以鼠标左键点选现有圆或圆弧以确定圆心，再移动光标定出圆周上的点。按鼠标滚轮终止绘制
10	三点圆		以鼠标左键点选三个圆周上的点
11	公切圆		以鼠标左键点选三个图元（可为直线、圆或圆弧）
12	椭圆（轴端点）		以鼠标左键点选主轴的两个端点，再移动光标定出次要轴上的一个端点
13	椭圆（中心及轴端点）		以鼠标左键点选中心点，再移动光标选出主要轴上的一个端点，再移动光标选取椭圆上的一点
14	三点圆弧		以鼠标左键点选圆弧的起点及终点，再移动光标定出圆弧上的点
15	同心圆弧		以鼠标左键点选现有圆或圆弧以确定圆心，再移动光标定出圆弧上的点。按鼠标滚轮终止绘制
16	圆弧（圆心及端点）		以鼠标左键点选圆弧的圆心，再移动光标定出圆弧的起点和终点
17	公切圆弧		以鼠标左键点选三个图元（可为直线、圆或圆弧）
18	圆锥弧		以鼠标左键点选圆弧的起点及终点，再移动光标定出圆锥弧上的点
19	圆弧倒角		以鼠标左键点选两个图元（可为直线、圆、圆弧或曲线）
20	椭圆倒角		以鼠标左键点选两个图元（可为直线、圆、圆弧或曲线）
21	倒角		以鼠标左键点选两个图元（可为直线、圆或圆弧）
22	倒角修剪		以鼠标左键点选两个图元（可为直线、圆或圆弧）
23	样条曲线		以鼠标左键点选数个点
24	点		以鼠标左键点选位置
25	几何点		以鼠标左键点选位置
26	坐标系		以鼠标左键点选位置
27	几何坐标系		以鼠标左键点选位置

注：中心线和几何中心线的区别在于后者会显示在三维模型中，而前者不显示。点和几何点，坐标系和几何坐标系等亦有相同的特性。

1. 草图的编辑

基本的二维图形绘制完成后，需要对其进行适当修改以得到符合要求的图形，这时就需要使用系统提供的图形编辑功能。

(1) 修剪。Pro/E 5.0 软件中的修剪方式有 3 种，即删除段、拐角和分割。

① 删除段。也称为动态修剪。单击工具栏中的“删除段”按钮，再单击需要删除的图元即可动态修剪剖面图元。如果待删除的图元段较多，可以拖动鼠标光标，画出轨迹线，

凡是与轨迹线相交的线条都会被修剪，示例如图 1-1-6 所示。

② 拐角。单击“删除段”按钮旁边的黑色小三角，在展开的子工具栏中单击按钮，选取要形成拐角的两图元即可自动修剪或延伸两条线段，示例如图 1-1-7 所示。

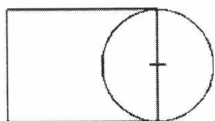


图 1-1-6 动态修剪



图 1-1-7 拐角修剪

③ 分割。单击“删除段”按钮旁边的黑色小三角，在展开的子工具栏中单击按钮，再在几何图元上单击要分割的位置即可分割图元。示例如图 1-1-8 所示，圆被分割成了三段，图中出现了 3 个小黑点。

(2) 删除。首先激活“选取项目”按钮, 然后选择需删除的几何图形，再直接按键盘上的 Delete 键即可删除所选图形。也可右击需删除的几何图形后，在弹出的快捷菜单上选择“删除”命令或通过执行“编辑”→“删除”命令将其删除。

(3) 镜像。利用“镜像”命令可以大大提高具有对称属性图形的绘制效率。需要注意的是，只有当草绘图形中存在中心线时，才能够执行“镜像”命令。“镜像”命令的操作步骤为：①选择要镜像的原始图形。②单击“镜像”按钮, 系统弹出“镜像”操控面板。③根据系统提示选取作为镜像基准的中心线。最后单击操控面板中的“完成”按钮, 结果如图 1-1-9 所示。

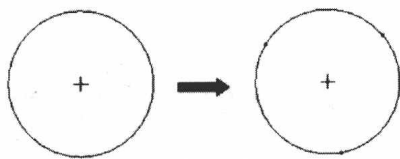


图 1-1-8 分割图元

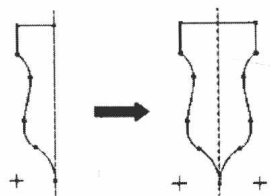


图 1-1-9 镜像

(4) 缩放与旋转。可直接利用工具栏上的“移动和调整”按钮来实现图元的缩放与旋转。操作步骤如下：①选取图元。②单击按钮, 系统弹出“移动和调整大小”对话框并在图形外围出现操纵框。在操纵框的右上角、中心和右下角处分别出现旋转标记、缩放标记和移动标记。③拉动操纵标记或在文本框中输入数值进行调整。④单击对话框的“完成”图标, 如图 1-1-10 所示。

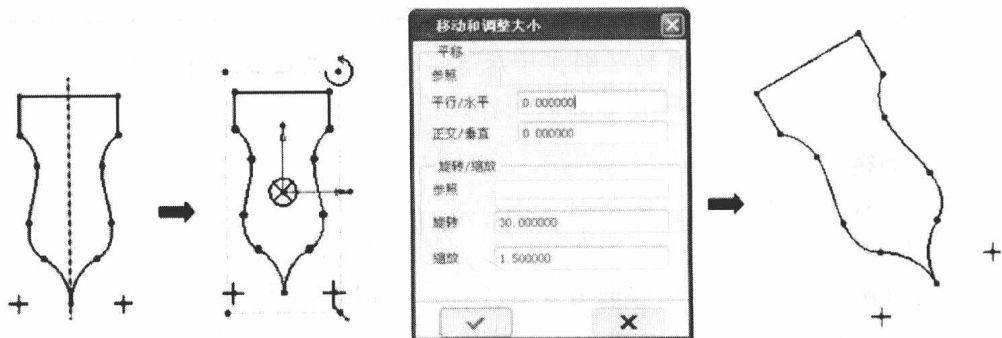


图 1-1-10 缩放与旋转

(5) 复制后缩放及旋转。在 Pro/E 5.0 软件中, 可以在草绘模式下使用复制^①和粘贴^②命令来创建新的图形。操作步骤如下: ①在草绘区域中选择要复制的图形。②单击“复制”按钮^③, 此时系统自动激活“粘贴”按钮^④。③单击^⑤按钮, 并在草绘区域的指定位置处单击, 此时在单击处形成要复制粘贴的图形, 弹出“移动和调整大小”对话框并在图形外围出现操纵框。④拉动操纵标记或在文本框中输入数值进行调整。⑤单击对话框的“完成”图标^⑥。示例如图 1-1-11 所示。

(6) 使用鼠标拖动改变草绘图形。直接在图形区用鼠标拖动草图对象, 也可以改变草图对象的大小和空间位置。可以直接拖动的图元有直线、圆、圆弧和样条曲线等。这种方法操作比较简便, 但不够准确。

2. 标注尺寸

绘制草图时, 系统会自动标注尺寸, 这种尺寸称为弱尺寸。弱尺寸显示为灰色, 弱尺寸的增加和删除都是自动的。而通过单击“标注”按钮^① (或执行“草绘”→“尺寸”→“法向”命令) 标注的尺寸称为强尺寸。在标注强尺寸时, 系统自动删除多余的弱尺寸和约束, 以保证二维草图的完全约束。用户可以把有用的弱尺寸转换为强尺寸。

标注尺寸的一般过程是: 先选择草绘工具栏上的“标注”按钮^②, 再选择标注对象, 然后使用鼠标中键确定尺寸标注位置, 生成尺寸标注。

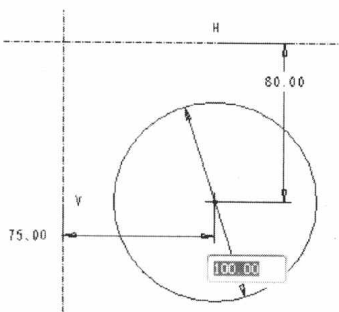


图 1-1-12 单个尺寸修改

3. 修改尺寸

(1) 单个尺寸修改。单击工具栏中“选取项目”按钮^①, 再双击需要修改的尺寸值, 系统将弹出如图 1-1-12 所示的小编辑框。在框中输入新的尺寸值后, 按回车键或单击鼠标中键完成尺寸修改。

(2) 多个尺寸修改。先用鼠标框选多个需要修改的尺寸 (或按住 Ctrl 键, 依次选取多个尺寸), 然后单击工具栏中的

“修改”按钮^②, 系统将弹出如图 1-1-13 所示的“修改尺寸”对话框, 选中的尺寸将出现在尺寸列表框中。在列表框中逐个修改尺寸, 完成后单击^③按钮退出。修改时应去除“再生”复选框前的钩, 防止图形随时变化。

4. 几何约束

基本图元创建完成后, Pro/E 5.0 软件系统会自动设置几何约束条件。几何约束不仅可以替代图形中的某些尺寸标注, 起到净化图面的效果, 还能更好地体现设计意图。

(1) 约束的显示。在草绘工具栏中单击“显示约束”按钮^①, 即可控制约束符号的显示或关闭。

(2) 约束符号颜色的含义 (默认系统颜色下)。

当前约束为红色; 弱约束为浅灰色; 强约束为默认为白色; 锁定约束为将约束符号放在一个圆内; 禁用约束为一条直线穿过约束符号。

(3) 各种约束的名称与符号。系统在约束工具栏中为设计者提供了如图 1-1-14 所示的 9 种常用约束工具。各种约束工具的含义见表 1-1-5。

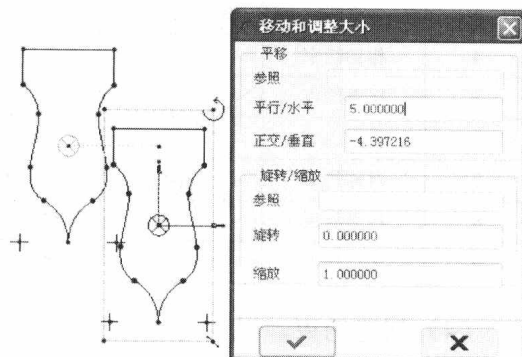


图 1-1-11 复制后缩放及旋转

表 1-1-5 约束工具的含义

序号	按钮名称	按钮图标	约束含义	显示符号
1	竖直约束		使直线竖直或两点位于同一竖直线上	V
2	水平约束		使直线水平或两点位于同一水平线上	H
3	垂直约束		使两个选定图元处于垂直（正交）状态	$\perp$
4	相切约束		使两个选定图元处于相切状态	T
5	居中约束		使选定点处于选定直线的中央	
6	重合约束		将两选定图元共线对齐	$\equiv$
7	对称约束		使两个选定顶点关于指定中心线对称布置	$\rightarrow \leftarrow$
8	相等约束		创建相等长度、相等半径或相等曲率	L 或 R
9	平行约束		使两直线平行	$\parallel_1$

(4) 创建约束。以创建平行约束为例，创建约束的基本步骤如下。

- ① 单击工具栏按钮中的黑三角，系统将弹出“约束”工具栏。
- ② 从“约束”工具栏中选择需要添加的“平行约束”按钮。此时，系统在信息区提示“选取两图元使它们平行”并弹出“选取”对话框。
- ③ 按照系统提示，分别选取直线 1 和 2。
- ④ 单击“选取”对话框中的“确定”按钮，系统即按创建的约束更新截面并显示约束符号。最终结果如图 1-1-15 所示。

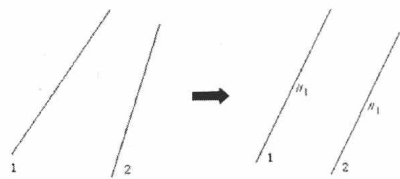
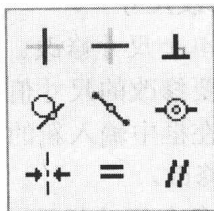
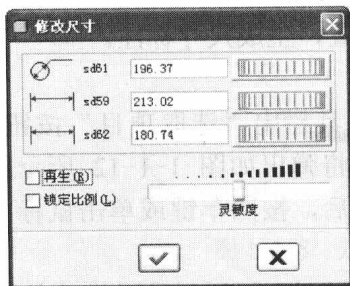


图 1-1-13 “修改尺寸”对话框 图 1-1-14 “约束”工具栏 图 1-1-15 创建“平行”约束

(5) 删除约束。其操作步骤如下。

- ① 单击要删除的约束符号。
 - ② 右击，在弹出的快捷菜单中选择“删除”命令，系统自动删除所选取的约束。
- 注意：**删除约束后，系统会自动增加一个约束或尺寸来使二维草图保持全约束状态。

(四) 绘制文本

绘制文本的操作步骤如下：

- (1) 单击“文本”按钮或执行“草绘”→“文本”命令，系统将在信息区提示“选择行的起点，确定文本高度和方向”。
- (2) 在绘图区单击分别选取两点，系统会生成一条直线并弹出如图 1-1-16 所示的“文本”对话框。
- (3) 在“文本”对话框中输入所需要的文字。如果是特殊符号则需要单击对话框中的

“文本符号”按钮，并在弹出的如图 1-1-17 所示的“文本符号”对话框中选取需要的符号。

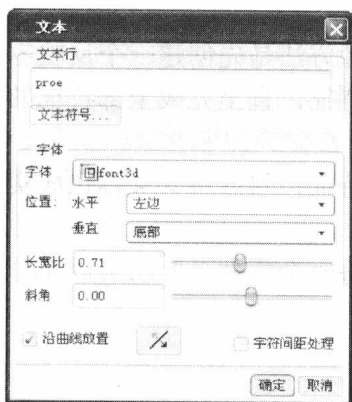


图 1-1-16 “文本”对话框



图 1-1-17 “文本符号”对话框

(4) 在“文本”对话框中设定字体格式。通过设置字体、长宽比和斜角等选项可以控制文本的外形，如选择“font3d”字体等。

(5) 最后单击“确定”按钮，系统将自动生成文本。双击生成的文本可重新进行编辑。

此外，在“文本”对话框中勾选“沿曲线放置”选项，可使绘制的文本沿着曲线放置。而单击对话框中的  按钮则可以调整文字沿曲线放置的方向。最后调整“字体”、“长宽比”和“斜角”等选项可以使文字符合曲线位置。

(五) 约束失败的解决

在绘制草图时，若加入的尺寸或约束条件过多，则会出现如图 1-1-18 所示的“解决草绘”对话框。利用该对话框，用户可以删除多余的尺寸或约束。该对话框中的各按钮含义说明如下。

：单击此按钮，可撤销刚刚导致截面尺寸或约束冲突的那步操作。

：从列表框中选择某个多余的尺寸或约束，再单击此按钮即可将其删除。

：选取一个多余的尺寸，将其转换为一个参照尺寸。

：选择一个约束，获取约束说明，草绘器将加亮与该约束有关的图元。

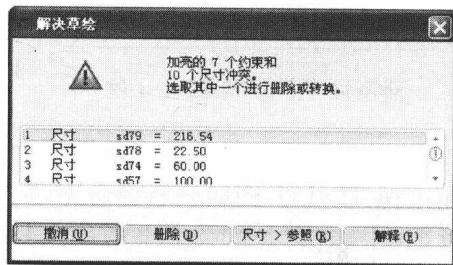


图 1-1-18 “解决草绘”对话框

(六) 零件建模的一般过程

三维模型是物体的三维多边形表示，是指具有长、宽（或直径、半径等）和高的三维几何体。用 Pro/E 5.0 软件创建三维模型的一般过程如下：

- (1) 选取或定义一个用于定位的三维坐标系或三个垂直的空间平面。
- (2) 选定一个面作为二维平面几何图形的绘制平面。
- (3) 在草绘面上创建形成三维模型所需的截面和轨迹线等二维平面几何图形。
- (4) 运用“拉伸”、“扫描”等特征操作命令生成三维立体模型。

在 Pro/E 5.0 软件中, 一般采用以下几种方法创建三维模型。

1. 搭积木法

这是最常用的机械零件三维模型创建方法。这种方法是先创建一个反映零件主体形状的基础特征, 然后在这个基础特征上逐步添加其他的特征, 直至完成全部特征的创建。

2. 曲面实体化法

利用曲面造型较自由的特点先创建零件的曲面特征, 然后将其实体化成实体模型。

3. 装配体环境法

先创建装配体文件, 然后在装配体中逐步创建每一个零件。此法可以充分利用自上而下的装配设计思想, 高效率地完成产品设计。

(七) 拉伸特征

拉伸特征是指将草绘截面沿着草绘平面方向拉伸指定的长度。使用“拉伸”命令可以创建实体、薄壁和曲面, 也可以用“拉伸”方式添加或移除材料。

1. 拉伸特征的创建流程

(1) 单击工具栏的“拉伸”按钮或执行“插入”→“拉伸”命令, 系统将弹出如图 1-1-19 所示的“拉伸”操控面板。

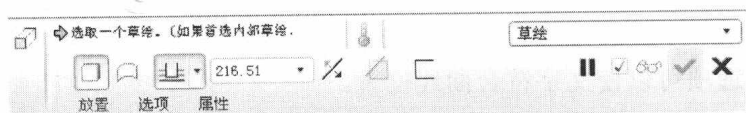


图 1-1-19 “拉伸”操控面板

(2) 单击操控面板中的“放置”按钮, 在展开的如图 1-1-20 所示的“放置”对话框中单击“定义”按钮, 系统将弹出如图 1-1-21 所示的“草绘”对话框。也可直接右击绘图区, 在弹出的如图 1-1-22 所示的快捷菜单中选择“定义内部草绘”命令, 从而打开“草绘”对话框。

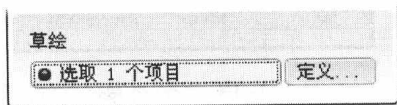


图 1-1-20 “放置”对话框

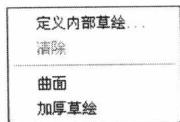
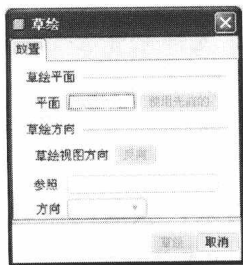


图 1-1-21 “草绘”对话框 图 1-1-22 快捷菜单

(3) 在工作窗口中分别选择合适的草绘平面和参照平面后, 单击对话框中的“草绘”按钮进入草绘环境。

(4) 在草绘环境下绘制二维草绘图形, 完成后单击按钮退出草绘环境。

(5) 在“拉伸”操控面板中进行适当的设置, 如选择拉伸方式、输入拉伸值等。完成后单击“预览”按钮观察效果, 最后单击按钮退出。