

中文版

Pro/ENGINEER WildFire

实例教程

唐俊 龙坤 张浩 等编著

基本功能及零件设计流程

绘制二维平面图

创建三维实体模型

使用曲面特征创建三维模型

零件装配设计

创建工程图与尺寸标注



清华大学出版社

中文版 Pro/ENGINEER WildFire 实例教程

唐俊 龙坤 张浩 等编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

Pro/ENGINEER 是广泛应用于机械设计、工业设计、功能仿真、模拟制造和数据管理领域的三维自动化模型设计软件。目前推出的 Pro/ENGINEER WildFire 中文版是该系列软件的最新版本。

本书共 6 章。第 1 章主要介绍 Pro/ENGINEER WildFire 的主要界面和特点;第 2 章介绍草绘平面图的绘制方法和技巧;第 3 章和第 4 章介绍如何使用 Pro/ENGINEER 创建三维实体模型,由浅入深、循序渐进地介绍了 Pro/ENGINEER 设计方方面面的知识,包括参数化设计、基准特征的创建、零件造型的各种方法(含螺旋扫描、扫描混合等高级特征)、零件造型的编辑、曲面造型、关系式等;第 5 章介绍零件装配的知识;第 6 章介绍建立工程图的方法。

本书内容简明扼要、条理清晰、通俗易懂、实践性很强,既可作为应用 Pro/ENGINEER 进行产品设计的初、中级用户的自学指导书,也可以作为高等院校机械专业的教材,以及各类 Pro/ENGINEER 初、中级培训班的培训教材。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

中文版 Pro/ENGINEER WildFire 实例教程/唐俊等编著. — 北京:清华大学出版社 2004

ISBN 7-302-08265-0

I.中… II.唐… III.机械设计:计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER WildFire—教材
IV.TH.22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 018508 号

出 版 者:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 客户服务:010-62776969

组稿编辑:孟毅新

文稿编辑:鲍 芳

封面设计:王 戡

版式设计:康 博

印 刷 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:24 字数:569 千字

版 次:2004 年 4 月第 1 版 2004 年 4 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-08265-0/TP·5961

印 数:1~5000

定 价:36.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770175-3103 或(010)62795704

前 言

1988年,V1.0的Pro/Engineer在美国PTC公司诞生了,经过10余年的发展,Pro/Engineer已经成为三维建模软件的领头羊。目前PTC公司发布了最新的版本——Pro/Engineer WildFire。PTC的系列软件包括了在工业设计和机械设计等方面的多项功能,还包括对大型装配体的管理、功能仿真、制造、产品数据管理等。Pro/Engineer还提供了目前所能达到的最全面、集成最紧密的产品开发环境。

Pro/Engineer WildFire在功能上所进行的更改都紧紧围绕两个目标:使用户通过图标板来了解工具;使资深用户通过直接建模来处理模型,以加快建模速度。

Pro/Engineer是一个优秀的三维模型制作软件,系统可以非常方便地生成三维模型,并且可以很容易地根据三维模型生产平面图形。此外,利用Pro/Engineer制作三维模型时,它完全依赖于各种特征,并且用户可以在任何时候对特征进行修改或者删除,从而可在模型设计过程中大大地提高设计效率,并降低设计难度。

本书使用丰富的实例全面介绍了使用Pro/Engineer WildFire进行各种典型零件设计的基本过程,以及如何进行零件装配、工程图绘制等知识。本书前几章对Pro/Engineer的基本功能介绍得非常详细,包括命令项的功能和如何使用这些命令。此外,还详细地介绍了使用Pro/Engineer进行设计的一些应用技巧,使读者可以很快掌握模型设计的概念。对于有一定Pro/Engineer使用经验的用户,也可以从中迅速获取帮助。随着学习的进一步深入,就会有一系列的实例将读者带入到更深的境界,使读者在这个领域畅游。

本书由唐俊、龙坤、张浩共同执笔编写。此外,蓝荣香、王昊亮、喻波、马天一、魏勇、郝荣福、李光龙、孙明、李天宇、武思宇、牟博超、李冰、付鹏程、高翔、朱丽去、崔凌、张巧玲、李辉、李欣、柏宇、郭强、金春范、程梅、黄霆、钟华、高海峰、王建胜、刘湘和邵蕴秋等同志在整理材料方面给予了编者很大的帮助,在此,编者对他们表示衷心的感谢。

由于Pro/Engineer技术复杂、功能强大,作者水平有限,书中难免会有不妥之处,恳请各位专家、读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 Pro/ENGINEER WildFire使用概述	1
1.1 Pro/ENGINEER WildFire 的主要特点及概念	1
1.2 Pro/ENGINEER WildFire 的基本功能	4
1.2.1 绘制图形	4
1.2.2 标注尺寸	6
1.2.3 打印图形	7
1.3 Pro/ENGINEER WildFire 操作界面	8
1.3.1 标题栏	9
1.3.2 菜单栏	9
1.3.3 工具栏	11
1.3.4 导航栏	12
1.3.5 信息提示区	13
1.3.6 IE 浏览器	14
1.3.7 命令解释区与帮助中心	15
1.3.8 选择过滤器	16
1.3.9 主视区	17
1.4 图形文件管理	17
1.4.1 创建新的图形文件	17
1.4.2 打开图形文件	18
1.4.3 保存图形文件	19
1.4.4 关闭图形文件	21
1.5 使用 Pro/ENGINEER 进行零件设计的一般流程	21
1.6 Pro/ENGINEER WildFire 的鼠标操作	23
1.7 小结	24
1.8 练习	24
第 2 章 二维平面图的绘制	25
2.1 使用草绘器创建几何图形	25
2.2 使用约束条件创建二维图形	35
2.3 在三维实体建模时绘制剖面图	40
2.4 二维草绘平面绘制的综合实例	46

2.4.1 综合实例 1——弯折片	46
2.4.2 综合实例 2——纺锤形垫片	49
2.4.3 综合实例 3——多孔垫片	53
2.5 小结	58
2.6 练习	58
第 3 章 三维实体模型的创建	61
3.1 传动轴设计	61
3.1.1 传动轴设计综述	61
3.1.2 传动轴创建过程	63
3.2 轴承设计	69
3.2.1 轴承设计综述	69
3.2.2 轴承创建过程	70
3.3 弹簧片设计	76
3.3.1 弹簧片设计综述	76
3.3.2 弹簧片创建过程	77
3.4 弹簧设计	80
3.4.1 弹簧的设计综述	81
3.4.2 弹簧零件创建过程	81
3.5 吊钩设计	89
3.5.1 吊钩设计综述	89
3.5.2 吊钩零件创建过程	90
3.6 轴架设计	97
3.6.1 轴架设计综述	97
3.6.2 轴架零件创建过程	98
3.7 双头螺柱设计	110
3.7.1 双头螺柱设计综述	111
3.7.2 双头螺柱零件创建过程	112
3.8 螺母设计	125
3.8.1 螺母设计综述	125
3.8.2 螺母零件的创建过程	126
3.9 咖啡壶设计	132
3.9.1 咖啡壶设计综述	133
3.9.2 咖啡壶模型的创建过程	134
3.10 小结	146
3.11 练习	146

第4章 使用曲面特征创建三维模型	153
4.1 汤匙设计	153
4.1.1 汤匙设计综述	153
4.1.2 汤匙模型的创建过程	155
4.2 齿轮设计	162
4.2.1 齿轮设计综述	162
4.2.2 齿轮零件的创建过程	164
4.3 风扇(一) 设计	185
4.3.1 风扇(一) 设计综述	185
4.3.2 风扇(一) 模型的创建过程	187
4.4 汽车外壳造型设计	213
4.4.1 汽车外壳造型设计综述	213
4.4.2 汽车外壳模型的创建过程	215
4.5 小结	241
4.6 练习	241
第5章 零件装配设计	244
5.1 装配台灯	244
5.1.1 台灯装配的综述	244
5.1.2 台灯的装配过程	246
5.2 装配活塞连杆装置	266
5.2.1 活塞连杆装置的装配综述	266
5.2.2 活塞连杆装置的装配过程	268
5.3 装配基座组件	281
5.3.1 基座组件的装配综述	281
5.3.2 基座组件的装配过程	283
5.4 分解视图	298
5.5 组件中装配干涉的检测与调整	302
5.6 小结	303
5.7 练习	304
第6章 创建工程图	305
6.1 新建工程图并设置工程图环境	305
6.1.1 新建工程图	305
6.1.2 绘制标题栏	308
6.1.3 工程图环境设置	313
6.2 综合创建各种视图表达零件	315

6.2.1	创建主视图	318
6.2.2	创建左视图和俯视图	319
6.2.3	创建轴侧视图	321
6.2.4	创建详细视图	322
6.2.5	创建半视图	324
6.2.6	创建破断视图	325
6.2.7	创建局部视图	327
6.2.8	创建剖视图	327
6.2.9	创建辅助视图	329
6.2.10	创建旋转视图	330
6.3	标注尺寸	333
6.3.1	“已显示”尺寸	334
6.3.2	修改尺寸和添加“已添加”尺寸	335
6.3.3	尺寸保存	343
6.4	由组件创建工程图	344
6.4.1	新建组件工程图并设置格式	344
6.4.2	绘制基本视图	346
6.4.3	设置分解视图	351
6.4.4	标注装配尺寸和注释	356
6.4.5	装配明细表	360
6.5	修改工程图	360
6.5.1	修改绘图格式	360
6.5.2	视图修改	361
6.5.3	辅助符号标记	367
6.6	工程图的输入和输出	369
6.6.1	工程图的输入	369
6.6.2	工程图的输出	370
6.7	小结	372
6.8	练习	373

第1章 Pro/ENGINEER WildFire 使用概述

本章对 Pro/ENGINEER 作一个大体的介绍,讨论其主要特点、操作界面及零件造型的基本过程。

本章知识要点

- ◆ Pro/ENGINEER 的基本功能
- ◆ Pro/ENGINEER 的界面组成
- ◆ Pro/ENGINEER 的参数化设计简介
- ◆ 图形文件管理

1.1 Pro/ENGINEER WildFire 的主要特点及概念

Pro/ENGINEER WildFire 是美国参数技术公司(简称 PTC 公司)推出的 Pro/ENGINEER 软件的最新版本。Pro/ENGINEER WildFire 建立在广泛公认的性能优势之上,它把创造性的新技术带到了每一位工程师和设计师的手中。这些技术超越了纯粹的参数化系统和那些过时的所谓混合建模系统。高性能装配建模的新功能,包括符号代表和柔性部件的全局建模等方面的新增功能。新版本在符合审美学的曲面产品的设计的基础上,新增了可以进行大量的结构分析和热力学分析的功能,并且提供了更容易使用的行为建模技术,这些都可使用户对设计产生更大的信心,而无需反复地制造产品的原型。更多的改进体现在加工、布线系统、开放性、系统管理等方面,所有这些都可使新的解决方案给人留下深刻的印象。

Pro/ENGINEER WildFire 系统的主要特点如下:

- ◆ 真正的全相关性,任何修改都会自动反映到所有相关的部位。
- ◆ 具有真正管理并发进程、实现并行工程的能力。
- ◆ 具有强大的装配功能,能够始终保持设计者的设计意图。
- ◆ 具有强的通信功能,可以和其他 Pro/ENGINEER 用户同等地交换产品生命周期数据。
- ◆ 容易使用,可以极大地提供设计效率。

Pro/ENGINEER WildFire 版拥有一个全新的用户界面,可以使用户快速入门。它对人体工程学的强烈关注体现在,为建模提供更大的绘图区域,更简单的视图控制,减少鼠标移动,增强色彩配置方案等,从而可增加用户使用的舒适度,几何模型的建立更加简单。

又因为使用广泛的图形预览,使用更简便的 Dashboard 来代替对话框,并且对特征的关键要素进行直接控制,因此即使是复杂的模型,用户也能轻松应对。

所谓全相关性,是指 Pro/ENGINEER 的所有模块都是全相关的。这就意味着,在产品开发过程中某一处进行的修改,能够扩展到整个设计中,同时自动更新所有的工程文档,包括装配体、设计图纸以及制造数据。全相关性鼓励在开发周期的任一点进行修改,却没有任何损失,使并行工程成为可能,所以能够使开发后期的一些功能提前发挥作用。

Pro/ENGINEER 系统基于特征的参数化造型,是指 Pro/ENGINEER 使用用户熟悉的特征作为产品几何模型的构造要素。这些特征是一些普通的机械对象,并且可以按预先设置很容易进行修改。例如:设计特征有弧、圆角、倒角等,它们对工程人员来说是很熟悉的,因而易于使用。装配、加工、制造以及其他学科都使用这些领域独特的特征。通过对这些特征设置参数(不但包括几何尺寸,还包括非几何属性)的修改,可以很容易地进行多次设计迭代,实现产品开发。为了加速投放市场,需要在较短的时间内开发更多的产品,必须允许多个学科的工程师同时对同一产品进行开发。数据管理模块的开发研制,正是专门用于管理并行工程中同时进行的各项工作,由于使用了 Pro/ENGINEER 独特的全相关性功能,因而使之成为可能。

在进行组件的装配管理时,Pro/ENGINEER 的基本结构能够使用户利用一些直观的命令(例如“匹配”、“插入”、“对齐”等)很容易地把零件装配起来,同时保持设计意图。高级的功能支持大型复杂装配体的构造和管理,这些装配体中零件的数量不受限制。

在 Pro/ENGINEER 中进行调整操作时,必须注意特征之间的上下级关系,即父子关系,这就是所谓的不违反几何顺序地调整。通常在创建一个新特征时,不可避免地要参照已有的特征(如选择已有的特征曲面作为绘图曲面和参照曲面、选择已有的特征边线作为标注尺寸参照等),此时便形成了特征之间的父子关系。新生成的特征称为子特征,被参照的已有特征称为父特征。

对于有父子关系的特征,在进行特征操作时应倍加小心。通常,可单独地删除子特征,而父特征不会受到影响,但是删除父特征时,其所有的子特征也会一起被删除。对特征进行隐藏操作时,也会有同样的效果。如果隐藏父特征,其所有的子特征一起被隐藏,而隐藏子特征时,父特征不会受到影响。所以,确保父特征在整个造型过程中是非常重要的。

在使用 Pro/ENGINEER 进行设计时,必须使用单一数据库。所谓单一数据库,就是工程中的资料全部来自一个库。这样就可以使每一个独立用户(不管他是哪一个部门的)都可以为同一件产品的设计而工作。换言之,在整个设计过程中,如果一处发生改变,亦可以前后反映在整个设计制造过程的相关环节上,即全相关。

在 Pro/ENGINEER 中,用户可以在不同的模式下工作。表 1-1 列出了 Pro/ENGINEER 系统使用的各种工作模式及其含义。

表 1-1 Pro/ENGINEER 各工作模式及其含义

工作模式	子模式	功能说明	默认文件名
草绘		二维草图绘制	S2d####.sec
零件	实体	创建新的实体零件	Prt####.prt
	复合	创建复合零件	
	钣金件	创建钣金件零件	
	主体	创建主体零件	Blk####.prt
组件	设计	创建新组件	Asm####.asm
	互换	创建自动交替组件	
	校验	输入扫描数据以创建对比用组件	
	处理计划	创建装配计划	
	NC 模型	组合加工模型	
	模具布局	创建模具组件	
	Ext.简化表示	创建组件的简化表示	
制造	NC 组件	装配加工模式	Mfg####.mfg
	Expert Machinist	专家加工模式	
	CMM	坐标测量器	
	钣金件	钣金成形	
	铸造型腔	铸模加工	
	模具型腔	模具加工	
	模面	冲压加工	
	硬度	制造数据生成工具	
	处理计划	创建加工计划	
绘图		创建工程图	Drw####.drw
格式		创建绘图与装配示意图的默认文件	Frm####.frm
报表		创建报表	Req####.rep
图标		创建电路、管路流程图	Dgm####.dgm
布局		创建二维装配示意图	Lay####.lay
标记		对零件、组件、工程图、加工等建立批注文件	Mrk####.mrk

在表 1-1 中, 文件名为系统默认文件名, 其中的字符####, 代表系统所赋予的文件名编号。

主要使用的模式有:

- ◆ 草绘 用于创建截面图(草图)
- ◆ 零件 用于给零件造型
- ◆ 组件 用于装配零件
- ◆ 制造 用于模具设计
- ◆ 绘图 用于创建二维工程图

设计者可以创建一个草图, 用这个草图来给零件造型, 也创建该零件的二维工程图, 还可以在装配中使用这个零件。设计者可以在其中任何一个模式中修改零件的尺寸。Pro/ENGINEER 能很好地处理这种情况, 因为 Pro/ENGINEER 中所有模式都是相关的。换言之, 在一个模式中所作的修改将自动反映到其他各模式中。这样, 就保证了模型的一致性。又如: 一旦工程图有改变, 数控刀具路径也会自动更新; 装配工程图如有任何变动, 也完全同样反映在整个三维模型上。这样可保证数据的正确性, 并避免反复修改的耗时。这种独特的数据结构与工程设计制造的完整结合, 使得一件产品的所有设计制造过程结合起来。这一优点, 使产品设计更优化, 成品质量更高, 产品能更好地推向市场, 价格也更便宜。由于采用单一数据库, 提供了所谓双向关联性的功能, 这种功能也正符合了现代产业中所谓并行工程的思想。

1.2 Pro/ENGINEER WildFire 的基本功能

Pro/ENGINEER WildFire 具有所有 CAD/CAM 软件的基本功能, 例如能够绘制二维、三维图形, 绘制工程图, 以及输入图纸等, 但它在各个方面又具有独到之处。作为新一代的 CAD/CAM 软件, Pro/ENGINEER 已经被广泛应用于航空、航天、机械、建筑等领域, 被越来越多的用户接受。

1.2.1 绘制图形

使用 Pro/ENGINEER 进行设计可以得到两种图形, 即二维图形、三维图形。Pro/ENGINEER 在绘制三维图形方面的功能非常强大。

1. 绘制二维图形

Pro/ENGINEER 可以直接使用其草绘模式绘制二维图形。在草绘模式下, 草绘菜单和工具栏提供了丰富的绘图工具, 用户可以使用这些工具绘制直线、中心线、圆、椭圆、圆弧、矩形等基本图形。此外, Pro/ENGINEER 的草绘模式还提供了各种编辑工具, 可以对图形进行复制、镜像、移动、修剪、标注尺寸等操作。图 1-1 为 Pro/ENGINEER 在草绘模

式下绘制的平面图形。

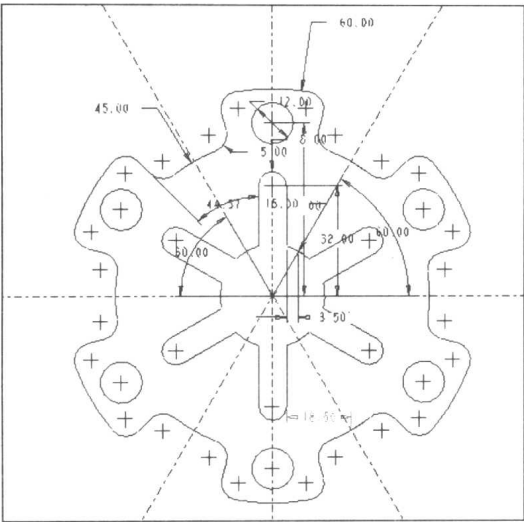


图 1-1 草绘平面图

但 Pro/ENGINEER 绘制二维图形的功能不仅如此。Pro/ENGINEER 设计理念是先创建三维实体模型，然后通过投影三维模型的方法来创建工程图，这样才能达到精确并且与实体模型相对应的结果。Pro/ENGINEER 创建的二维工程图如图 1-2 所示。

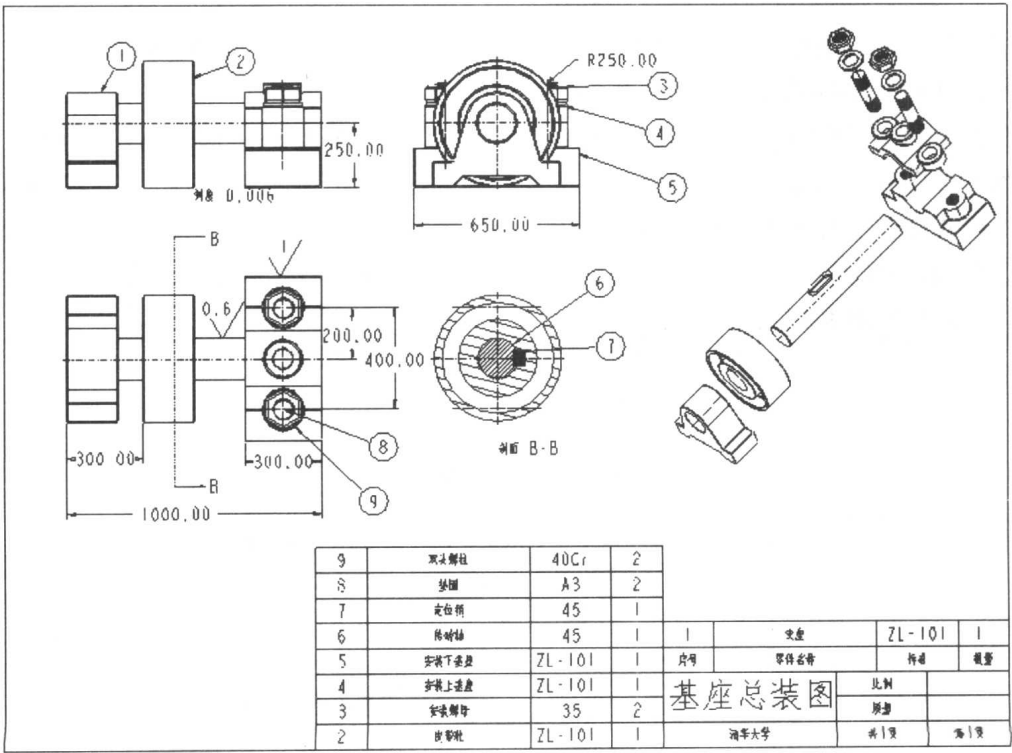


图 1-2 二维工程图

2. 绘制三维图形

Pro/ENGINEER 具有强大的三维建模功能,可以轻松创建出各种复杂的三维模型。Pro/ENGINEER 可以创建拉伸、旋转、混合、扫描等基础特征,也可以首先绘制各种边界曲线,然后通过曲线生成各种各样的曲面,最后由曲面生成三维实体。这是 Pro/ENGINEER 进行复杂三维造型设计的主要方法,通过这些方法,Pro/ENGINEER 可以满足任何三维造型设计的要求。图 1-3 为由 Pro/ENGINEER 创建的三维实体模型。

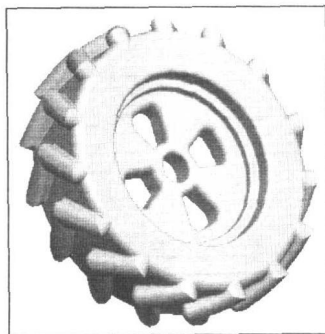


图 1-3 创建的三维实体模型

1.2.2 标注尺寸

标注尺寸是向图形中添加测量注释的过程,同时尺寸也是所创建模型的外观限定,在整个绘图过程中是不可缺少的一环。

在创建三维模型时,Pro/ENGINEER 的一般方法是首先绘制二维的草绘平面图,然后由二维平面图生成三维实体或曲面。一般尺寸的限定在草绘模式中完成。Pro/ENGINEER 的草绘模式提供了智能化的尺寸标注工具以及尺寸编辑工具,用户可以完成水平、垂直、半径、直径、角度等标注。在草绘模式下,常常使用约束条件与尺寸搭配使用。草绘模式下的尺寸标注如图 1-4 所示。

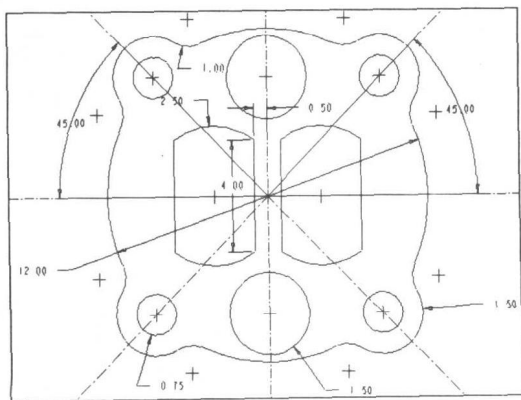


图 1-4 草绘模式下的尺寸标注

在三维模式下，每一个特征都有自己的尺寸。双击特征即可将它激活，并且显示该特征的尺寸。此时不能添加新的尺寸，但是可以对尺寸进行修改，模型外形会实时地随着尺寸的变化而变化。三维模式下的尺寸如图 1-5 所示。

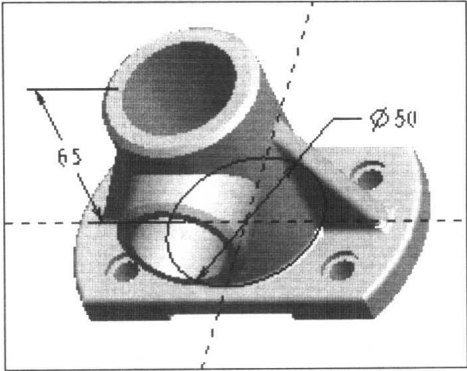


图 1-5 三维模式下的尺寸

Pro/ENGINEER 创建工程图时，首先通过三维模型投影创建视图，然后进行尺寸标注。在工程图模式下，系统把三维模型的尺寸真实地反映到工程图中。用户可以使用多种方法添加和删除尺寸，设置尺寸的标注位置和标注方式。在工程图模式下标注的尺寸如图 1-6 所示。

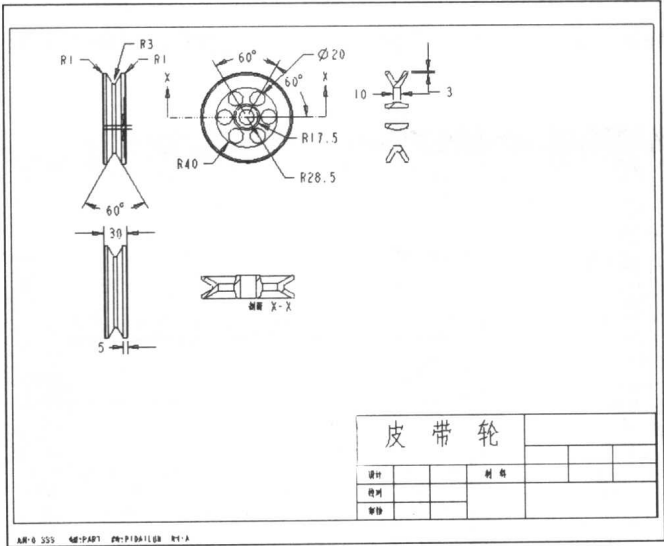


图 1-6 在工程图上标注尺寸

1.2.3 打印图形

图形绘制完成后，可以使用多种方法将其输出。例如，用户可以将图形打印在图纸上，

或创建文件以供其他应用尺寸使用。

在 Pro/ENGINEER WildFire 中, 用户可以选择“文件”|“打印”菜单命令打开如图 1-7 所示的“打印”对话框, 在对话框中设置打印机类型以及相关打印设置。



图 1-7 “打印”对话框

1.3 Pro/ENGINEER WildFire 操作界面

Pro/ENGINEER WildFire 各个工作模式下的用户界面基本上是一致的。系统启动后, 将显示 Pro/ENGINEER 最初的用户界面, 界面包含标题栏、菜单栏、工具栏、导航栏、命令提示区、命令解释区、IE 浏览器、选择过滤器、主视区。如图 1-8 所示。

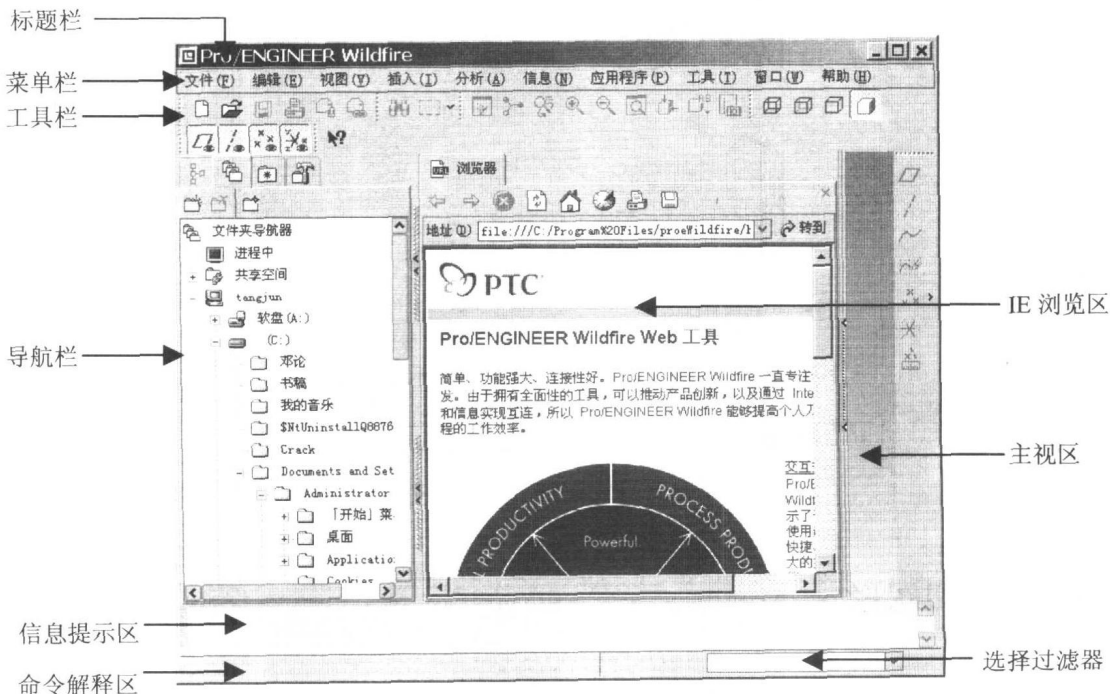


图 1-8 Pro/ENGINEER 基本界面

用户必须建立一个文件后，系统才会进入相应的模式，菜单、工具栏与其他应用窗口才会显示。由于 Pro/ENGINEER WildFire 的各个模式用户界面大同小异，所以这里就选择零件设计模式的用户界面来作介绍。进入零件设计模式后的用户界面如图 1-9 所示。

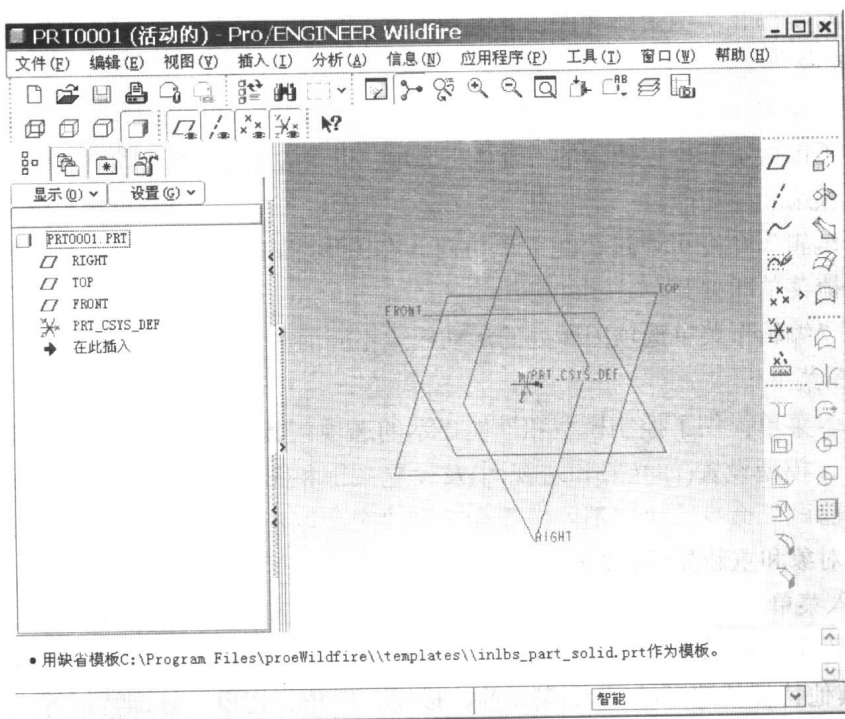


图 1-9 零件设计模式用户界面

1.3.1 标题栏

标题栏位于用户界面的最上面，用于显示当前正在运行的程序名及文件名等信息。单击标题栏右端的按钮，可以最小化、最大化或关闭程序窗口。标题栏的最左边是软件的小图标，单击它将会弹出一个 Pro/ENGINEER 窗口控制下拉菜单，通过这个下拉菜单可以最小化或最大化窗口、恢复窗口、移动窗口、关闭 Pro/ENGINEER 等操作。

1.3.2 菜单栏

与其他软件相似，Pro/ENGINEER WildFire 的菜单栏位于用户界面主视窗的最上方。系统将各种控制命令按性质分类放置于各个菜单中，如图 1-10 所示。

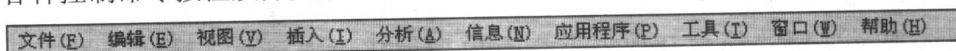


图 1-10 菜单栏

Pro/ENGINEER WildFire 各个菜单的基本功能如下。