

新世纪
高等职业教育规划教材

三维 CAD 软件应用

汪平华 主 编
周 虹 副主编



机械工业出版社
China Machine Press

新世纪高等职业教育规划教材

三维 CAD 软件应用

主 编 汪平华
副主编 周 虹
参 编 段继承 徐盛学 江 荧
主 审 李充宁



机械工业出版社

本书包括了当今世界上广泛应用的两个三维 CAD 软件：EDS 公司的 Solid Edge 及 PTC 公司的 Pro/E。全书分上下篇，共十五章，循序渐进地介绍了软件在草图绘制、三维零件设计、装配件设计及爆炸图生成、工程图的建立及模具设计方面的知识，对各主要功能都通过相应的实例操作来进行说明。全书贯穿了各种功能命令的综合运用并紧密结合实例，让读者能达到对全书所讲解的各部分功能综合运用之目的。本书每章前都配有学习目标和学习内容，方便阅读，章后有小结，并配有适量的习题，以供读者掌握和提高。

本书可作为高职高专及职大数控技术应用、机电一体化、模具设计、机制类专业的教材，也可作为广大从事绘图设计的工程技术人员的参考书及培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

三维 CAD 软件应用/汪平华主编. —北京：机械工业出版社，2002.7
新世纪高等职业教育规划教材
ISBN 7-111-10447-1

I. 三… II. 汪… III. 计算机辅助设计 - 应用软件 - 高等学校：技术学校 - 教材 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 041248 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑：贡克勤 版式设计：张世琴 责任校对：张晓蓉
封面设计：姚毅 责任印制：路琳
北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
2002 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷
787mm × 1092mm^{1/16}·24.5 印张·602 千字
0 001—5 000 册
定价：30.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677 - 2527
封面无防伪标均为盗版

新世纪高等职业教育规划教材编审委员会

主任委员	李维东	广东白云职业技术学院	常务副院长
副主任委员	陈周钦	广东交通职业技术学院	院长
	石令明	广西柳州职业技术学院	院长
	蔡昌荣	广州民航职业技术学院	副院长
	覃洪斌	广西职业技术学院	副院长
	姚和芳	湖南铁道职业技术学院	副院长
	韩雪清	机械工业出版社教材编辑室	副主任
委	沈耀泉	深圳职业技术学院	副院长
员	郑伟光	广东机电职业技术学院	副院长
	张尔利	广西交通职业技术学院	院长
	谈向群	无锡职业技术学院	副院长
	刘国生	番禺职业技术学院	副院长
	陈大路	温州职业技术学院理工学区	主任
	邹 宁	广西机电职业技术学院	副院长
	成王中	济源职业技术学院	副院长
	管 平	浙江机电职业技术学院	副院长
	韦荣敏	广西柳州市交通学校	校长
	田玉柯	遵义航天工业学校	校长
	黄秀猛	厦门市工业学校	校长
	张毓琴	广东白云职业技术学院	兼委员会秘书

编写说明

20世纪90年代以来,我国高等职业教育为社会主义现代化建设事业培养了大批急需的各类专门人才,提高了劳动者的素质,对建设社会主义精神文明,促进社会进步和经济发展起到了重要作用。中共中央、国务院《关于深化教育改革,全面推进素质教育的决定》指出:“要大力发展高等职业教育”。教育部在《关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》中明确指出:“高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分,培养拥护党的基本路线,适应生产、建设、服务第一线需要的,德、智、体、美等方面全面发展的高等技术应用性专门人才;学生应在具有必备的基础理论知识和专门知识的基础上,重点掌握从事本专业领域实际工作的基本能力和基本技能。”加入WTO以后,我国将面临人才资源的全球竞争,其中包括研究开发型人才的竞争,也包括专业技能型优秀人才的竞争。高等职业教育要适应我国现代化建设的需要,适应世界市场和国际竞争的需要,尽快为国家培养出大批符合市场需求的、有熟练技能的高等技术应用性人才。

教材建设工作是整个高等职业教育工作中的重要内容,在贯彻国家教改精神保证培养人才质量等方面起着重要作用。根据目前高等职业教育发展的趋势,机械工业出版社组织全国多所在高等职业教育办学有特色、在社会上有影响的高职院校成立了“新世纪高等职业教育规划教材编审委员会”,诚请教学经验丰富、实践能力强的专业骨干教师,组织、规划、编写了这套“新世纪高等职业教育规划教材”,首批教材含三个专业系列共21本书(书目附后)。系列教材凝聚了全体编审人员、编委会委员的大量心血,同时得到了各委员院校的大力支持,在此表示衷心感谢。

参加本套教材编写的作者均来自教学一线,他们对高职教育的专业设置、教学大纲、教改形势都有深刻的认识和体会。这为编写出具有创新性、适用性的高职教材奠定了良好基础。

本套教材的编写以保证基础、加强应用、体现先进、突出以能力为本位的职教特色为指导思想,在内容上遵循“宽、新、浅、用”的原则。所谓“宽”,即知识面宽,适用面广;所谓“新”,就是要体现新知识、新技术、新工艺、新方法;所谓“浅”,是指够用为度、通俗易懂;所谓“用”,就是要注重应用、面向实践。

本套教材的出版,将促进高等职业教育的教材建设,对我国高等职业教育的发展产生积极的影响。同时,我们也希望在今后的使用中不断改进、完善此套教材,更好地为高等职业教育服务,为经济建设服务。

新世纪高等职业教育规划教材编审委员会

前 言

本书是机械工业出版社组织编写的新世纪高等职业教育规划教材之一，是根据2001年8月在广州制定的编写大纲编写的。

在当今社会，市场竞争非常激烈，企业为了自身的生存与发展，必须不断设计开发出符合市场需求的产品，这就要求开发周期要短，一个好的三维设计软件将能使您达到事半功倍的效果。全国的许多家企业的设计部门或研究所都正在使用或推广三维CAD软件进行产品的开发设计，目前软件流行的三维CAD较多，本书选用最广泛使用的两个三维CAD软件——EDS公司的Solid Edge及PTC公司的Pro/E来向您讲解三维CAD软件在产品造型、模具设计中的应用。

本书分上下篇，共十五章，其中上篇主要讲解如何使用Solid Edge软件来进行三维模型设计、装配件的建立、工程图生成等内容，下篇主要讲解如何使用Pro/E软件来进行三维零件设计、装配件的设计及爆炸图生成、工程图建立、文件管理、模具设计等内容。

本书强调实用、需要；在内容编排上注重避繁就简，突出可操作性；在说明方法和示例上尽量做到简单明了、通俗易懂并侧重于实际应用。本书的各功能命令都尽量给出了中文对照，以方便读者学习，对主要内容均给出了命令功能、选项说明及适当的操作示例，读者按照书中的指导操作，即可顺利绘出图形，又能全面、深入地训练和学习功能命令的使用方法及应用技巧。在每章后均附有小结和上机习题，以帮助学生对所学内容的理解和掌握。

参加本书编写的有广东白云职业技术学院汪平华任主编（第一、八、九、十、十一、十二、十三、十四、十五章）、徐盛学（第二章），湖南铁道职业技术学院段继承（第四、五、六章）、周虹（第七章）、江芡（第三章）。

全书由李充宁教授主审，戚厚军老师也提出许多宝贵意见，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免有不足、漏误之处，敬请批评指正。

编 者

目 录

编写说明

前言

上篇 Solid Edge

第一章 Solid Edge V8 简介	1
第一节 Solid Edge 概述	1
第二节 Solid Edge 界面环境简介及基本操作	3
小结	9
习题	9
第二章 草图绘制	10
第一节 草图界面	10
第二节 基本草图命令	11
第三节 智能草图	15
第四节 草图编辑	16
第五节 尺寸约束	20
第六节 几何约束	21
第七节 实例分析	24
小结	26
习题	26
第三章 基本特征的绘制	28
第一节 特征的概念及构建	28
第二节 轮廓特征的建立	28
第三节 特征修改	40
第四节 实例分析	40
小结	46
习题	46
第四章 高级特征绘制	49
第一节 处理特征的绘制	49
第二节 阵列特征的绘制	54
第三节 实例运用 (显示器前盖)	58
第四节 设计工具	66
小结	72
习题	72
第五章 工程图的绘制	74
第一节 工程图指令	74
第二节 建立零件工程图	75

第三节 建立装配件工程图	85
小结	89
习题	89

第六章 装配图设计	90
第一节 概述	90
第二节 装配的基本概念	91
第三节 建立装配体模型	93
第四节 实例运用 (一)	101
第五节 装配体的爆炸视图	111
第六节 实例运用 (二)	116
小结	117
习题	118
第七章 文件管理	119
第一节 概述	119
第二节 数据转换	128
第三节 实例运用	129
第四节 模板管理	135
第五节 彩色渲染	139
小结	141
习题	141

下篇 Pro/ENGINEER

第八章 Pro/Engineer 2000i 简介	143
第一节 Pro/Engineer 概述	143
第二节 Pro/Engineer 环境简介	144
第三节 Pro/Engineer 的基本操作	151
第四节 实例运用	153
小结	158
习题	158
第九章 草图的绘制	159
第一节 草图模式	159
第二节 实例运用 (一)	164
第三节 草图绘制命令	166
第四节 使用 Constrain (约束条件) 编辑图形	178
第五节 几何工具及截面工具的使用	182
第六节 实例运用 (二)	189

小结	192	习题	309
习题	192	第十二章 文件管理	313
第十章 基础建模	194	第一节 数据的交换及打印	313
第一节 三维绘图环境	194	第二节 系统设定	322
第二节 Extrude (拉伸)、Revolve (旋转) 特征的建立	203	小结	327
第三节 基准特征的建立	211	习题	328
第四节 Hole (孔) 特征的建立	221	第十三章 装配件的建立	329
第五节 圆角 (Round) 及斜角 (Chamfer) 特征的建立	228	第一节 装配模型的生成	329
第六节 Rib (筋板)、Shell (薄壳) 特征及 Draft (拔模角) 的建立	237	第二节 实例运用 (防振架)	336
第七节 实例运用	242	小结	340
第八节 特征的编辑	250	习题	341
小结	257	第十四章 工程图的建立	342
习题	257	第一节 视图的创建	342
第十一章 高级建模	259	第二节 尺寸标注与注解	351
第一节 Sweep (扫描) 特征的建立	259	第三节 实例运用 (支架工程图)	361
第二节 Blend (混成) 特征的建立	262	小结	366
第三节 实例运用 (咖啡壶)	269	习题	366
第四节 复制特征的建立	274	第十五章 模具设计	368
第五节 关系式	284	第一节 概述	368
第六节 高级 (Advanced) 特征的建立	287	第二节 模具设计流程	368
第七节 曲面特征构建	296	第三节 实例运用 (手机模型)	375
小结	309	小结	380
		习题	380
		参考文献	381

上篇 Solid Edge

第一章 Solid EdgeV8 简介

学习目标

通过本章的学习，将对 Solid Edge 软件的功能特点、操作界面及环境有一个全面的了解，并能对软件进行基本的文件操作。

学习内容

- 1) 了解 Solid Edge 软件的特点及功能。
- 2) 熟悉 Solid Edge 软件的操作界面及环境。
- 3) 掌握 Solid Edge 软件的基本操作。

第一节 Solid Edge 概述

Solid Edge 是一个完整的计算机辅助设计系统，是由美国 Unigraphics Solutions (UGS) 公司（于 2001 年 5 月被 EDS 公司收购）出品的基于 WINDOWS 平台的中端 CAD 产品。它具有机械装配、零件设计、图样生产等强大功能，目前作为优秀的 CAD 软件，正越来越多地受到全球众多用户的信赖，这也正是其得以推广的原因。

一、Solid Edge 的特点

（一）基于特征的参数化实体建模技术

Solid Edge 能完全按照设计师和工程师的思路来工作，其操作步骤直观易懂，可大大提高生产效率及生产力。Solid Edge 的强大特征包括建立曲面、相关零件族（旋转、扫描、放样和螺旋）、除料和填料、孔特征、薄壳、圆角和阵列，这些易学易用的特征命令能快速高效地设计出典型的机械零件特征或设计复杂几何特征。

（二）支持二维转化为三维

Solid Edge 是设计工程师将二维制图升至三维制图的理想 CAD 解决方案，它能轻松地使用现有的二维绘图数据完成实体造型，在 Solid Edge Draft（工程图）中，可打开 Auto CAD Microstation 或二维 IGES 文件，利用复制或粘贴的方法，直接利用这些二维图形作为特征轮廓，再将这些二维轮廓通过扫掠、拉伸和旋转生成实体。

（三）强大的装配件设计功能

Solid Edge 支持自顶向下和自底向上的设计技术，它向工程师提供了广为接受的、切合实际的装配设计方法，正如传统的图样设计一样。在三维空间里，装配草图提供了一个自顶

向下的零部件设计框架，设计者可根据草图中规划的结构形状、设计轮廓来构造每个零件的实体模型。Solid Edge 支持并行的装配工具，允许多个设计师可在同一装配项目中工作。这一独特性能使许多设计师在同一装配造型内同时进行不同零件或部件的工作，并可随时了解其他设计人员的最新工作情况。

Solid Edge 包含一个独特的爆炸环境，它能方便地创建爆炸视图，同时维持装配结构和零件之间的转换关系不变；能自动按预先设定好的方向自动爆炸装配件，然后再根据需要用手调整至合适的位置。

（四）与其他软件的集成性

Solid Edge 的几何核心是 Parasolid，它们两者的结合造就了一套真正友善的使用界面与威力强大的实体核心的软件。也使得它与其他基于 Parasolid 核心的 CAD/CAM 软件连在一起使用。并与 Windows OLE 技术兼容，使得它能方便的与第三方的工程分析、零件设计及制造软件相集成。

（五）创新的制图工具

Solid Edge 能方便快捷地创建零件和装配件的二维图样。利用 Solid Edge 能产生各种工程视图，只需选择制图标准、各种信息如尺寸标准、形位公差和其他一些制图符号。在制图过程中，可随时设置尺寸和各种符号的显示方式和标注位置。

实体建模与二维视图的动态连接，Solid Edge 能帮您减少二维视图的修改时间，三维模型的修改能直接反映在二维视图中。

智能尺寸标注在一个命令里放置了线性、角度、半径和直径所需的所有工具，它能自动捕捉您的光标移动意图及动态定义尺寸标注的位置。

Solid Edge 能方便地产生与视图相关的明细表，能自动产生各零件的序列号和标注。

（六）渲染、浏览和其他工具

Solid Edge 渲染功能能快速方便产生高质量的零件和装配件的图片，这些图片可用于产品介绍、市场规划及产品浏览。Solid Edge 特殊效果的渲染造型包括彩色光源、阴影、背景图片、透明、反走样、反射、纹理和块映像。三种渲染选项包括消隐线、Phong 渲染和真正光线追踪。虚拟工作室只需提供漫游路径，就能生成漫游效果，并以 AVI 格式保存。

Solid Edge 的快速预览 Smartview 是一个独立免费的浏览工具，基于 WEB 支持的设计和造型技术，无需安装 Solid Edge，便可旋转、渲染、浏览、缩放 Solid Edge 装配件、工程图、零件和 Parasolid 文件。

（七）无法比拟的钣金功能

（八）复杂模塑和铸造设计功能

二、Solid Edge 模块

Solid Edge 有四个模块。

（1）零件模块（Part）用于设计单个的零件模型。文件的扩展名为 .Par。

（2）钣金模块（Sheet Metal）用于设计单个钣金件模型。文件的扩展名为 .Psm。

（3）装配模块（Assembly）用于设计包含有多个零件的装配件。可由已生成的零件逐个装配，亦可在装配环境下设计和编辑零件。同时可制作装配件爆炸图。文件的扩展名为 .Asm。

（4）工程图模块（Draft）提供独立的二维绘图环境，可像直接绘制二维工程图一样。也可由三维模型或装配件自动生成工程图。文件的扩展名为 .Dft，支持 DWG 和 DXF 格式。

第二节 Solid Edge 界面环境简介及基本操作

一、Solid Edge 界面环境简介

Solid Edge 的用户界面主要由主菜单、主工具条、带状工具条、特征工具条、状态条和工作区组成（界面见图 1-1）。

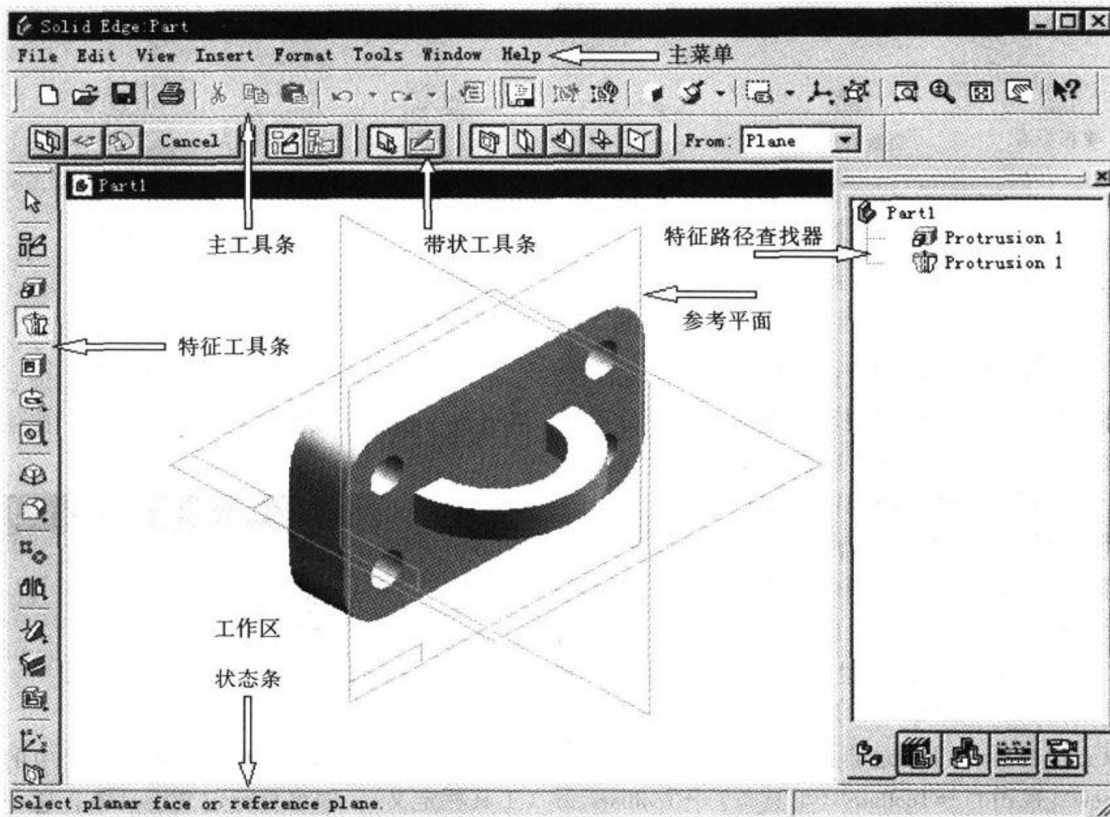


图 1-1 Solid Edge 的操作界面

（一）主菜单（Menu）

Solid Edge 的菜单条和大多数的 Windows 应用软件相同，菜单条里包括了所有的操作命令，当单击菜单名字时，系统会弹出下拉菜单，下拉菜单对应相应的功能命令，用户可用鼠标点击菜单中的命令。

（二）主工具条（Main Toolbar）

1. 主工具条

主工具条包括文件处理、文件打印和视图处理（旋转、缩放、平移和渲染等，见图 1-2）。当我们将鼠标停留在某个图标上几秒时，系统会自动显示该图标的名称。主工具条命令见图 1-3。



图 1-2 主工具条（Main Toolbar）

2. 主工具条命令简介



图 1-3 主工具条命令

使模型在工作区域内旋转，单击图标后，屏幕出现一黑点和三条虚线。按住鼠标左键后移动鼠标，可看到模型动态移动。如单击其中一条虚线（轴线）或模型上任意一条边，按住鼠标左键后移动鼠标，模型将绕该线旋转。

选择模型的一般视图（如正视图、俯视图、轴侧图等）。单击图标后，出现图 1-4 所示工具。

可单击绿点来改变模型的视角。

（三）特征工具条（Feature Bar）

特征工具条的位置位于界面的左侧，见图 1-1。

它实际上是把菜单中常用的指令提取出来，制成工具条

以方便操作，可通过自定义方式设定工具条的具体内容，方法是用鼠标点选主菜单中的 View（视图）→Toolbars（工具条）→Toolbars...（工具栏定义），即可自行定义工具条，这一点类似于 Autocad 操作。

（四）带状工具条（Ribbon Bar）

带状工具条是 Solid Edge 的界面特色之一（见图 1-5），每一指令都有自己的带状工具条。当命令开始后，带状工具条会以清楚的步骤指引您一步一步完成指令，使设计过程简单易学。

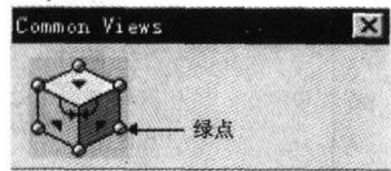


图 1-4 常用视图选择



图 1-5 带状工具条（Ribbon Bar）

（五）工作区（Working Area）

用于绘图的区域，各工作都在工作区完成。

（六）参考平面（Reference Plane）

这三个平面是提供的主参考平面，表示空间坐标系中的 XY、YZ、ZX 面，参考平面可以

为绘图提供依据，便于定位零件和辅助绘图。

(七) 状态条 (Status Bar)

见图 1-1，状态条也就是提示区，当进行每一步的操作时，操作提示在状态条上都会显示出来，这样就更加易学易懂。

二、基本操作

下面通过一个简单的例子来讲解 Solid Edge 的基本操作。

(一) Solid Edge 启动

点击 Windows 的开始→程序→Solid Edge→Solid Edge Part，选择完后，出现操作界面（见图 1-1）和欢迎窗口（见图 1-6）。



图 1-6 Solid Edge 欢迎窗口


将 Show this screen every time I start Solid Edge Part 选框前的勾号去掉，下次启动时就不会出现。

(二) 新建 Solid Edge 文件

点选文件→新建或点选主工具条新建文件图标，弹出新建文件对话框，见图 1-7。

我们可以根据需要选择设计模块，如零件模块、装配模块、工程图模块等，这里点选 Normal.Prt 零件设计模块，再点选确定按钮即可。

(三) 进行零件的绘制（见图 1-8）

我们用鼠标点选特征工具条上的拉伸图标 ，接着就要选择一个参考平面，因为进行三维设计时，首先要进行零件的草图设计，然后将二维草图进行拉伸或旋转生成三维模型，而草图是要建立在某一参考平面上的。用鼠标指向三个参考面中的任一个时，该参考面就变成红色，单击鼠标左键，进入图 1-9 所示界面，被选中的平面变成了视图平面，这样进行

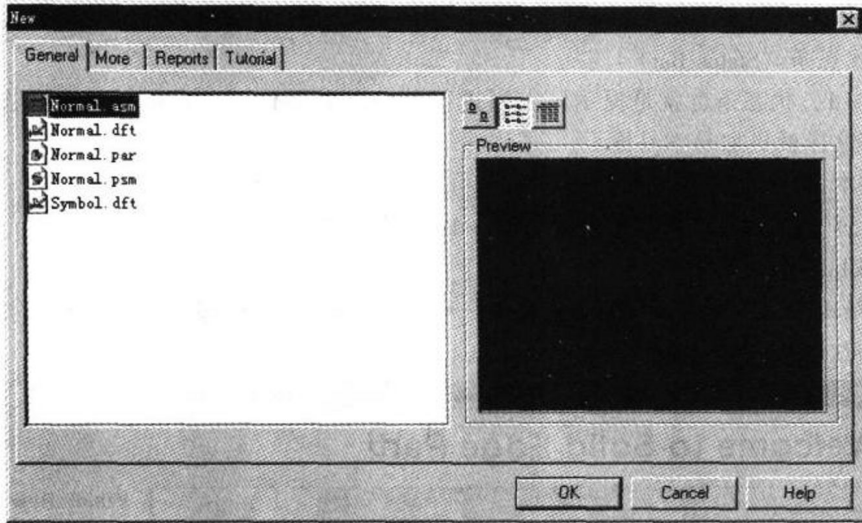


图 1-7 新建文件对话框

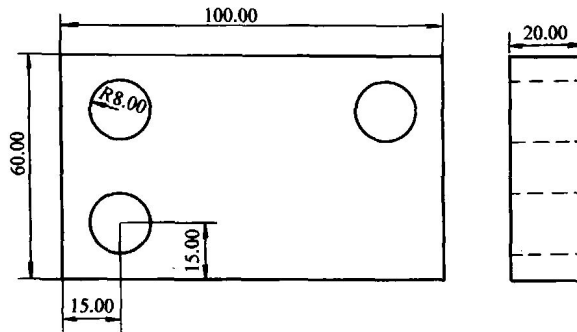


图 1-8 零件图样



图 1-9 二维绘图界面

草图的绘制比较方便。

用鼠标点选左侧工具条的矩形图标，然后在带状工具条中输入宽 100，高 60，角度 0，见图 1-10。

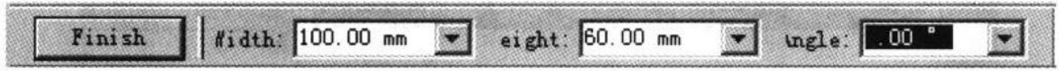


图 1-10 绘制矩形带状工具条

输入完后，按回车键确定，在工作区任意位置单击鼠标左键即绘制出矩形，见图 1-11。再点选圆弧绘制图标，在带状工具条中输入直径 16，半径 8，在合适位置单击鼠标左键绘制一圆，见图 1-11。点选图素间尺寸标注图标，标注圆心与矩形两边的距离，见图 1-11。

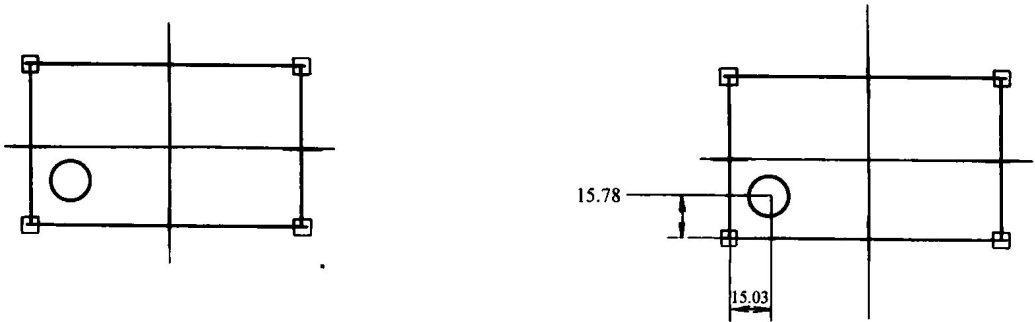


图 1-11 绘制草图并标注尺寸

标注完成后，点选选择图标，用鼠标左键点选标注的尺寸，在带状工具条输入新尺寸以符合图样要求，按回车键确认，图形即随之变化。

点选镜射图标，将圆进行复制。

用鼠标选择需镜射的物体，然后选择对称线，这里我们选择矩形左右两边的中点连线，即完成圆的复制，再重复操作，镜射出另两个圆，见图 1-12。

最后，选择带状工具条的 Finish（完成）按钮即完成草图的绘制，系统回到三维设计环境，见图 1-13。移动鼠标，长方体高度方向的线框是红色，它随着鼠标的移动而变化，我们在带状工具条的距离选项中输入高度 20，然后用在草图的上方或下方单击鼠标左键确定拉伸方向，再单击带状工具条中的 Finish（完成）按钮，一个简单的三维模型便绘制好了。

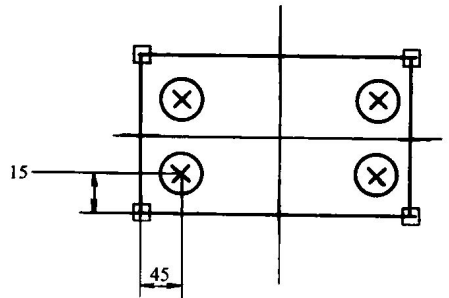


图 1-12 镜射操作结果

（四）文件的存储

单击 File（文件）→ Save（保存）或主工具条上的保存图标，弹出保存对话框，见图 1-14。

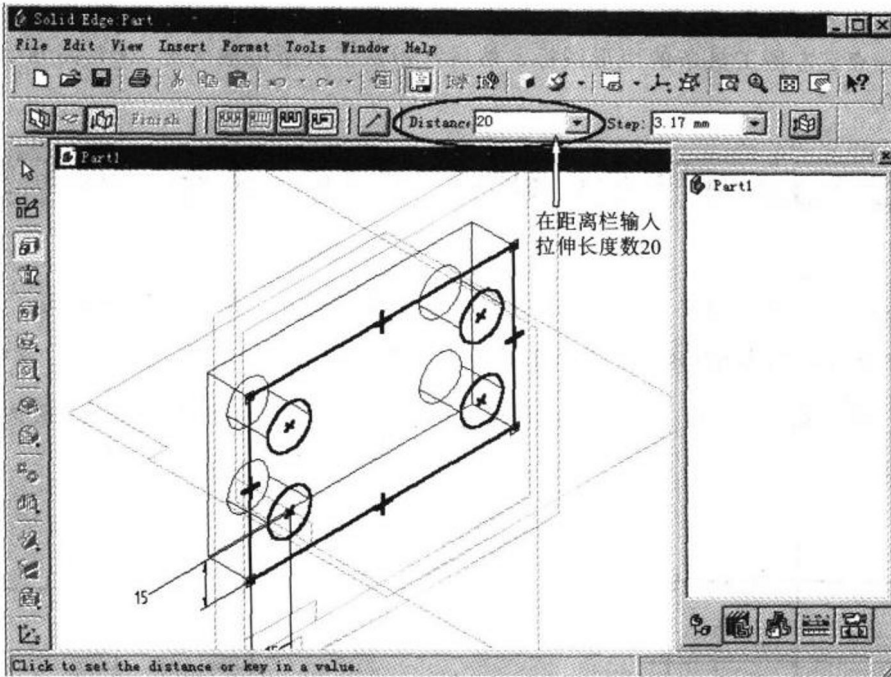


图 1-13 三维绘图环境

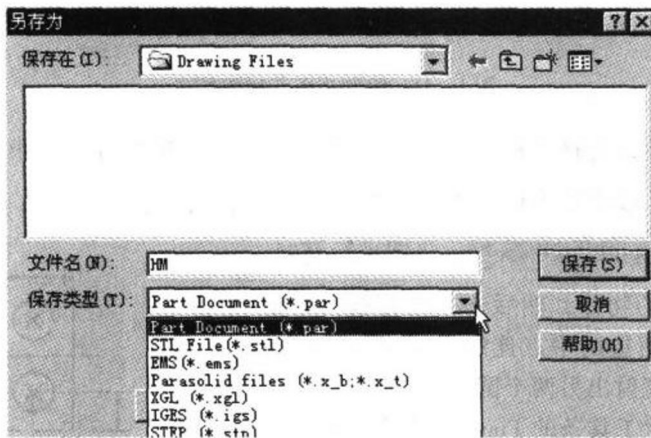


图 1-14 文件保存对话框

在文件名栏中输入 HM 的文件名，在保存类型中我们可点选多种存储格式，如 IGES、STEP 等，我们使用 Solid Edge 自身格式 Par，点选保存按钮，完成文件的存储。

(五) 打开现有的文件

单击文件→打开，弹出打开文件对话框，点选查找范围的下拉箭头，找出要打开文件所在的路径，选中需打开的文件名，点选打开按钮即可，见图 1-15。

(六) 系统的退出

点选文件→退出或按 Alt + F4 键即可退出 Solid Edge 系统。

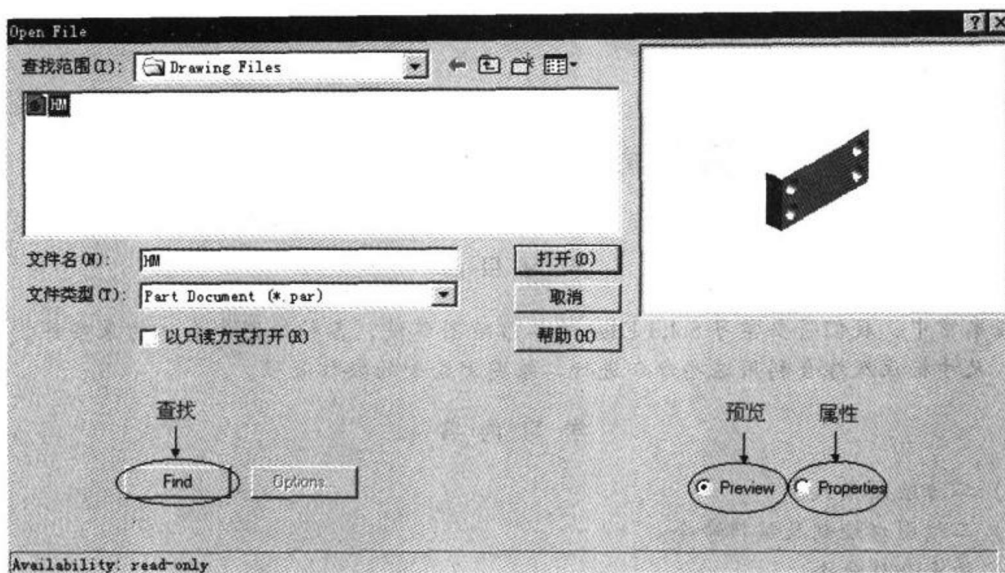


图 1-15 打开文件对话框

小 结

通过前面的学习，我们了解了 Solid Edge 软件是一个中端的三维 CAD 软件，是由美国 UGS 公司（于 2001 年 5 月被 EDS 公司收购）产品。它具有机械装配、零件设计、图样生产等强大功能。它具有基于特征的参数化实体建模技术、方便生成工程图样、强大的装配件功能、与其他软件良好的集成性等特点，包含有零件模块（Part）、钣金模块（Sheet Metal）、装配模块（Assembly）、工程图模块（Draft）四个模块。并对软件的操作环境、启动、关闭及文件的基本操作（打开文件、保存文件等）都有全面掌握。

习 题

- 1-1 简述 Solid Edge 软件的主要特点及常用模块功能。
- 1-2 启动 Solid Edge 并熟悉操作界面。
- 1-3 任意绘制一任意三维模型并进行文件的基本操作。