

武书彦 李欣 等编著

工程制图技术与实践

Pro/ENGINEER

零件设计

技术与实践

(3.0野火版)

- ◆ Pro/ENGINEER零件设计全面解析
- ◆ 囊括所有常见的零件类型，全面且实用
- ◆ 剖析零件设计的各种方法和思路
- ◆ 分门别类地讲解不同类型零件的绘制，让读者能够举一反三
- ◆ 详细的图文讲解和全程习题视频演示帮助读者快速掌握绘图技法



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

随书光盘内容包括书中案例
素材文件及最终效果图



TH13-39

370

2007

工程制图技术与实践

Pro/ENGINEER

零件设计技术与实践

(3.0野火版)

武书彦 李 欣 等编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书突出的特点是按照机械零件的功能结构进行分类,并结合设计工程实例介绍了 Pro/ENGINEER 在机械设计中三维实体设计和二维工程图的设计。全书结构清晰,语言简练,图文并茂,实例鲜明。本书具有很强的专业性和实用性,既可作为高等院校机械相关课程的教材,也可作为从事零件设计的工程技术人员的参考用书。

本书附有光盘,其中收录了各章实例的图纸文件,还提供了书中习题的操作演示视频文件。

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 零件设计技术与实践(3.0 野火版)/武书彦等编著. —北京:电子工业出版社,2007.2
(工程制图技术与实践)

ISBN 978-7-121-03772-6

I. P... II. 武... III. 机械元件—计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 IV. TH13-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 004078 号

责任编辑:祁玉芹 张江涛

印 刷:北京市天竺颖华印刷厂

装 订:三河市金马印装有限公司

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:28.25 字数:723 千字

印 次:2007 年 2 月第 1 次印刷

印 数:6000 册 定价:45.00 元(含光盘 1 张)

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,联系电话:(010) 68279077;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

关于《工程制图技术与实践》丛书

《工程制图技术与实践》丛书是由具有丰富工程设计经验的工程师和长期工作在教学第一线的老师共同编写的一套专门为提高工程技术人员的设计技术和制图技术的实践型图书。丛书的目的在于分门别类地让读者掌握使用相应的软件设计某一类工程产品或者绘制某一类工程产品图纸的技术和方法。丛书涉及的软件主要有工程技术人员常用的 AutoCAD、Pro/ENGINEER、UG、SolidWorks 等；行业应用主要是建筑领域的建筑施工、结构施工和水暖电，机械领域的零件、模具、数控、钣金和装配等。

我们希望本丛书能够帮助读者在了解各种软件操作方法的基础上，灵活地运用各种软件技术进行工程图纸的绘制，能够灵活地对技术进行组合、筛选，对图纸进行拆分，从而选择合适的绘制方法。

本丛书有以下特点：

1. 案例经典实用

本丛书提供的案例具有一定的代表性和实用性，可分为两类。一类案例主要用于掌握软件的功能和设计技巧；一类案例则来源于工程实践，可以使读者掌握某类产品和图纸的设计与绘制方法。

2. 注重思路与方法探讨

对于书中的每个案例，都给出了最具代表性的制图方法。对某些案例，还给出了两种以上的绘图思路和方法，不仅可以帮助读者巩固软件的实际使用，还能够培养读者灵活使用各类技术的技能。

3. 多媒体演示光盘

光盘中包含了书中所有案例的最终图纸文件，读者可以直接用相应软件打开阅读。通过配合图书中详细的步骤，可以方便地绘制出图纸、设计出产品。另外，光盘中还提供了书中习题的操作演示视频文件，读者可以对照这些视频进行练习。

关于本书

Pro/ENGINEER是美国PTC公司推出的一套从设计到加工制造的一体化三维设计分析软件，已经在各个领域得到了广泛的应用。在机械设计行业中，Pro/ENGINEER是应用最为广泛的三维造型软件之一，已经成为机械结构设计师和零件制造工程师进行产品造型与加工制造的得力助手。

本书详细介绍了运用Pro/ENGINEER Wirefire 3.0中文版进行机械零件造型、装配和工程图

制作的创建思路和具体操作。全书共11章,按照机械零件的结构功能进行分类编排。其中第1章主要介绍Pro/ENGINEER三维设计的基本原理。通过本章的学习,使读者了解Pro/ENGINEER三维设计的原理以及机械零件的功能分类。第2章对Pro/ENGINEER的草绘内容进行了介绍,通过本章的学习,使读者了解草图的基本概念和方法,为后面章节中三维造型和二维工程图的打下良好的基础。第3章主要是基础特征的建立和操作。该章介绍了创建基础特征的多种方法和思路,为后面建模过程中应用基础特征提供了必要的准备。

第4~9章分类介绍了各种机械零件建模的基本思路 and 操作方法。主要包括简单零件、轴类零件、轴承类零件、盘类零件、箱体类零件和叉架类零件的创建思路和方法。在讲解过程中尽量提供多元化思路,使读者可以通过多种思路来创建同类零件,达到开阔读者思路的目的。

第10章是装配图的创建,主要介绍了建立装配图、添加零件约束等相关操作以及创建装配图的思路。第11章介绍了运用Pro/ENGINEER创建工程图的基本方法和操作过程,以及在工程图中进行视图操作的方法。

全书内容覆盖机械零件设计的各种常用类型,知识面广泛,注重结构性和条理性,实例都选取具有代表性的工程实例。读者只要按照书中的步骤一步步地学习,一定会在较短的时间内快速掌握Pro/ENGINEER的零件设计与操作。

本书在内容组织上遵循按照功能结构分类的原则,突出了每种零件的特性以及创建思路、创建方法。注意了对设计过程整体思路和设计观念的培养,同时又强调了设计过程中具体技巧和工程经验的介绍。

本书针对机械设计专业编写,可以作为高等院校机械专业中“计算机辅助设计”课的教材,同时也可以作为机械设计工程技术人员自学的参考书。

本书由武书彦和李欣等编著,许小荣、周莉蓉、周蕾、孙玉珊、沈桂兰等人在预读、查错、实例测试和教学试验等工作中,付出了很多努力,在此表示感谢!

本书内容全面、结构清晰、实例具有代表性。但由于编写时间较为仓促,书中难免会有疏漏和不足之处,恳请广大读者提出宝贵意见。如果有任何的问题可以通过电子邮件与我们联系。

我们的 E-mail 地址: qiyuqin@phei.com.cn。电话: (010) 68253127 (祁玉芹)。

编 者

2007 年 1 月

目 录

CONTENTS

第 1 章 Pro/ENGINEER 三维设计原理 1

1.1 计算机辅助设计基础.....	1
1.1.1 计算机辅助设计简介.....	2
1.1.2 Pro/ENGINEER 零件设计流程.....	2
1.2 Pro/ENGINEER 建模特点.....	4
1.2.1 草绘的参数化.....	4
1.2.2 基于特征建模.....	4
1.2.3 特征的参数化建模.....	6
1.2.4 特征的多样性.....	6
1.2.5 特征的一致性.....	16
1.2.6 特征建模准备与策略.....	16
1.3 零件拆解特征.....	18
1.3.1 孔.....	18
1.3.2 筋.....	18
1.3.3 槽.....	18
1.3.4 柱.....	18
1.3.5 环.....	19
1.3.6 壳.....	19
1.4 机械零件的功能分类.....	19
1.4.1 连接件.....	19
1.4.2 紧固件.....	20
1.4.3 密封件.....	20
1.4.4 弹簧类零件.....	21
1.4.5 轴类零件.....	21
1.4.6 轴承类零件.....	22

1.4.7 盘类零件.....	22
1.4.8 叉架类零件.....	23
1.4.9 箱体类零件.....	23
1.5 习题.....	24

第2章 零件设计基础——草绘与基准特征..... 25

2.1 草绘概念.....	25
2.1.1 图元.....	26
2.1.2 尺寸.....	37
2.1.3 约束.....	41
2.1.4 冲突.....	43
2.2 基准特征.....	43
2.2.1 基准平面.....	44
2.2.2 基准轴.....	47
2.2.3 基准点.....	48
2.2.4 基准曲线.....	50
2.2.5 坐标系.....	52
2.3 草绘与基准特征的关系.....	52
2.3.1 基准特征是草绘的参照.....	53
2.3.2 通过草绘创建某些基准特征.....	54
2.4 工程图与草绘图.....	54
2.4.1 用途不同.....	55
2.4.2 包含内容不同.....	56
2.4.3 工程图和草绘图的联系.....	57
2.5 习题.....	57

第3章 零件基础特征构造方法探讨..... 59

3.1 柱特征的创建方法.....	59
3.1.1 拉伸法.....	60
3.1.2 旋转法.....	62
3.1.3 扫描法.....	64
3.1.4 混合法.....	67
3.2 孔特征的创建方法.....	72

3.2.1	孔特征的参数.....	73
3.2.2	孔特征创建孔.....	78
3.2.3	多孔的创建.....	84
3.3	壳特征的创建方法.....	89
3.3.1	创建壳特征.....	89
3.3.2	壳特征参数.....	90
3.4	创建筋特征.....	91
3.5	创建槽特征.....	94
3.5.1	运用槽工具创建槽特征.....	94
3.5.2	运用环形槽工具.....	97
3.6	习题.....	98

第4章 常见单体零件的创建..... 101

4.1	连接件的创建.....	101
4.1.1	螺母与螺栓的分类.....	102
4.1.2	螺母创建的两种方法.....	104
4.1.3	螺栓绘制的两种方法.....	111
4.2	紧固件的创建.....	120
4.2.1	键的分类.....	120
4.2.2	键主体画法.....	123
4.2.3	键槽和键齿的两种画法比较.....	126
4.3	密封件的创建.....	130
4.3.1	密封件分类.....	131
4.3.2	压力密封圈创建的两个思路.....	134
4.3.3	O形密封圈快速创建.....	137
4.4	弹簧类零件的创建.....	138
4.4.1	弹簧类零件参数分析.....	139
4.4.2	弹簧类零件创建思路分析.....	140
4.4.3	弹簧类零件创建的第1种方法.....	140
4.4.4	弹簧类零件创建的第2种方法.....	144
4.5	习题.....	147

第5章 轴类零件的创建方法 149

5.1 轴类零件分类.....	149
5.2 轴类零件的特点及造型方法分析.....	151
5.2.1 纵向不等直径圆柱.....	152
5.2.2 纵向多槽.....	153
5.2.3 造型分析.....	154
5.3 轴类零件主体创建的两种思路.....	155
5.3.1 拉伸法.....	155
5.3.2 旋转法.....	161
5.4 轴类零件创建中的技巧.....	164
5.4.1 基准面的配合.....	164
5.4.2 拉伸和剪切的使用.....	166
5.4.3 倒角配合.....	169
5.5 槽创建的两种方法.....	170
5.5.1 旋转剪切法.....	170
5.5.2 运用环形槽工具创建越程槽.....	171
5.6 不规则轴——曲轴创建.....	172
5.6.1 创建曲轴的轴体.....	172
5.6.2 曲轴偏心轴一的生成.....	174
5.6.3 曲轴偏心轴二的生成.....	178
5.6.4 曲轴键槽和倒角的创建.....	182
5.7 习题.....	183

第6章 轴承类零件的创建 185

6.1 轴承类零件的分类.....	185
6.2 轴承类零件的特征.....	186
6.2.1 多环.....	187
6.2.2 滚动体.....	187
6.2.3 保持架.....	188
6.3 轴承类零件造型分析.....	189
6.4 滚动轴承的创建.....	189
6.4.1 球滚动轴承的两种创建方法.....	189

6.4.2 圆柱滚子轴承的两种创建方法.....	206
6.5 滑动轴承的创建思路及方法.....	217
6.5.1 创建思路.....	217
6.5.2 创建方法.....	218
6.6 用装配法创建轴承类零件.....	225
6.7 习题.....	229

第7章 盘类零件的创建 231

7.1 盘类零件的分类.....	231
7.2 盘类零件的特征分析.....	232
7.2.1 圆.....	233
7.2.2 多孔或多齿.....	233
7.3 盘类零件的造型分析.....	233
7.4 皮带轮的创建.....	234
7.4.1 主体的两种通用创建方法.....	235
7.4.2 皮带轮的两种镂空方法.....	239
7.4.3 皮带轮槽的两种创建方法.....	245
7.5 齿轮的创建.....	249
7.5.1 齿轮基础知识.....	249
7.5.2 与皮带轮相同的主体创建方法.....	253
7.5.3 齿轮的两种创建方法.....	256
7.5.4 直齿圆锥齿轮的创建.....	266
7.6 轴承端盖的创建.....	269
7.6.1 端盖主体的不同创建方法.....	270
7.6.2 端盖孔的创建方法.....	275
7.7 习题.....	278

第8章 箱体类零件的创建 279

8.1 箱体类零件的分类.....	279
8.2 箱体类零件的多特征性.....	280
8.2.1 规则：方形箱体和柱形箱体.....	280
8.2.2 孔特征.....	281
8.2.3 肋特征.....	281

8.2.4	空腔.....	282
8.3	柱形空腔箱体的创建.....	282
8.3.1	特征拆解.....	282
8.3.2	柱形箱体的创建过程.....	283
8.4	方形空腔箱体的创建.....	295
8.5	习题.....	315

第9章 叉架类零件的创建 317

9.1	叉架类零件的分类.....	317
9.1.1	拨叉.....	318
9.1.2	连杆.....	318
9.1.3	支架.....	318
9.1.4	摇臂.....	318
9.2	叉架类零件的特征分析.....	319
9.2.1	不对称.....	319
9.2.2	凸台.....	319
9.2.3	凹坑.....	319
9.2.4	不规则性.....	320
9.3	拨叉类零件的创建.....	320
9.3.1	拨叉类零件的特征分析.....	320
9.3.2	拨叉类零件的创建思路.....	320
9.3.3	拨叉类零件的创建方法.....	321
9.4	连杆类零件的创建.....	328
9.4.1	连杆类零件的特征分析.....	328
9.4.2	连杆类零件的创建思路.....	328
9.4.3	连杆类零件的创建方法.....	328
9.5	支架类零件的创建.....	335
9.5.1	支架类零件的特征分析.....	335
9.5.2	支架类零件的创建思路.....	336
9.5.3	支架类零件的创建方法.....	336
9.6	摇臂类零件的创建.....	348
9.6.1	摇臂类零件的特征分析.....	348
9.6.2	摇臂类零件的创建思路.....	349
9.6.3	摇臂类零件的创建方法.....	349

9.7 习题.....	355
-------------	-----

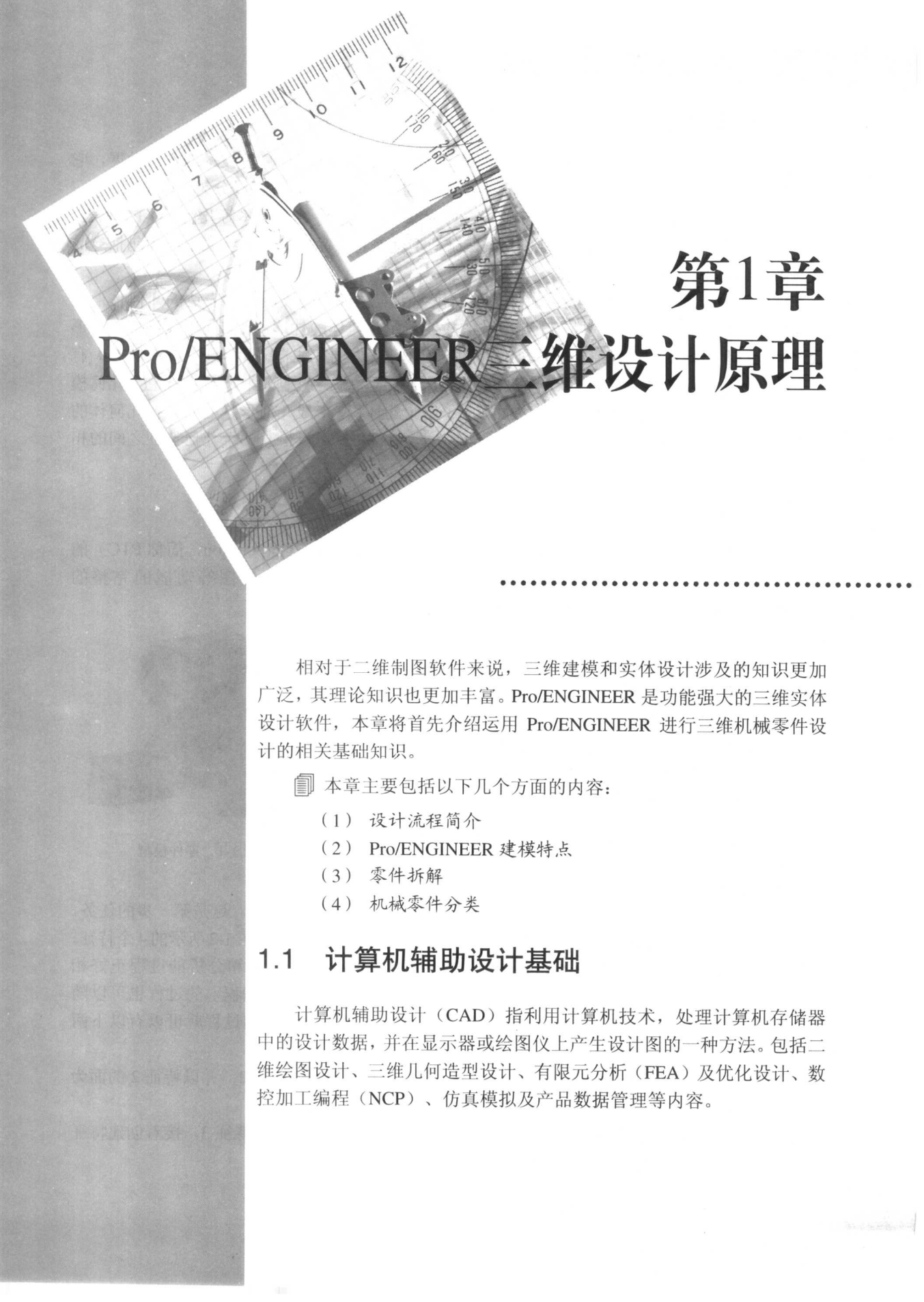
第 10 章 零件装配图	357
---------------------------	------------

10.1 零件装配图的要点.....	357
10.1.1 组件的概念.....	358
10.1.2 元件的封装.....	358
10.1.3 装配约束.....	359
10.2 平口钳装配图.....	362
10.2.1 零件相互关系拆解.....	363
10.2.2 零件装配思路.....	363
10.2.3 零件装配方法.....	364
10.3 变速箱装配图.....	378
10.3.1 变速箱零件组成分析.....	378
10.3.2 变速箱装配思路.....	379
10.3.3 变速箱装配方法.....	380
10.4 习题.....	391

第 11 章 零件工程图绘制	393
-----------------------------	------------

11.1 零件工程图绘制的两个思路.....	394
11.1.1 从草绘图创建工程图.....	394
11.1.2 从零件图创建工程图.....	394
11.2 零件工程图的常用视图.....	395
11.2.1 一般视图.....	396
11.2.2 投影视图.....	397
11.2.3 辅助视图.....	398
11.2.4 详细视图.....	398
11.2.5 旋转视图.....	399
11.3 工程图中尺寸标注.....	400
11.3.1 尺寸分类.....	400
11.3.2 显示已存在尺寸.....	402
11.3.3 图中注释.....	405
11.3.4 公差标注.....	407
11.4 工程图中的表格.....	411

11.4.1 常见表格分类.....	411
11.4.2 表格操作方法.....	412
11.5 简单零件的工程图创建.....	417
11.6 复杂零件的工程图创建.....	424
11.7 习题.....	439



第1章

Pro/ENGINEER 三维设计原理

相对于二维制图软件来说，三维建模和实体设计涉及的知识更加广泛，其理论知识也更加丰富。Pro/ENGINEER 是功能强大的三维实体设计软件，本章将首先介绍运用 Pro/ENGINEER 进行三维机械零件设计的相关基础知识。

本章主要包括以下几个方面的内容：

- (1) 设计流程简介
- (2) Pro/ENGINEER 建模特点
- (3) 零件拆解
- (4) 机械零件分类

1.1 计算机辅助设计基础

计算机辅助设计 (CAD) 指利用计算机技术，处理计算机存储器中的设计数据，并在显示器或绘图仪上产生设计图的一种方法。包括二维绘图设计、三维几何造型设计、有限元分析 (FEA) 及优化设计、数控加工编程 (NCP)、仿真模拟及产品数据管理等内容。



1.1.1 计算机辅助设计简介

计算机辅助设计技术最早出现在 20 世纪 50 年代末期,随着计算机技术的不断发展,它已经成为推动企业快速进步的技术力量。根据模型的不同,CAD 系统可以分为二维 CAD 和三维 CAD 系统。二维系统一般将产品和工程设计图纸看成是点、线和文本等几何元素的集合。三维 CAD 系统的核心是产品的三维模型。三维模型就是将产品的实际形状表示成为包括产品几何结构信息的模型。

计算机三维模型描述经线框模型、表面模型到实体模型的发展,所表达的几何体信息越来越完整和准确。线框模型只是用几何体的棱线表示几何体的外形,就如同用线架搭出的形状一样。表面模型是利用几何形状的外表面构造模型,就如同在线框模型上蒙了一层外皮,有了一定的轮廓,可以产生诸如阴影、消隐等效果,但模型中缺乏几何形状体积的概念。几何模型发展到实体模型阶段,封闭的几何表面构成了一定的体积,形成几何形状的同时在几何体的中间填充了一定的物质,使之具有了如质量、密度等特性,且可以检查两个几何特征之间的相互干涉等。

1.1.2 Pro/ENGINEER 零件设计流程

Pro/ENGINEER 是美国参数技术公司 (Parametric Technology Corporation, 简称 PTC) 的优秀产品,它提供了集成产品的三维模型设计、加工、分析及绘图等功能的完整的 CAD/CAE/CAM 解决方案,该软件以使用方便、参数化造型和系统的全相关性而著称,目前它的最新版本为 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0。

Pro/ENGINEER 是把工程设计中的基本要素或者功能要素定义为一组不可再拆分的特征。然后通过将特征以搭积木的方式来构建特征模型。特征模型使得对模型的管理、修改和重构都非常方便,体现了参数化设计的思想。

在运用 Pro/ENGINEER 设计零件过程中,首先需要对零件进行分析。例如从图 1-1 中可以看出该零件由多个部分组成,按照其结构特点或者是功能特点可以分为几个部分:底板、立板、肋板和圆柱体。

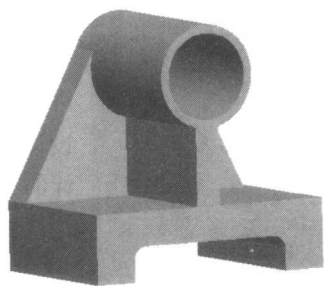


图 1-1 零件模型

根据上面的分析可以将一个复杂的零件分解成为一系列的基本特征。这是第一步的任务,也是三维零件设计中关键的一步。例如图 1-1 中的零件分解后可以形成如图 1-2 所示的 4 个特征。

分解完成后下一步的任务才是零件模型的建立。零件模型的建立和分析的过程正好相反,分析是“化整为零”,而创建过程是将各个特征累加起来。这个搭积木的过程也可以随着个人的习惯和思维方式的不同而出现多种方式。比如创建上述零件的过程就可以有以下两种方式。

方式一:先利用拉伸命令建特征 1,然后以特征 1 为参照创建特征 2,并以特征 2 的面为参照面创建特征 3,最后创建特征 4,过程如图 1-3 所示。

方式二:首先利用拉伸命令建特征 1,然后再次利用拉伸特征创建特征 3,接着创建特征 2,最后创建特征 4,创建过程如图 1-4 所示。

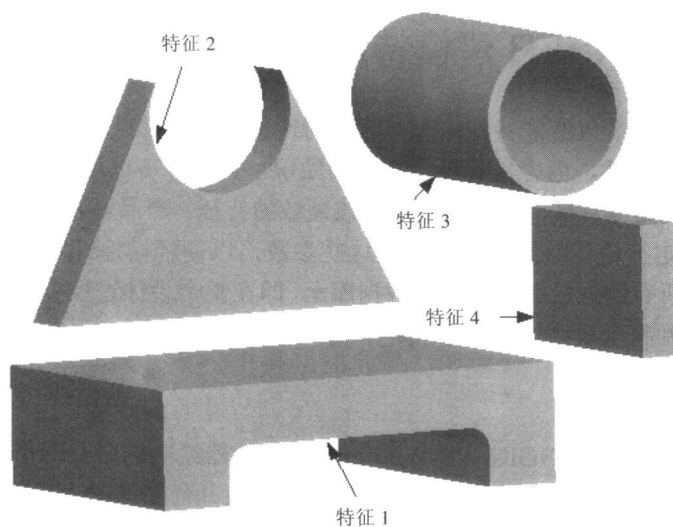


图 1-2 分解特征

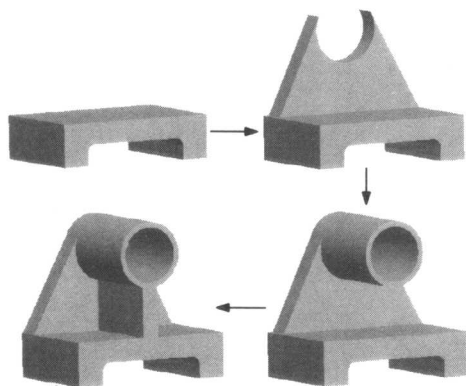


图 1-3 第一种方式创建零件

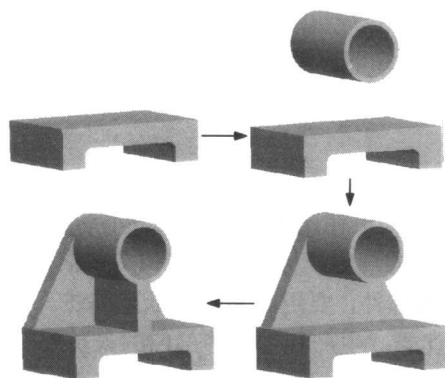


图 1-4 第二种方式创建零件



1.2 Pro/ENGINEER 建模特点

Pro/ENGINEER 系统以智能特征作为产品几何造型的构造基础。这些特征都是常用的具有一定机械功能的机械构件,内含与其环境相关的知识,且构件可以根据用户预期的方式更改。装配、加工、制造及其他领域,都使用最适合该领域的特征。产品开发时,将参数(包括非几何属性和尺寸)指定给这些特征,接着修改这些参数,以便轻松地开发多种设计方案。而且 Pro/ENGINEER 将所有数据放置在单一的数据库上,即在整个设计过程中的任何一处发生参数改动,都可以反映到整个设计过程的相关环节上。

1.2.1 草绘的参数化

草绘的参数化是指 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 草绘器绘制的所有图形中,每一个尺寸都对应唯一的一个参数。通过修改或者调整参数可以修改几何图元的大小和形状。如图 1-5 所示,右边的图形是由左侧图形通过修改尺寸参数而得到的,由图中可以看到只要对图元的尺寸参数进行修改,则图形的形状和大小就随之同步改变,这就是参数化设计的优势之一。

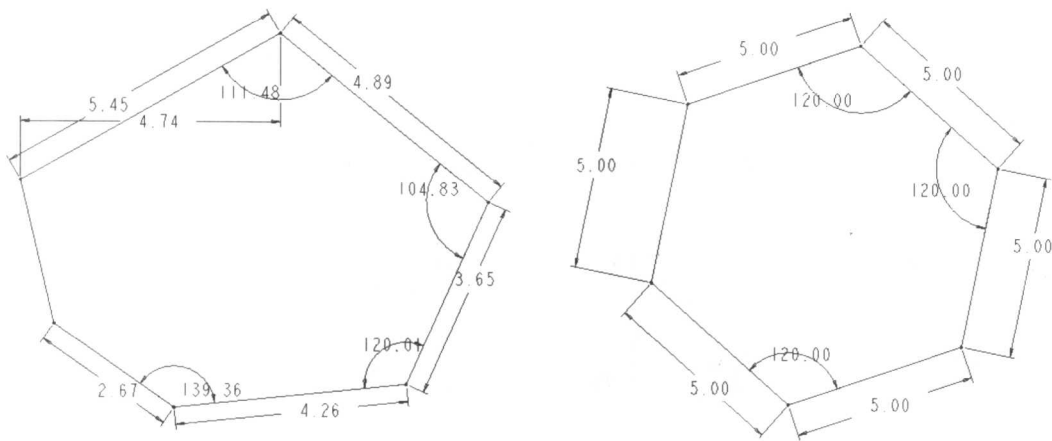


图 1-5 参数化驱动图形

在 Pro/ENGINEER 中所有草绘的图形都是参数化尺寸驱动的。在绘图中进行草绘时,还可以参数化方式使绘制图元与模型几何或其他绘制图元相关。

1.2.2 基于特征建模

传统的工程设计方法是设计人员在图纸上利用几个不同的投影视图来表示一个三维产品设计模型,图纸上还有很多人为的规定、标准、符号和文字描述,比较典型的如 AutoCAD 的设计方法。对于一个较为复杂的部件,要用若干张图纸来描述。尽管这样,图纸上还是会密布着各种线条、符号和标记等。工艺、生产和管理等部门的人员要想读懂这样的图,往往会有一定的难度,因为他们需要通过不同视图的描述来想像出设计模型的每一个细节,而这往往需要经过一定的专业训练。并且由于一个人的能力有限,设计人员往往不能保证图纸上的每个细节