



高职高专规划教材

浙江省“十一五”重点规划教材

Pro/Engineer

三维数字化设计学训结合教程

主 编 方贵盛
副主编 黄爱文



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

高职高专规划教材
浙江省“十一五”重点规划教材

第2版 (11月) 第2次印刷

浙江出版集团数字出版有限公司 浙江出版集团数字出版有限公司

地址: 浙江省杭州市文二西路12号 浙江出版集团数字出版有限公司

电话: 0571-86931111 86931112 86931113

Pro/Engineer

三维数字化设计学训结合教程

主 编 方贵盛
副主编 黄爱文

主 编 方贵盛

副主编 黄爱文

主 编 方贵盛

副主编 黄爱文

主 编 方贵盛

副主编 黄爱文

主 编 方贵盛

副主编 黄爱文

主 编 方贵盛

副主编 黄爱文

主 编 方贵盛

副主编 黄爱文

主 编 方贵盛

副主编 黄爱文

主 编 方贵盛

副主编 黄爱文

主 编 方贵盛

副主编 黄爱文

主 编 方贵盛

副主编 黄爱文

主 编 方贵盛

副主编 黄爱文



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

Pro/Engineer 三维数字化设计学训结合教程. / 方贵盛
主编. —杭州:浙江大学出版社, 2010.9
ISBN 978-7-308-07995-2

I. ①P… II. ①方… III. ①机械设计:计算机辅助
设计—应用软件, Pro/ENGINEER—教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 188083 号

Pro/Engineer 三维数字化设计学训结合教程

主编 方贵盛

责任编辑 王 波

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州中大图文设计有限公司

印 刷 富阳市育才印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 18.25

字 数 444 千

版 次 2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-07995-2

定 价 32.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88925591

本书根据当前我国高等职业教育发展的特点,结合岗位职业能力培养的需要,以知识够用、实用为原则,确定主要编写内容。作者精心挑选了四十余个工程案例,内容涵盖了草图设计、基础零件设计、复杂零件设计、零部件装配、工程图制作等多个方面,重点介绍企业实际工作中经常用到的一些数字化造型任务,并兼顾软件的一些常用功能介绍。

本书与其他教材最大的不同在于:本书充分考虑了职业院校学生学习的特点,以任务为引领,以企业生产实践为主线,根据学生的认知过程,由易到难,采用自顶向下的案例教学、项目教学方式组织教材内容。先对每个场景要完成的造型任务进行整体分析,按结构将其划分为若干个关键造型步骤分步加以解决,再进行相关知识点的讲解,然后针对每个具体的操作步骤进行详细介绍等,并对一些常见问题进行详细讲解。最后基于现场教学的要求,融学、训、做于一体,辅以适当的练习案例供学生自行练习,给学生动手与思考的机会。而且书中的绝大多数设计案例均标有工程尺寸,读者可以自行思考完成部分或全部数字化造型任务,而不需要按照操作步骤去寻找特征相关部分的尺寸。书中最后还模拟相关工作岗位的主要工作过程,给出了一些案例,供学员实训使用。

本书可作为高职高专院校机械、机电、数控、模具、CAD/CAM 等专业学生的教材,也可作为学生竞赛、职业资格证书培训机构和企业的培训教材以及相关技术人员的参考书。

本书由浙江水利水电专科学校方贵盛、郭晓梅、王建军、蔡杨,杭州万向职业技术学院黄爱文,浙江飞亚电子有限公司张平博士,浙江斯莱特泵业有限公司欧长勇高工等编写,其中学习情景一、二、三由方贵盛编写,学习情景四由黄爱文编写,学习情景五由郭晓梅编写,学习情景六由王建军编写,学习情景七由蔡杨编写,学习情景八由张平、欧长勇编写。参加编写工作的还有蔡丹云、江有永等老师。全书由方贵盛进行统稿。

在本书编写过程中,编者参考了一些书刊杂志,并引用了其中的一些资料,在此一并向相关书刊杂志作者表示衷心的感谢。

本书所涉及的相关学习资料均可在精品课程网站 <http://swszh.jpkc.cc> 上查阅。

编 者

2010 年 7 月

目 录

C O N T E N T S

基础案例篇

学习情景 1> 数字化 CAD 软件应用概述 / 3

认知 1 数字化技术 / 3

认知 2 数字化 CAD 软件在机电类职业岗位中的应用 / 4

学习情景 2> 初识 Pro/Engineer 软件 / 5

认知 1 Pro/Engineer 软件功能概述 / 5

认知 2 Pro/Engineer Wildfire 4.0 软件界面认知 / 6

场景 1 Pro/Engineer 软件数字化设计初体验——绘制一个简单的长方体 / 7

学习情景 3> 二维草绘设计 / 12

认知 1 草绘设计环境认知 / 12

场景 1 随心所欲绘制二维草图 / 14

【设计任务一】卡通图形草绘设计 / 14

场景 2 根据尺寸要求绘制二维草图 / 19

【设计任务二】薄片零件草图绘制 / 19

场景 3 应用几何约束简化草图绘制过程 / 26

【设计任务三】五角星草图绘制 / 26

【设计任务四】花状图形草绘设计 / 28

学习情景 4> 三维零件数字化设计基础 / 39

认知 1 特征与参数化特征造型 / 39

认知 2 三维造型环境认知 / 40

场景 1 以拉伸方式创建三维零件 / 41

【工程案例一】 轴承座的数字化建模 / 41

场景 2 以旋转方式创建三维零件 / 50

【工程案例二】 定位轴的数字化建模 / 50

场景 3 以扫描方式创建三维零件 / 56

【工程案例三】 弯曲工字钢的数字化建模 / 56

【工程案例四】 茶杯的数字化建模 / 58

场景 4 以混合方式创建三维零件 / 64

【工程案例五】 组合体模型的数字化建模 / 64

场景 5 构造特征在数字化建模中的综合应用 / 74

【工程案例六】 落料凹模的数字化建模 / 74

【工程案例七】 端盖的三维数字化建模 / 80

【工程案例八】 支座的三维数字化建模 / 85

【工程案例九】 戒指的三维数字化建模 / 92

场景 6 基准特征在数字化建模中的综合应用 / 97

【工程案例十】 固定座的三维数字化建模 / 102

场景 7 特征的编辑与修改 / 109

综合工程案例实战演练 / 114

学习情景 5> 复杂零件设计 / 118

场景 1 以螺旋扫描方式创建三维零件 / 118

【工程案例一】 弹簧的数字化建模 / 118

【工程案例二】 螺母的数字化建模 / 120

场景 2 以一般混合方式创建三维零件 / 125

【工程案例三】 绞刀的三维数字化建模 / 125

场景 3 以扫描混合方式创建三维零件 / 128

【工程案例四】 吊钩的三维数字化建模 / 128

【工程案例五】 方向盘的三维数字化建模 / 131

场景 4 以可变剖面扫描方式创建三维零件 / 136

【工程案例六】 塑料瓶的三维数字化建模 / 136

场景 5 以环形折弯方式创建三维零件 / 141

【工程案例七】 汽车轮胎的三维数字化建模 / 141

场景 6 以曲面建模方式创建三维零件 / 146

【工程案例八】 水槽的三维数字化设计 / 146

【工程案例九】 吹风机的三维数字化设计 / 158

场景 7 齿轮零件参数化设计 / 170

【工程案例十】 齿轮的三维数字化建模 / 170

综合工程案例实战演练 / 184

学习情景 6> 零件装配与运动仿真 / 188

认知 1 装配环境认知 / 188

场景 1 零件装配与分解 / 189

【工程案例一】 轴承座零件装配 / 189

【工程案例二】 深沟球轴承零件装配 / 199

综合工程案例实战演练 / 204

学习情景 7> 工程图绘制 / 209

场景 1 工程图图框及标题栏设计 / 209

【工程案例一】 A4 标准图框与标题栏制作 / 209

场景 2 基本视图创建与尺寸标注 / 215

【工程案例二】 套接件的工程图制作 / 215

场景 3 剖视图创建 / 222

【工程案例三】 支座的工程图制作 / 222

【工程案例四】 轴承内圈的工程图制作 / 227

【工程案例五】 连接套零件的工程图制作 / 230

【工程案例六】 落料凹模零件的工程图制作 / 235

场景 4 其他视图的创建 / 239

【工程案例七】 支架零件的工程图制作 / 239

【工程案例八】 轴零件的工程图制作 / 245

综合工程案例实战演练 / 250

工学结合案例篇

学习情景 8> 基于工作过程的三维数字化综合实训 / 257

项目一 齿轮泵三维零件数字化设计与零部件装配 / 257

项目二 虎钳三维零件数字化设计与零部件装配 / 260

项目三 减速器三维零件数字化设计与零部件装配 / 264

项目四 风扇三维零件数字化设计与零部件装配 / 273

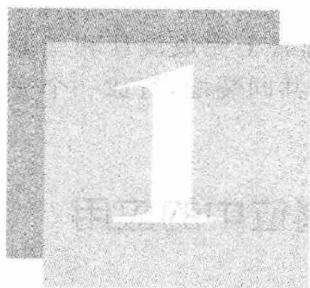
项目五 水泵三维零件数字化设计与零部件装配 / 274

附录 1 CAD 技能等级考评大纲 / 277

附录 2 全国三维数字化创新设计大赛规则 / 281

参考文献 / 283

基础案例篇



学习情景 1

数字化 CAD 软件应用 概述

认知 1 数字化技术

计算机辅助技术(CAD)的发展,使得在产品开发的不同阶段运用数字化模型描述产品,并对产品进行设计、开发、评价、修改成为可能。特别是产品全生命周期管理(PDM)系统和基于网络的产品描述模型,为全球制造条件下的产品质量保证奠定了基础。

技术的进步和市场竞争的日益激烈,使得产品的技术含量复杂程度不断增加,而产品的生命周期日益缩短。因此,缩短新产品的开发和上市周期就为企业形成竞争优势的重要因素。在这种形势下,在计算机上完成产品的开发,通过对产品模型的分析,改进产品设计方案,在数字状态下进行产品的虚拟试验和制造,然后再对设计进行改进或完善的数字化产品开发技术变得越来越重要。

数字化技术实质上是基于产品描述的数字化平台,建立基于计算机的数字化产品模型,并实现产品开发全过程的数字化,从而避免使用物理模型的一产品开发技术。产品模型数字化的目的是通过建立数字化产品造型,利用数字模拟、仿真干涉检验、CAE 等数字分析技术,改进和完善设计方案,提高产品开发的效率和产品的可靠性,并最终为基于网络的全球制造提供数字化产品模型和制造信息。

数字化技术具有如下的显著特点与优势:

1)面向装配。数字化设计技术建立的基本数学模型就是面装配的产品模型(在模具 CAD 系统中就是模具整体),而非单个零件。它集成了零部件装配的全部可用信息,形成了一个包括各种信息的全局的产品模型,这一模型可被同设计环节的众多工程师使用。数字化设计技术可跟踪查寻高度复杂的零部件和大型装配之间的内部关系。例如,项目经理可在任何时候查寻并显示那些超过设定重量的零件,并且在早期的产品设计周期内,不花费什么代价就可方便地更改设计。

2)面向产品生命周期。从产品开发、制造到发布信息的集成,产品生命周期中各个环节的信息均被统一到模型中并得到相应的管理与维护。由于其信息的完备性,它有助于实现产品的设计兼容性分析、面向装配的设计、面向制造的设计和面向维修的设计等。

3)具有统一的数学模型。数字化技术建立了从产品设计到制造的单一计算机化产品定义模型,覆盖了整个设计制造及管理过程。

4) 数字化技术结合了先进的基于计算机的自动化设计软件和数据管理技术,通过缩短产品研制周期和降低成本,为长期生产效率的提高奠定了基础

5) 数字化设计允许产品设计在制造实物模型之前,在计算机屏幕上完成设计和验证工作。一项设计工作可由多个设计队伍在不同的地域分头并行设计、共同装配,形成一个完整的数字化模型。

认知 2 数字化 CAD 软件在机电类就业岗位中的应用

常用的数字化 CAD 软件有 AutoCAD、Pro/Engineer、UG/MasterCAM、CAXA、CATIA、SolidWorks、SolidEdge 等。这些软件在机电类职业岗位中得到了广泛的应用。下面列举其中的几种典型岗位。

一、机械设计师(相关岗位:机械设计技术员)

【岗位职责】

1. 负责产品结构图设计、制图、零部件加工工艺的制定。
2. 样品制作和试生产及相关技术文件的编制等工作。
3. 负责编制产品所需材料、配套件、标准件的明细表及消耗额。
4. 负责解决生产现场中出现的技术、工艺问题。

【岗位要求】

1. 机械专业或机电一体化专业大专及以上学历。男女不限,年龄 25~45 岁。
2. 熟练使用 AutoCAD 制图,熟练使用 Pro/E、UG 等三维图优先考虑。
3. 责任心强,有协调团队合作能力;沟通协调能力和表达能力良好。

二、产品结构设计师

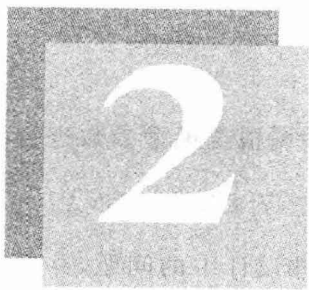
【岗位要求】

1. 电子设备结构设计、机械、机电及相关专业大专及以上学历。
2. 熟悉产品结构设计的开发流程;具备独立产品结构开发设计能力。
3. 熟练使用 Pro/E Wildfire 进行三维造型设计,掌握 Pro/E 的曲面造型设计。
4. 了解塑料材料及金属材料的性能,熟悉塑胶、钣金、五金件的加工工艺。
5. 有团队合作精神,有责任心。做事认真细心,动手能力强。

三、模具设计师

【岗位要求】

1. 大专及以上学历,能独立开发设计模具,熟练使用 AutoCAD 等制图软件,学习 Pro/E、UG 软件的一种,用 Pro/E 软件者优先。
2. 熟练掌握注塑模具结构知识,能读出 CAD 2D/3D 模具图纸,懂得模具的加工工艺,熟悉 EMX 或 UG 的自动分模。
3. 熟悉软件的零件设计,精通软件的装配知识。
4. 为人勤恳,工作仔细,有上进心,服从安排优先。



学习情景 2

初识 Pro/Engineer 软件

认知 1 Pro/Engineer 软件功能概述

Pro/Engineer 软件是美国参数技术公司 (Parametric Technology Corporation, 简称 PTC) 开发的集 CAD/CAE/CAM 于一体的参数化建模软件。PTC 公司自 1985 年开始研究参数化设计技术, 1988 年开发出 Pro/Engineer 软件, 经过二十年的发展, Pro/Engineer 已经成为三维数字化设计软件的领头羊, 目前最新版本已经发到了 Pro/Engineer Wildfire 5.0。它被广泛应用于航空航天、机械、电子、汽车、家电、玩具领域, 主要用作产品的数字化设计、零部件装配、有限元分析、机构运动仿真、数控加工仿真、模具设计、钣金件设计、工程图绘制等。

一、Pro/Engineer 软件的主要特点

1. 基于特征的造型技术

Pro/Engineer 软件采用基于特征的造型方法, 将整个零件型分解成若干个几何特征分别加以构造。特征是一个事物区别于其他事物所具有的特点。比如人体, 按结构特征可分为头、躯干、四肢等几部分, 而头又可分为眼睛、鼻子、耳朵、嘴等几部分。每一部分都有区别于其他部分的特征。而几何特征是具有一定形状和尺寸的何体, 比如孔特征、圆角特征、倒角特征、筋特征等。

2. 采用参数化技术

将零件或特征的主要尺寸用参数来描述, 当参数值改变时可以获得不同尺寸大小的零件系列。采用参数化技术的好处在于, 彻底改变了自由建模的无约束状态, 几何形状均以尺寸参数的形式被有效控制, 即所谓的全尺寸约束。因此, 可以通过编辑尺寸数值来驱动几何形状的改变。打算修改零件形状时, 只需修改一下尺寸即可实现形状的改变。

3. 全相关性

用 Pro/Engineer 软件设计的零件三维模型, 可以用于零部件装配、有限元分析、加工仿真、工程图制作等。在设计过程中, 如果零件的某个参数值发生了更改, 则与该零件相关的装配体零件尺寸、工程图尺寸等均会自动做出修改, 这就是软件的全相关性。当然如果在工

程图中修改了零件的某个尺寸,则该零件三维模型尺寸也会自动调整。

二、Pro/Engineer 软件的主要功能

1. 三维建模功能

采用基于特征的参数化建模技术,能够创建复杂的零件模型,并根据模型参数进行编辑修改。

2. 零部件装配功能

可以将零件组装在一起,以检验零件的装配质量,提早发现零件设计中的问题,并可在装配环境下对零件进行修改。

3. 工程图制作功能

由三维零件模型自动生成二维工程图,并标注尺寸等,方便户交流。

4. 机构及运动仿真功能

对机构运动性能进行仿真,包括运动学分析和动力学分析。

5. 有限元分析

对模型进行结构力学、热力学等有限元分析,提前发现零件设计过程中存在的缺陷。

6. 数控加工功能

根据所选择的机床环境对零件进行仿真加工,并生成数控序,可直接传入数控机床进行加工。

三、Pro/Engineer 软件在机电类课程教学中的应用

随着现代教育技术的发展,CAD 软件(包括 Pro/Engineer 件)在机电类课程教学中日益受到重视,被广泛应用于机械制图、机械设计、机床夹具设计 AD/CAM、数控加工技术、模具设计与制造、产品结构、钣金件设计等课程教学,以提高教学质量,加快学生对课程的理解与应用。如在机械制图教学中可以利用 Pro/Engineer 软件中观察到各种截交线、相贯线的结果以及几何体的投影关系,在机械设计课程教学中可行连杆机构、曲柄机构、齿轮等的运动仿真等。

认知 2 Pro/Engineer Wildfire 软件界面认知

在桌面上双击 Pro/Engineer 软件图标,启动 Pro/Engineer 软件。软件启动后初始界面如图 1-1 所示。整个界面由标题栏、菜单栏、工具栏、模型树、Web 浏览器、工作区、消息区、状态栏等部分组成。

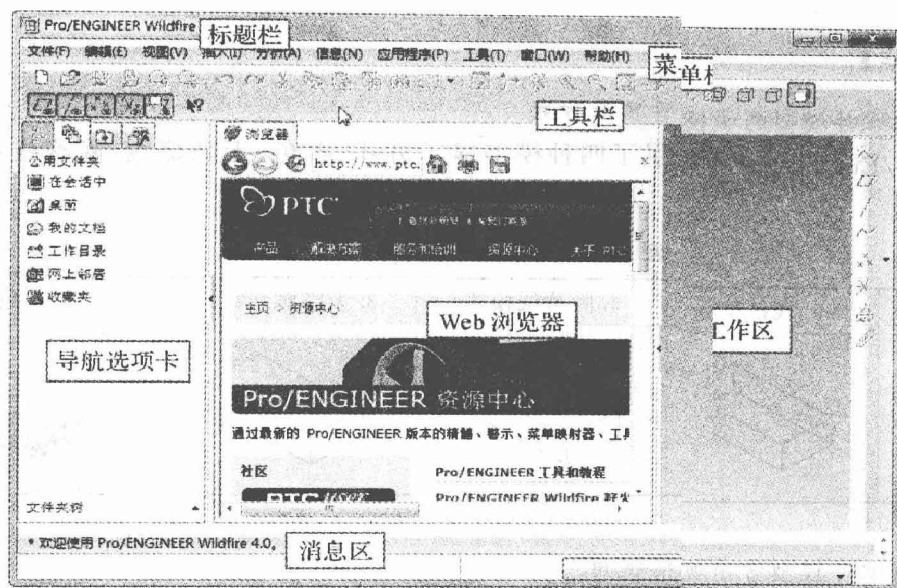


图 1-1 Pro/Engineer 软件初始界面

场景 1 Pro/Engineer 数字化设计初体验 ——长方体的数字化建模

【学习目标】

1. 了解 Pro/Engineer 软件的零件设计思路。
2. 掌握三维零件模型的显示控制方式。
3. 熟练使用鼠标对模型进行旋转、缩放、平移操作。
4. 掌握模型视角的改变方式。

【设计任务】

采用 Pro/Engineer 软件绘制如图 1-2 所示的长方体。

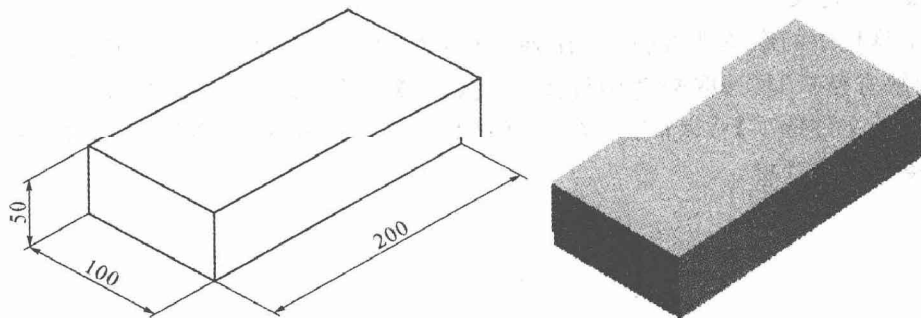


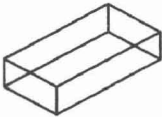
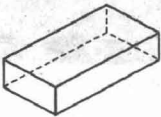
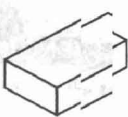
图 1-2 一个简单的长方体

【相关知识点】

1. 三维零件模型的四种模型显示方式

在 Pro/Engineer 软件中提供了四种模型显示方式：着色、隐藏线、隐藏线和线框，如表 1-1 所示。

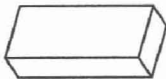
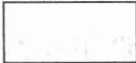
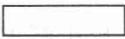
表 1-1 三维零件常用的表达方式

模型类型	1. 线框模型	2. 隐藏线模式	3. 无隐藏线式	4. 着色模式
图示				

2. 三维零件模型常用的观察视角

在 Pro/Engineer 软件中提供了几种标准的模型视角控制式，如标准方向、俯视图、仰视图、左视图、右视图、前视图、后视图等，如表 1-2 所示。当然户也可以自己创建非标准的观察方向。

表 1-2 模型常用的视角方向

视角类型	1. 标准方向(缺省方向)	2. 俯视图	3. 仰视图	4. 前视图
图示				

【操作步骤】

■ 设置工作目录

单击菜单【文件】→【设置工作目录】命令，将文件放置在自建立的文件夹下。

■ 新建文件

单击工具栏中的新建文件按钮，在弹出的【新建】对话框(图 1-3)中选择“零件”类型，单击“使用缺省模板”复选框取消选中标志，在【名称】栏输入新文件名“Box”。单击“确定”按钮，打开【新文件选项】对话框(图 1-4)，选择“mmns_part_lid”模板，按下“确定”按钮，进入三维零件绘制环境。

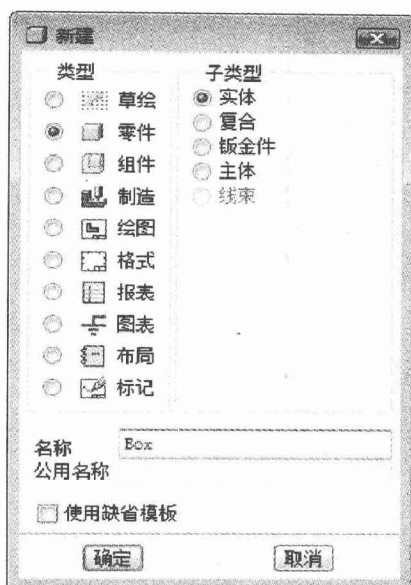


图 1-3 新建对话框

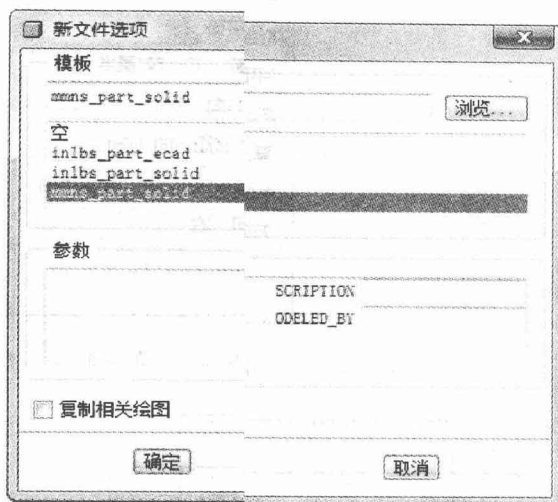


图 1-4 新建选项对话框

在三维零件绘制环境中,默认的有基准平面(FRONT、TC、RIGHT)、坐标系(PRT_CSYS_DEF),如图 1-5 所示。

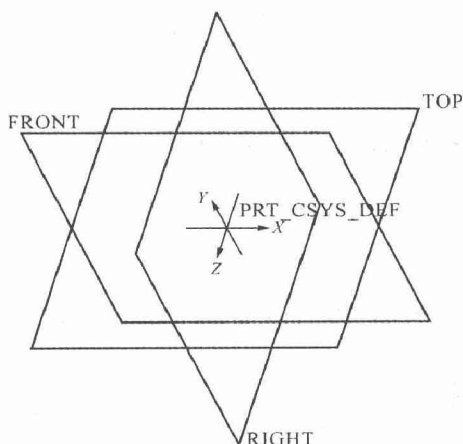


图 1-5 基准平面和坐标系

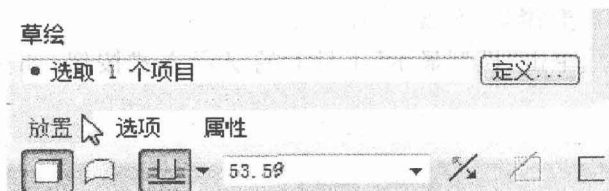


图 1-6 拉伸特征操控板设置

通过创建拉伸特征构造长方体零件。

- ①单击  按钮,打开拉伸特征操控板。
- ②单击【放置】面板中的【定义】按钮,打开【草绘】对话框,如图 1-6 所示。
- ③选择 TOP 基准面为草绘平面,参照面及方向为缺省值(此处为 RIGHT 基准面),如图 1-7 所示。
- ④绘制如图 1-8 所示的二维矩形截面。

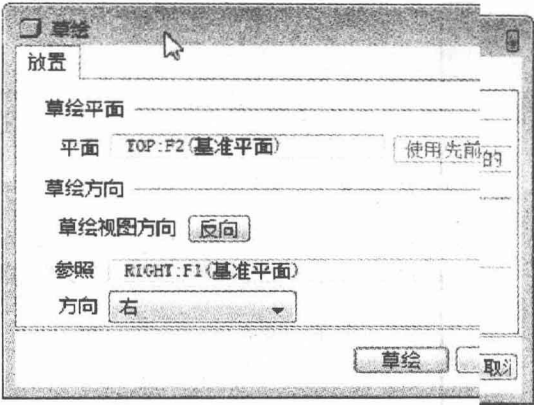


图 1-7 草绘平面与方向选择对话框

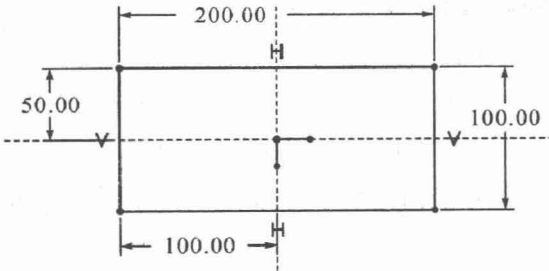


图 1-8 草绘截面

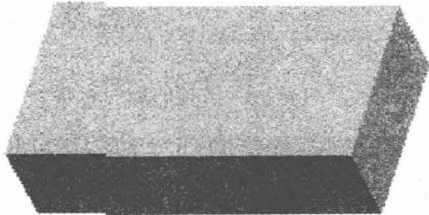


图9 底座拉伸结果

- ⑤单击完成按钮✔，返回拉伸特征操控板。
- ⑥在数值编辑框中输入 50，单击按钮✔，完成拉伸特征的建，结果如图 1-9 所示。

文件保存

单击菜单【文件】→【保存】命令，保存当前模型文件。

模型显示方式改变

单击“模型显示”工具栏上的显示方式按钮，如图 1-10 所示即可改变模型的显示方式。

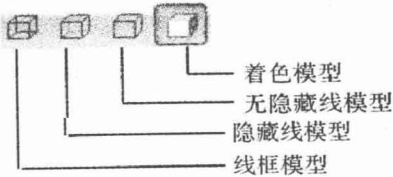


图 1-10 模式显示方式按钮



图 1-11 视图列表对话框

模型视角方式改变

单击“视图”工具栏上的视图控制按钮，弹出【视图列表】对话框，在其中单击需要的视角类型，绘图区中的图形就会转换到选定的视角。