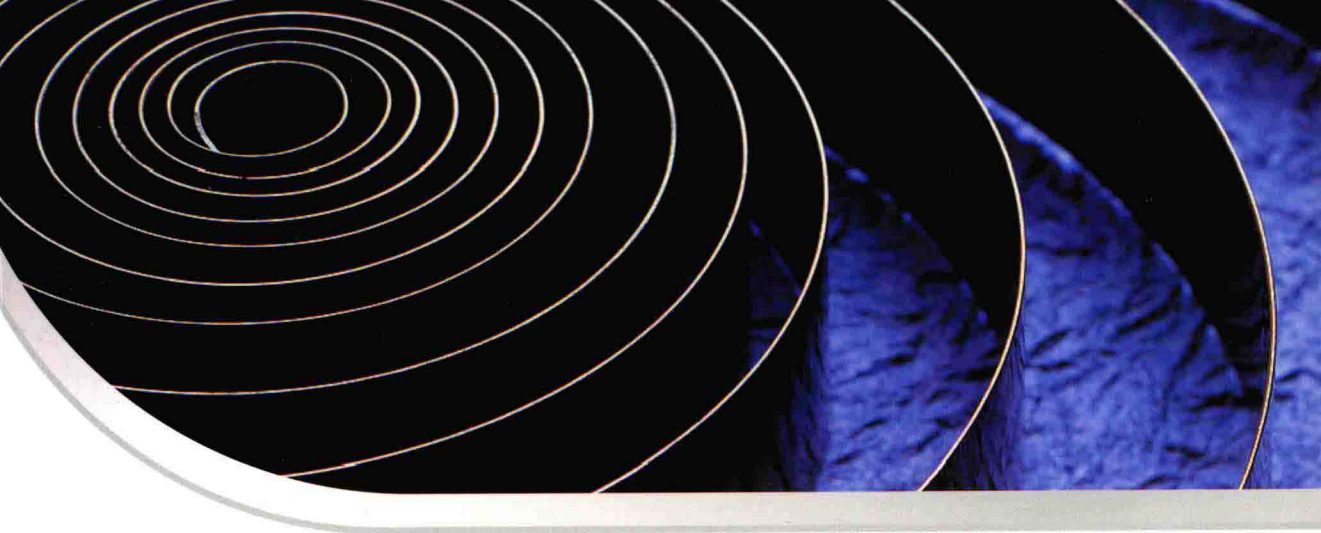




CAD/CAM Yingyong Xiangmu Shili Jiaocheng
—Pro/Engineer Sanwei Jianmo



工学结合·基于工作过程导向的项目化创新系列教材
国家示范性高等职业教育机电类“十三五”规划教材

CAD/CAM 应用项目 实例教程——Pro/Engineer 三维建模

主 编 ▲ 卢俊 邓敏



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

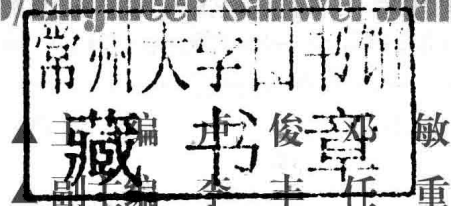




工学结合·基于工作过程导向的项目化创新系列教材
国家示范性高等职业教育机电类“十三五”规划教材

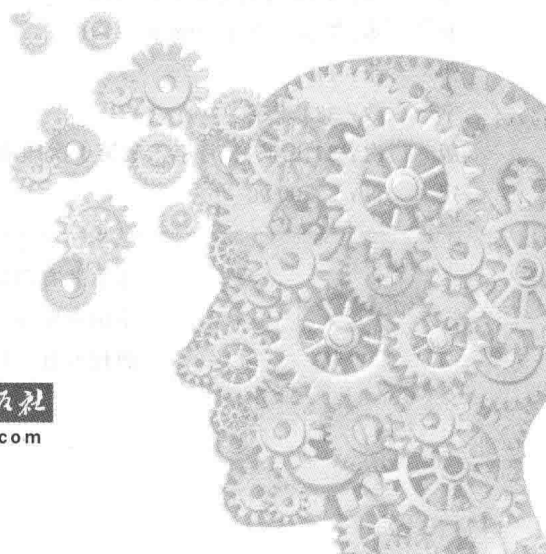
CAD/CAM 应用项目 实例教程——Pro/Engineer 三维建模

CAD/CAM Yingyong Xiangmu Shili Jiaocheng
— Pro/Engineer Sanwei Jianmo



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

中国·武汉



图书在版编目(CIP)数据

CAD/CAM 应用项目实例教程:Pro/Engineer 三维建模/卢俊,邓敏主编. —武汉:华中科技大学出版社,2015.12

国家示范性高等职业教育机电类“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5680-1511-0

I. ①C… II. ①卢… ②邓… III. ①机械设计-计算机辅助设计-应用软件-高等职业教育-教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 321902 号

CAD/CAM 应用项目实例教程——Pro/Engineer 三维建模
CAD/CAM Yingyong Xiangmu Shili Jiaocheng——Pro/Engineer Sanwei Jianmo

卢俊 邓敏 主编

策划编辑:张毅

责任编辑:张琼

封面设计:原色设计

责任校对:何欢

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321913

录排:武汉正风天下文化发展有限公司

印刷:武汉鑫昶文化有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:14

字数:383千字

版次:2015年12月第1版第1次印刷

定价:35.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

Pro/Engineer (简称 Pro/E) 软件是美国参数科技公司于 1988 年推出的集 CAD/CAM/CAE 于一体的大型三维软件,能将产品的三维设计、加工制造和工程分析结合在一起。该软件现已被广泛应用于船舶、汽车、通用机械和航天等高新技术领域,并深受广大用户喜爱。

本书包含了我们多年从事 Pro/E 产品设计的经验和教学的心得。本书紧密结合生产实践环节,采用以经典项目案例为中心的项目教学,系统讲述了零件建模过程中的相关知识以及案例创建步骤,知识覆盖面广,案例实用性强,建模思路分析透彻,建模操作步骤详细。本书具有如下特点。

(1) 深入生产实际,突出实用性。项目案例大多来源于生活中的典型案例或者企业实际工程案例,不仅能激发学生学习兴趣,而且能让学生接触生产实际,有利于学生快速成长。

(2) 以工作过程为导向,采用项目教学方式。本书以工作过程为导向,采用项目教学的方式组织内容,项目案例由浅入深,每个项目由相关的基础知识、造型分析、操作步骤详解等部分组成,符合学生学习习惯,便于学生自学自练。

本书可作为高职高专院校机械、机电、模具等制造类专业学生的教材,也可作为职业资格培训教材和相关技术人员的参考书。

本书由长江工程职业技术学院卢俊、邓敏、李丰、任重,鸿富锦精密工业(武汉)有限公司程刚等编写。其中项目 1、项目 2、项目 5 由卢俊编写,项目 3、项目 6 由李丰编写,项目 4 由邓敏编写,项目 7 由任重编写,部分工程项目案例由程刚提供。全书由卢俊负责统稿、定稿,由邓敏负责审定。

鸿富锦精密工业(武汉)有限公司程刚对本书的编写提出了许多宝贵意见和建议,给予了大力支持,在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中参考了一些书刊,并引用了其中一些资料,在此一并对相关作者表示感谢。

编 者

2015 年 12 月

项目 1 初识 Pro/ Engineer 软件	1
任务 Pro/ Engineer 数字化设计初体验——套筒零件的数字化建模	5
项目 2 二维参数化草图设计	9
任务 1 随心所欲绘制二维草图:卡通图形草绘设计	12
任务 2 根据尺寸要求绘制二维草图:薄片零件草图绘制	17
任务 3 应用几何约束简化草图绘制过程:五角星截面草图绘制	23
任务 4 应用几何约束简化草图绘制过程:花状草绘图形设计	26
综合案例练习	30
项目 3 三维零件数字化设计基础	31
任务 1 以拉伸方式创建三维零件模型:轴承座的三维数字化建模	34
任务 2 以旋转方式创建三维零件模型:轴的三维数字化建模	43
【趣味建模】——花瓶的三维数字化建模	46
任务 3 以扫描方式创建三维零件:六角扳手的三维数字化建模	49
任务 4 以扫描方式创建三维零件:水杯的三维数字化建模	51
【趣味建模】——爱心的三维数字化建模	55
任务 5 以截面混合方式创建三维零件:组合体模型的三维数字化建模	56
【趣味建模】——五角星的三维数字化模型	62
任务 6 构造特征在数字化建模中的综合应用:落料凹模的三维数字化建模	64
任务 7 构造特征在数字化建模中的综合应用:端盖的三维数字化建模	70
任务 8 构造特征在数字化建模中的综合应用:支座的三维数字化建模	74
任务 9 构造特征在数字化建模中的综合应用:烟灰缸的三维数字化建模	81
【趣味建模】——戒指的三维数字化建模	87
任务 10 基准特征在数字化建模中的综合应用	88
任务 11 基准特征在数字化建模中的综合应用:固定座的三维数字化建模	93
任务 12 特征的编辑与修改:调整特征次序	99
任务 13 特征的编辑与修改:组特征的创建和零件镜像	102

项目 4 复杂零件设计	111
任务 1 以螺旋扫描方式创建三维零件:弹簧的三维数字化建模	112
任务 2 以螺旋扫描方式创建三维零件:螺栓的三维数字化建模	114
任务 3 以扫描混合方式创建三维零件:吊钩的三维数字化建模	118
任务 4 以扫描混合方式创建三维零件:烟斗的三维数字化建模	121
任务 5 以可变剖面扫描方式创建三维零件:香水瓶的三维数字化建模	125
任务 6 以环形折弯方式创建三维零件:汽车轮胎的三维数字化建模	129
任务 7 以曲面建模方式创建三维零件:手机壳的三维数字化设计	132
任务 8 以曲面建模方式创建三维零件:吹风机的三维数字化设计	136
项目 5 零件装配	145
任务 1 零件装配与分解:轴承座零件装配	147
任务 2 零件装配与分解:深沟球轴承零件装配	156
项目 6 工程图的绘制	167
任务 1 工程图图框及标题栏设计:A4 标准图框及标题栏制作	168
任务 2 基本视图创建与尺寸标注:轴套零件的工程图制作	174
任务 3 基本视图创建与尺寸标注:支座的工程图制作	180
任务 4 基本视图创建与尺寸标注:套管的工程图制作	185
任务 5 基本视图创建与尺寸标注:密封垫零件的工程图制作	189
任务 6 基本视图创建与尺寸标注:底座的工程图制作	193
任务 7 基本视图创建与尺寸标注:支架零件的工程图制作	196
任务 8 基本视图创建与尺寸标注:轴零件的工程图制作	201
项目 7 工程案例综合实训	207
参考文献	217

项目

初识Pro/ Engineer软件

数字化工/软件应用案例系列

一、数字化技术与数字化 CAD 软件

计算机辅助设计(CAD)的发展,使得在产品开发的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和技术复杂程度不断增加,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成为企业形成竞争优势的重要因素。在这种形势下,利用计算机完成产品的开发,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种产品开发技术。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向装配的产品模型(在模具 CAD 系统中就是模具整体),而非单个零件。它集成了零部件和装配的全部可用信息,形成了一个包括各种信息的全局的数字化产品模型,这一模型可被不同设计环节的众多工程师使用。数字化设计技术可跟踪查找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找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) 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,利用计算机完成设计和验证工作。一项设计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。

二、数字化 CAD 软件在机电类职业岗位中的应用

常用的数字化 CAD 软件有 AutoCAD、Pro/ Engineer、UG、Mastercam、CAXA、CATIA、SolidWorks、Solid Edge 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。

1. 机械设计师(相关岗位:机械设计技术员)

岗位职责:

- (1) 负责产品结构设计、制图、零部件加工工艺的制定。
- (2) 负责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定额。
- (4) 负责解决生产现场出现的技术、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 等三维制图软件者优先考虑。
- (3) 责任心强,有团队合作精神;沟通协调能力和表达能力良好。

2. 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 的骨架设计及布局设计和曲面造型设计。
- (4) 了解塑料材料及金属材料的性能,熟悉塑胶、钣金、五金零件的加工工艺。
- (5) 有团队合作精神,有责任心。做事认真细心,动手能力强。

3. 模具设计师

岗位要求:

- (1) 大专以上学历,能独立开发设计模具,熟练使用 AutoCAD 等制图软件,会用 Pro/E 软件者优先。
- (2) 熟练掌握注塑模具结构知识,能识读 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,服从安排者优先。

三、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 自 1985 年开始研究参数化设计技术,1988 年开发出 Pro/Engineer 软件,经过二十几年的发展,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展到 Pro/Engineer Wildfire 4.0。它被广泛应用于航空航天、机械、电子、汽车、家电、玩具等领域,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。

1. 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,将整个零件模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、嘴巴等几部分,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几何体,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,只需修改一下尺寸参数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做出调整。

2. Pro/ Engineer 软件在机械设计中的应用

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,并可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,提前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,方便用户交流。

4) 机构运动仿真功能

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,并生成数控程序,可直接传入数控机床进行加工。

3. 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 软件)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、CAD/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进行连杆机构、曲柄机构、齿轮等的运动仿真等。

任务 Pro/Engineer 数字化设计初体验——套筒零件的数字化建模

【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 1-1 所示的套筒零件。

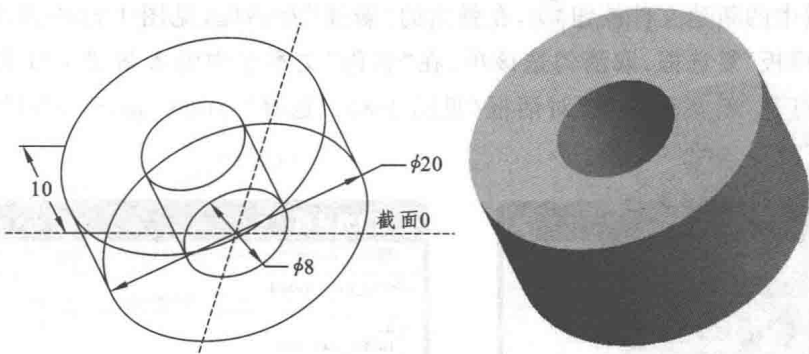


图 1-1 套筒零件

【相关知识】

1. 三维零件模型的四种显示模式

在 Pro/ Engineer 软件中提供了四种显示模式：着色、无隐藏线、隐藏线和线框，如表 1-1 所示。

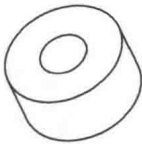
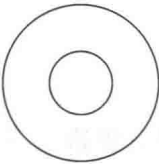
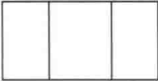
表 1-1 三维零件常用的显示方式

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

2. 三维零件模型常用的观察视角

在 Pro/ Engineer 软件中提供了几种模型常用的视角方向，如标准方向、俯视图、右视图、前视图等，如表 1-2 所示。当然用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. 右视图	4. 前视图
图示				

【操作步骤】

步骤 1 设置工作目录。

执行菜单“文件”→“设置工作目录”命令,将文件放置在自己建立的文件夹下。

步骤 2 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(见图 1-2)中选择“零件”类型,单击“使用缺省模板”复选框,取消勾选该项,在“名称”文本框中输入新建文件名“taotong”,单击“确定”按钮,打开“新文件选项”对话框(见图 1-3)。选择“mmns_part_solid”模板,单击“确定”按钮,进入三维零件绘制环境。

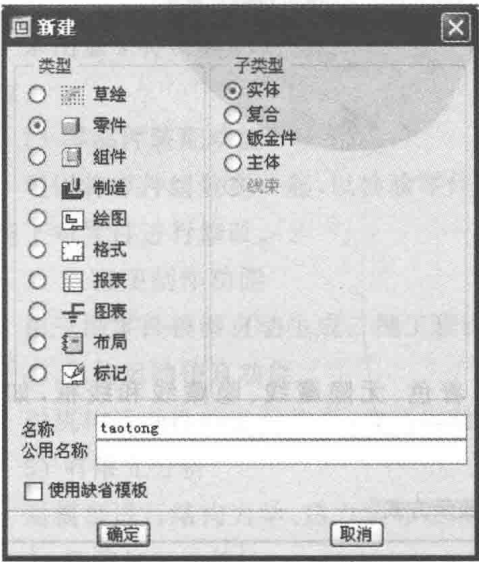


图 1-2 “新建”对话框

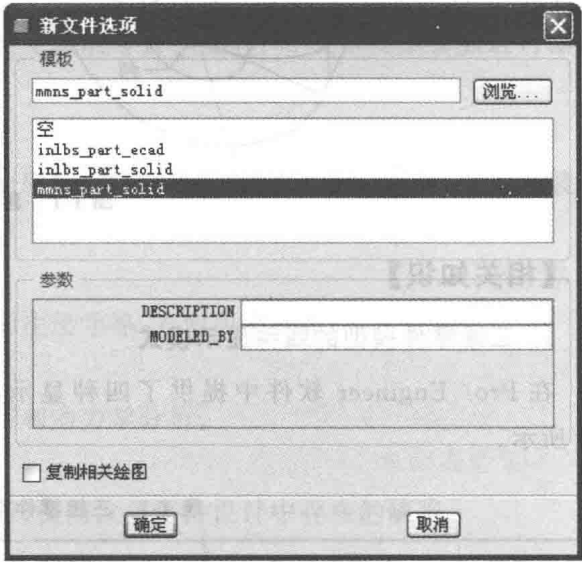


图 1-3 “新文件选项”对话框

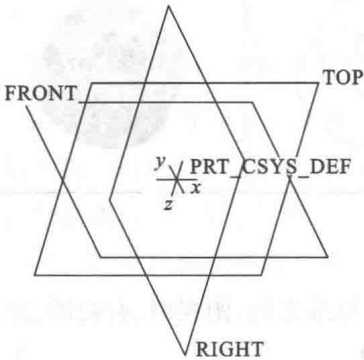


图 1-4 基准平面和坐标系

在三维零件绘制环境中,默认的有基准平面(FRONT、TOP、RIGHT)、坐标系(PRT_CSYS_DEF),如图 1-4 所示。

步骤 3 通过创建拉伸特征构造长方体零件。

(1) 单击按钮,打开拉伸特征的操作面板,如图 1-5 所示。

(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:F2(基准平面)为草绘平面,参照面及方向为缺省值[此处为 RIGHT:F1(基准面)]。

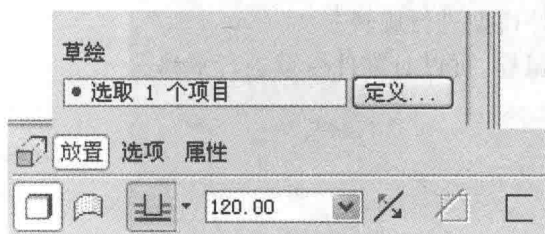


图 1-5 拉伸特征操作面板

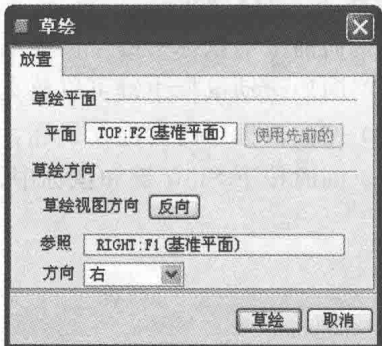


图 1-6 “草绘”对话框

- (4) 绘制如图 1-7 所示的同心圆截面。
- (5) 单击  按钮, 返回拉伸特征的操作面板。
- (6) 在数值编辑框中输入 10, 单击  按钮, 完成拉伸特征的创建, 结果如图 1-8 所示。

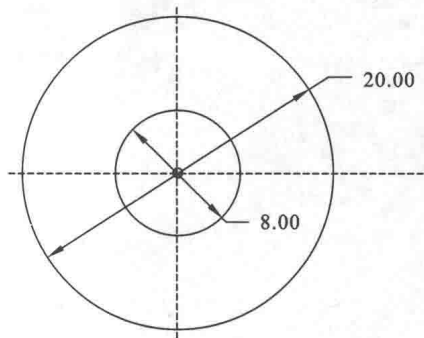


图 1-7 草绘截面

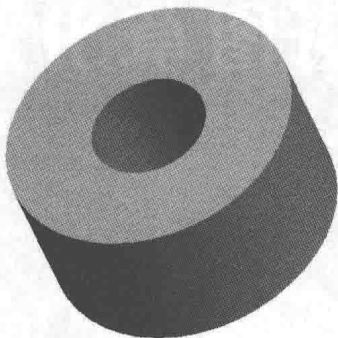


图 1-8 拉伸特征的创建结果

步骤 4 保存文件。
执行菜单“文件”→“保存”命令, 保存当前模型文件。

步骤 5 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 1-9 所示, 即可改变模型的显示方式。

步骤 6 模型视角方向改变。
单击“视图”工具栏上的视图控制按钮 , 弹出视角方向列表(见图 1-10), 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。

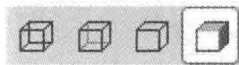


图 1-9 模型显示方式按钮



图 1-10 视角方向列表

步骤 7 鼠标操作。

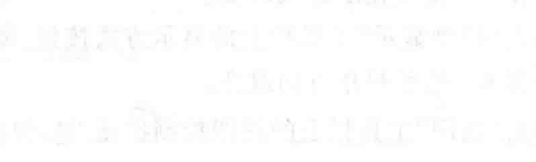
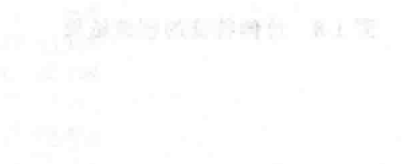
- (1) 向前滚动鼠标中键可以缩小零件模型。
- (2) 向后滚动鼠标中键可以放大零件模型。
- (3) 按住鼠标中键后拖动鼠标,可以对零件模型进行旋转。
- (4) 同时按下 Shift 键和鼠标中键后拖动鼠标,可以对零件模型进行平移。



图 7-1-1 向前滚动鼠标中键缩小零件模型



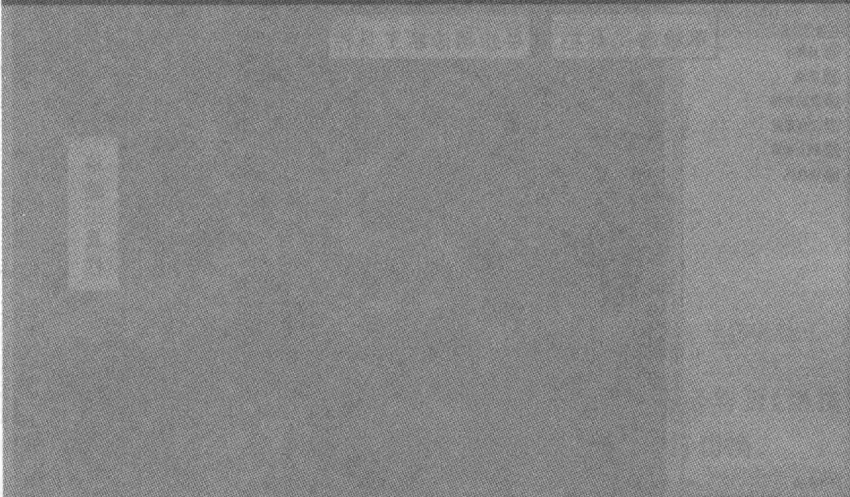
图 7-1-2 向后滚动鼠标中键放大零件模型



项目



二维参数化草图设计



Pro/Engineer 软件采用基于特征的模型创建方式,如通过创建拉伸、旋转、扫描、混合等特征来构建三维图形。而大多数特征都是在一个二维平面内通过绘制一个几何截面方式来创建的。这些二维几何截面就是草图。草图是使用直线、圆、圆弧等绘制的图形和尺寸大致精确的具有特殊意义的几何图形。

在 Pro/Engineer 软件中可以通过两种方法进入草绘设计环境:第一种是建立新的草绘截面文件,以这种方式建立的草绘截面可以单独保存,并且在创建特征时可以重复利用;第二种是在创建实体特征的过程中,通过绘制截面进入草绘设计环境,这种草绘截面只属于该特征,不能重复使用。下面着重讲述第一种进入草绘设计环境的方法,第二种方法在创建三维零件时介绍。

1. 草绘界面

单击工具栏中的新建文件按钮 ,在弹出的“新建”对话框中选择“草绘”类型,单击“确定”按钮,进入二维草绘设计环境,如图 2-1 所示。

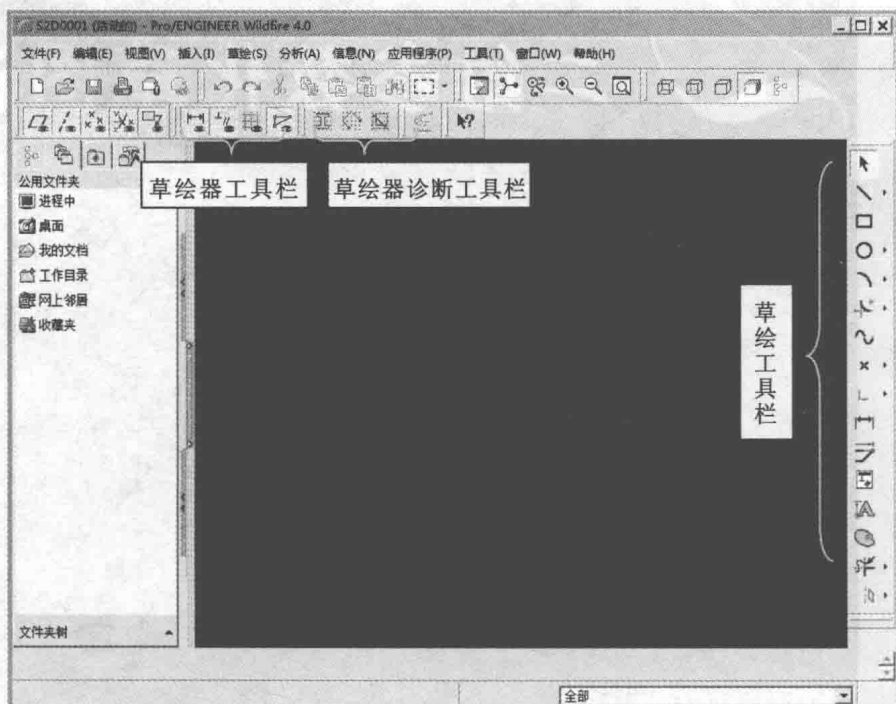


图 2-1 草绘设计环境

草绘界面由菜单栏、常规工具栏(如文件、模型显示、基准、视图等工具栏)和与草绘有关的工具栏(包括草绘工具栏、草绘器工具栏、草绘器诊断工具栏等)组成。

2. 与草绘有关的工具栏

1) 草绘工具栏

草绘工具栏包括了绝大多数图元的绘制及编辑命令按钮,如图 2-2 所示。其中有些按钮后带有下三角图标,单击该图标会出现与该按钮相类似的命令按钮。单击调色板按钮,会出现“草绘器调色板”对话框(见图 2-3),在其中可以选择系统已经绘制好的标准图样,如五边形图样、“工”字形图样等,甚至是用户自己绘制完毕后保存的图样。

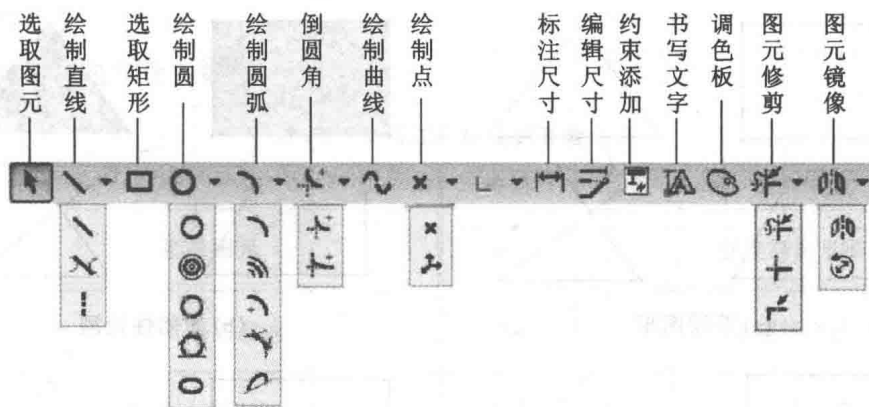


图 2-2 草绘工具栏



图 2-3 “草绘器调色板”对话框

2) 草绘器工具栏

该工具栏按钮用于控制二维草图中的尺寸、约束、网格、端点等显示与否(当按钮按下时显示,当按钮弹出时不显示),如图 2-4 所示。用户可以通过鼠标点击进行切换。

3) 草绘器诊断工具栏

该工具栏主要用于对用户绘制的二维截面草图进行检测,以检查截面是否封闭、是否存在开放端点、是否存在重叠的几何图元等,如图 2-5 所示。当按钮按下时,相应的功能起作用,示例如图 2-6 所示。

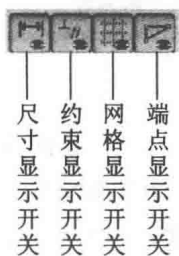


图 2-4 草绘器工具栏

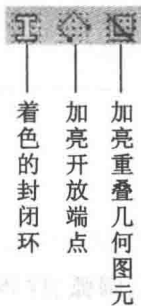


图 2-5 草绘器诊断工具栏