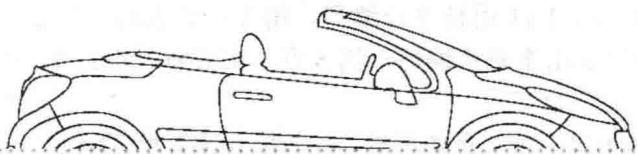


三维造型设计

主编 杨立云 孙志平

参编 李彩凤 张良贵

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



前言

P R E F A C E

Creo 是整合了 PTC 公司的三大软件 Pro/ENGINEER 的参数化技术、CoCreate 的直接建模技术和 ProductView 的三维可视化技术的新型 CAD 设计软件包,集成了参数化 3D CAD/CAM/CAE 解决方案,同时,最大限度地增强创新力度并提高质量,具备互操作性、开放、易用三大特点。其在航空、航天、汽车、装备制造企业和消费类电子产品中得到广泛的应用,在中国的高端 CAD 市场上占有很大份额,对于机械工程师、产品设计师和高职高专院校学生,熟练运用此软件已成为新时代对机械工程领域技术人员提出的新的技术素质要求。

编者在从事 Creo 软件的培训与教学的过程中深刻体会到,虽然有关 PTC 公司软件的书籍种类众多,但找到一本真正适合机械类专业的机床夹具设计方面的教材或学习辅导书并非是一件容易的事,其原因是大部分的书籍不是从学生的专业应用出发的,而是单纯地面向软件本身。本书作者在编写的过程中避免了此类缺陷的出现,通过完成每个学习任务,来讲解三维造型方法及应用技巧。

本书基于机械类专业产品设计的岗位能力需求进行课程开发,以典型机械零件及工装夹具为载体,以培养学生三维造型设计能力为主、理论为度、“工学结合”为原则选取教材内容,分为理论和实践两部分,实践篇以项目—任务的形式组织。

与市场上已经出版的同类书相比,本书有以下几个特点:

1. 主要面向机械类学生及机械工程人员,突出计算机辅助机械产品设计思路及方法,以机械加工中的典型零件及机床夹具为载体,突出课程之间的联系与融合,并做到学以致用,促进学生的学习积极性,提高学生学习效果。

2. 兼顾理论与实践,立足于解决实际问题,目的是使读者在掌握基础知识的同时,通过项目实例分析,开拓思路,掌握方法,提高对知识综合运用能力。在学习过程中突出“设计分析”和“设计理念”,通过项目实例的分析和讲解帮助读者更快、更好地完成学习。

3. 应用性强,有很强的指导性和可操作性,有利于读者打好坚实的基础和提升设计技能。

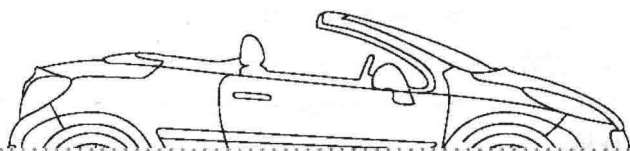
4. 选题从易到难,从零件到产品,并且穿插大量的软件操作技能、专业规范及工程标准等,能够使读者快速地进入设计工程师的行业,解决工程设计实际问题。

本书包括理论篇与实践篇两大部分,理论篇讲解各种 Creo 建模特征的基本知识、特点及操作要点,结合视频讲解效果更好;实践篇介绍典型零件及夹具标准件库设计、典型夹具设计和典型夹具工程图设计,各个项目间既有联系,又设置知识能力梯度,该梯度符合学生学习的认知规律,同时便于教师分层次教学。

本书由河北机电职业技术学院杨立云、孙志平主编并统稿，参加编写的还有河北机电职业技术学院李彩凤、张良贵。本书第1章由孙志平编写，第2章、第3章的3.1~3.12节、项目1、项目2、项目6、项目9、项目11由杨立云编写，第3章的3.13~3.22节、第4章、项目3、项目4、项目5、项目8由李彩凤编写，第5章、第6章、项目7、项目10、附录由张良贵编写。

由于编者水平有限，本书难免存在不足之处，恳切希望同仁及广大读者批评指正。

编 者



目 录

C O N T E N T S

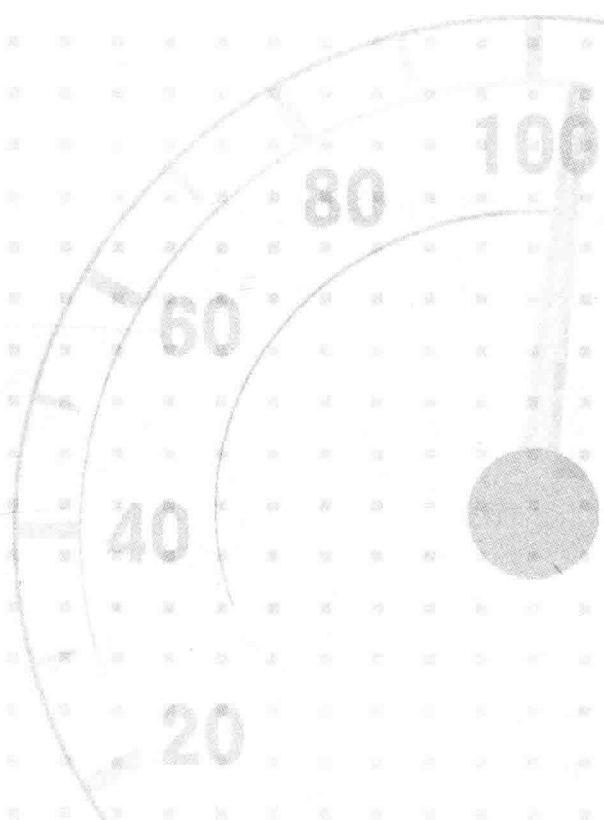
第 1 章 三维造型设计基础	3
1.1 认识三维造型设计软件	3
1.2 Creo 基本功能与操作	5
1.3 三维造型设计理念	16
第 2 章 二维草绘	20
2.1 基础知识	20
2.2 二维草图的绘制	24
2.3 二维草图的尺寸标注	32
2.4 尺寸标注的编辑	35
2.5 草图中的几何约束	37
第 3 章 零件设计	39
3.1 拉伸特征	39
3.2 零件设置	44
3.3 特征的修改	48
3.4 倒角特征	51
3.5 圆角特征	53
3.6 孔特征	55
3.7 抽壳特征	61
3.8 筋(肋)特征	62
3.9 拔模特征	65
3.10 修饰特征	67
3.11 基准特征	68
3.12 阵列特征	75
3.13 旋转特征	78
3.14 复制特征	80
3.15 特征的成组	82
3.16 扫描特征	83

3.17	螺旋扫描特征	85
3.18	混合特征	86
3.19	扫描混合特征	89
3.20	特征的重新排序及插入操作	91
3.21	特征失败及其解决方法	93
3.22	零件模型的测量与分析	94
第4章	装配设计	99
4.1	基本装配约束	100
4.2	装配模型的一般创建过程	105
4.3	使用允许假设	109
4.4	装配体中元件的复制	110
4.5	装配体中元件的阵列	111
4.6	装配干涉检查	113
4.7	修改装配体中的元件	114
4.8	装配体中的“层”操作	115
4.9	模型的视图管理	116
4.10	自顶向下设计简介	130
第5章	创建工程图	131
5.1	Creo 工程图概述	132
5.2	设置符合国标的工程图环境	132
5.3	新建工程图	133
5.4	视图的创建与编辑	134
5.5	尺寸的创建与编辑	140
5.6	创建注释文本	147
5.7	工程图基准	149
5.8	标注几何公差	151
5.9	标注表面粗糙度	152
第6章	模型的外观设置	153
6.1	概述	153
6.2	模型的外观设置	155
6.3	模型的渲染	158
项目1	垫圈类、定位支承元件设计	161
	任务工单	161
	任务1 圆形垫圈零件设计	162
	任务2 异形垫圈零件设计	165

任务3 V形块设计	169
习题	172
项目2 拨叉、支座类零件设计	174
任务工单	174
任务1 连杆设计	175
任务2 拨叉设计	178
任务3 底座设计	184
习题	191
项目3 轴类零件设计	196
任务工单	196
任务1 阶梯轴设计	197
任务2 曲轴设计	200
习题	202
项目4 弹簧类零件设计	204
任务工单	204
任务1 弹簧设计	205
任务2 盘形弹簧设计	206
习题	207
项目5 凸轮类零件设计	209
任务工单	209
任务1 盘形凸轮设计	210
任务2 圆柱凸轮设计	213
习题	216
项目6 零件库设计	218
任务工单	218
任务1 标准垫片零件库设计	219
任务2 螺栓零件库设计	223
习题	228
项目7 台虎钳设计	230
任务工单	230
任务 台虎钳装配体设计	231
习题	237
项目8 车床夹具设计	238
任务工单	238
任务1 卡盘式车床夹具设计	239
任务2 角铁式车床夹具设计	241
习题	246
项目9 钻床夹具设计	247
任务工单	247

任务 1	回转式钻模运动仿真设计	248
任务 2	移动式钻模拆装动画设计	267
习题		275
项目 10	台虎钳工程图设计	276
任务工单		276
任务 1	台虎钳钳身工程图视图设计	277
任务 2	台虎钳钳身工程图注释设计	280
习题		284
项目 11	钻床夹具工程图设计	285
任务工单		285
任务 1	钻模装配工程图视图设计	286
任务 2	钻模装配工程图注释设计	292
习题		298
附录		299
附录 1	使用 Creo 的层	299
附录 2	配置文件设置	303
附录 3	常用函数解析	304
附录 4	BOM 表中报告符号	305
参考文献		306

理论篇



第 1 章

三维造型设计基础



本章导读

随着计算机辅助设计 (Computer Aided Design, CAD) 技术的飞速发展和普及,越来越多的工程设计人员开始利用计算机进行产品的设计和开发,Creo 作为一种当前最流行的高端三维 CAD 软件,越来越受到我国工程技术人员的青睐。为了正常、高效地使用 Creo 软件,同时也为了方便教学,在学习和使用 Creo 软件前,需要先进行一些必要的设置。本章内容主要包括:

- 认识三维造型设计软件
- Creo 基本功能与操作
- 三维造型设计的理念

1.1 认识三维造型设计软件

计算机辅助设计 (Computer Aided Design, CAD),是由计算机来完成产品设计中的数据计算、几何分析、产品模拟、图纸绘制、编制技术文件等工作。

“计算机辅助设计几乎推动着一切领域的设计革命”,近年来,CAD 技术的应用已涉及机械、工程设计、船舶、航空、航天、汽车、轻工、纺织等各行业。

计算机辅助三维造型设计是设计人员借助计算机辅助设计系统提供的图形终端或工作站及其软件描述所设计产品的形状、结构、大小,以及模拟在光线照射下表面的色彩、明暗和纹理等,它以提高效率、增强设计的科学性与可靠性、适应信息化社会的生产方式为目的。

因此,三维造型就是在计算机上建立完整的产品三维几何形状的过程,在计算机上进行三维造型所用的技术称为三维造型技术。三维造型的结果是三维模型,也称为三维建模。

由于计算机技术的迅速发展,针对不同的用户及不同产品的造型法则,各大公司相继推出了各种档次的计算机图形软件,见表 1-1,为设计师提供了适合自身条件的各种软件,大大提高了计算机的普及程度和计算机辅助设计的水平。

表 1-1 计算机辅助设计软件分类表

主要应用领域	低端设计软件组合	终端设计软件组合	高端设计软件组合
二维绘图	Freehand、Coredraw	Illustrater、Photoshop	3D Paint
三维曲面建模	Rhino、3DS MAX	SolidEdge、SolidWorks	Alias、Pro/E、Catia
渲染	Bmrt/Framingo	Photo Works、LightScape	PhotoRender、RenderMAN
动画	3DS MAX SoftImage Maya		Alias
工程设计（三维造型）	AutoCADA/MDT	SolidEdge、SolidWorks	Pro-E、UG、Catia、I-Deas

1. PTC 的 Pro/ENGINEER 软件

1985 年，PTC 公司成立于美国波士顿，开始参数化建模软件的研究。1988 年，V1.0 的 Pro/ENGINEER 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”。

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 是采用参数化设计的、基于特征的实体建模系统，工程设计人员采用具有智能特性的基于特征的功能去生成模型，如腔、壳、倒角及圆角，用户可以随意勾画草图，轻易改变模型。这一功能特性给工程设计者提供了在设计上从未有过的简易和灵活。Pro/ENGINEER 的这种基于特征的参数化设计方法后来被中端 CAD 产品，如 SolidWorks、SolidEdge、Inventor 等所广泛采用。

2. EDS 的 UG 软件

UG 软件起源于美国麦道飞机公司。UG 于 1991 年并入美国 EDS 公司。它集成了美国航空航天、汽车工业的经验，成为机械集成化 CAD/CAE/CAM 主流软件之一。主要应用在航空航天、汽车、通用机械、模具、家电等领域。采用基于约束的特征建模和传统的几何建模为一体的复合建模技术。其在曲面造型、数控加工方面是强项，但在分析方面较为薄弱。但 UG 提供了分析软件 NASTRAN、ANSYS、PATRAN 接口；机构动力学软件 IDAMS 接口；注塑模分析软件 MOLDFLOW 接口等。Unigraphics 提供给公司一个从设计、分析到制造的完全的数字产品模型。

Unigraphics 采用基于过程的设计向导、嵌入知识的模型、自由选择的造型方法、开放的体系结构及协作式的工程工具，这些只是提高产品质量、提高生产力和创新能力所采用的众多独特技术中的一小部分。

3. Dassault 的 CATIA 软件

CATIA 是由法国著名飞机制造公司 Dassault 开发并由 IBM 公司负责销售的 CAD/CAM/CAE/PDM 应用系统。CATIA 起源于航空工业，其最大的标志客户即美国波音公司，波音公司通过 CATIA 建立起了一整套无纸飞机生产系统，取得了重大的成功。

作为世界领先的 CAD/CAM 软件，CATIA 可以帮助用户完成大到飞机、小到螺丝刀的

设计及制造，它提供了完备的设计能力：从 2D 到 3D 到技术指标化建模，同时，作为一个完全集成化的软件系统，CATIA 将机械设计、工程分析及仿真和加工等功能有机地结合，为用户提供严密的无纸工作环境，从而达到缩短设计和生产时间、提高加工质量及降低费用的效果。

4. SolidWorks

美国 SolidWorks 公司是一家专门从事开发三维机械设计软件的高科技公司，公司宗旨是使每位设计工程师都能在自己的微机上使用功能强大的世界最新 CAD/CAE/CAM/PDM 系统。

SolidWorks 软件是世界上第一个基于 Windows 开发的三维 CAD 系统。功能强大、易学易用和技术创新是 SolidWorks 的三大特点，使得 SolidWorks 成为领先的、主流的三维 CAD 解决方案。SolidWorks 不仅能够提供不同的设计方案、减少设计过程中的错误及提高产品质量，同时对每个工程师和设计者来说，其操作简单方便、易学易用。

5. 北航海尔 CAXA 实体设计 XP

CAXA 实体设计使实体设计跨越了传统参数化造型在复杂性方面受到的限制，不论是经验丰富的专业人员，还是刚接触 CAXA 实体设计的初学者，CAXA 实体设计都能提供便利的操作。其采用鼠标拖放式全真三维操作环境，具有无可比拟的运行速度、灵活性和强大功能，使设计更快，并获得更高的交互性能。CAXA 实体设计支持网络环境下的协同设计，可以与 CAXA 协同管理或者其他主流 CPC/PLM 软件集成工作。利用 CAXA 实体设计，人人都能够更快地从事创新设计。

1.2 Creo 基本功能与操作

1.2.1 Creo 软件介绍

Creo 是一个可伸缩的套件，集成了多个可互操作的应用程序，功能覆盖整个产品开发领域。Creo 的产品设计应用程序使企业中的每个人都能使用最适合自己的工具，因此，他们可以全面参与产品开发过程。除了 Creo Parametric 之外，还有多个独立的应用程序在 2D 和 3D CAD 建模、分析及可视化方面提供了新的功能。Creo 主要的应用程序见表 1-2。

表 1-2 Creo 主要的应用程序

应用程序名称	简介
Creo Parametric	使用强大、自适应的 3D 参数化建模技术创建 3D 设计
Creo Simulate	分析结构和热特性
Creo Direct	使用快速灵活的直接建模技术创建和编辑 3D 几何
Creo Sketch	轻松创建 2D 手绘草图
Creo Layout	轻松创建 2D 概念性工程设计方案
Creo View MCAD	可视化机械 CAD 信息，以便加快设计审阅速度

续表

应用程序名称	简介
Creo View ECAD	快速查看和分析 ECAD 信息
Creo Schematics	创建管道和电缆系统设计的 2D 布线图
Creo Illustrate	重复使用 3D CAD 数据生成丰富、交互式的 3D 技术插图

其中, CREO Parametric 是必不可少的 3D 参数化 CAD 解决方案,是可靠且可扩展的 3D 产品设计工具集,其功能更强、更灵活和更快速,可帮助加快整个产品开发过程。

1.2.2 Creo Parametric 主界面

Creo Parametric 用户界面有许多不同区域,可在创建模型时使用它们。开始界面和主界面如图 1-1 和图 1-2 所示。在开始界面,能够设定工作目录,定义模型的显示质量、系统颜色和编辑配置文件等。在主界面工作窗口,有下拉菜单命令,可以很方便地选取相应的命令来建模,节约时间,提高效率。

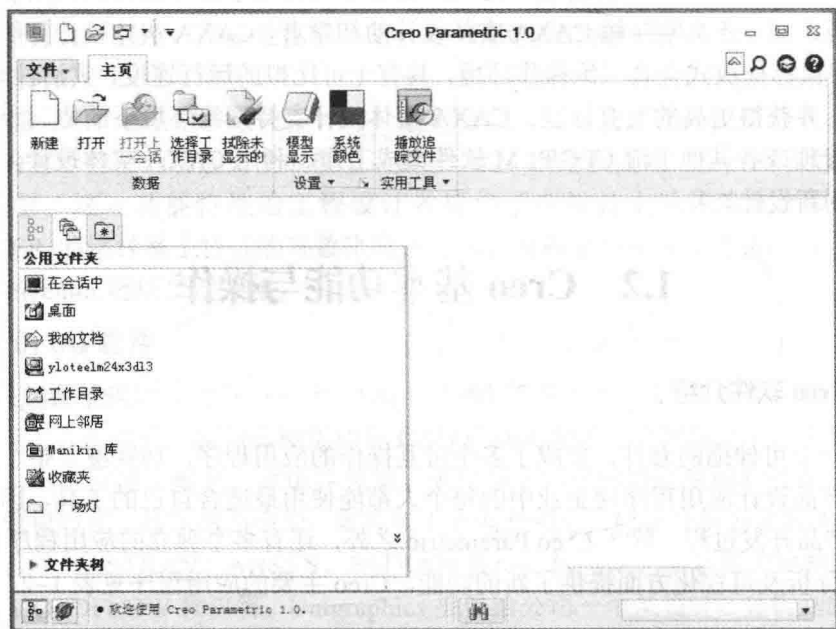


图 1-1 Creo Parametric 开始界面

1. 主界面的区域

(1) 图形窗口

Creo Parametric 的工作区域,可在其中创建和修改 Creo Parametric 模型,例如,零件、装配与绘图。

(2) “图形中”工具栏(图 1-3)

“图形中”工具栏位于图形窗口顶部,包含图形窗口显示的常用工具与过滤器。可以自定义“图形中”工具栏中显示的工具与过滤器。

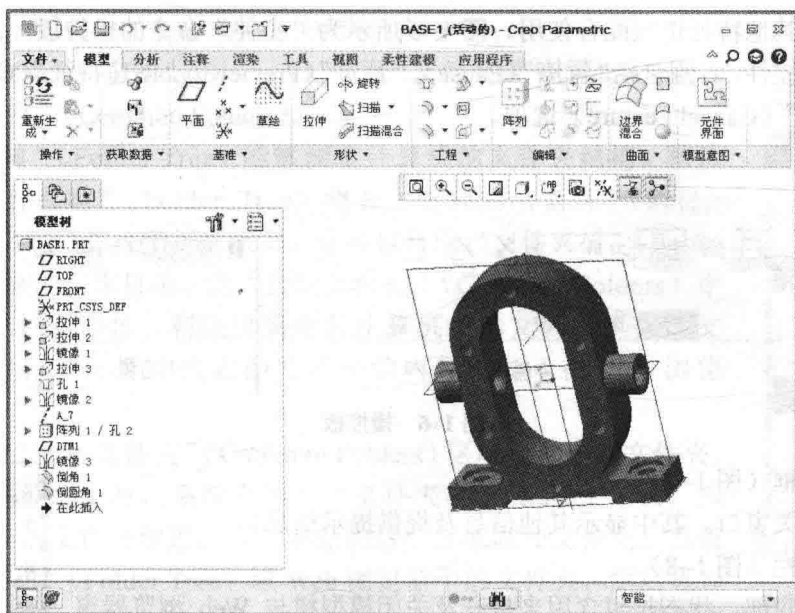


图 1-2 Creo Parametric 主界面

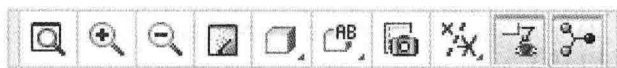


图 1-3 “图形中”工具栏

(3) “快速访问”工具栏 (图 1-4)

默认情况下，“快速访问”工具栏位于界面顶部。它包含一组常用命令，这些命令独立于目前显示在功能区中的选项卡。无论是在特定模式下工作，还是在功能区选项卡中工作，都可以使用这些命令。可以自定义“快速访问”工具栏，以添加其他命令。



图 1-4 “快速访问”工具栏

(4) 功能区 (图 1-5)

横跨界面顶部的上下文相关菜单，其中包含了在 Creo Parametric 中使用的大多数命令。功能区通过选项卡与组来将命令安排成逻辑任务。



图 1-5 功能区

(5) 操控板 (图 1-6)

位于用户界面顶部，当创建或编辑特征定义时，操控板会显示出来。操控板为执行特征的创建或编辑等任务提供控制、输入、状态和指导。更改会立即显示在屏幕上。各种操控板

选项卡都可与其他特征选项配合使用。图 1-6 所示为“拉伸”命令的操控板，左侧的操控板图标包括特征控件，右侧包括“暂停”(Pause)、“预览”(Preview)、“创建特征”(Create Feature)与“取消特征”(Cancel Feature)选项。

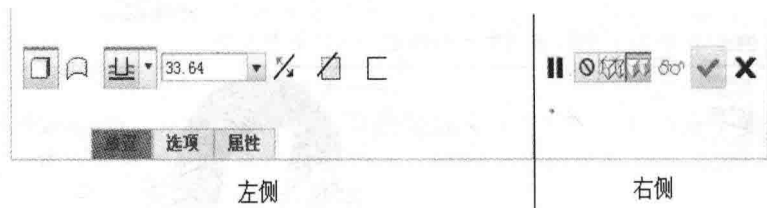


图 1-6 操控板

(6) 对话框 (图 1-7)

上下文相关窗口。其中显示其他信息及提供提示信息。

(7) 状态栏 (图 1-8)

位于界面底部。状态栏包含用来打开及关闭模型树与 Web 浏览器窗格的图标。此外，还包含消息日志、重新生成管理器、3D 框选择器与选择过滤器。

(8) 消息日志 (图 1-9)

消息日志可提供来自 Creo Parametric 的提示、反馈与消息。

(9) 菜单管理器 (图 1-10)

在 Creo Parametric 中使用某些功能与模式时，显示在界面最右侧的级联菜单。在此菜单中，通常会以从上到下的方式操作；但是，单击“完成”(Done)按钮，则以从下往上的方式执行。当单击鼠标中键时，会自动选择粗体菜单选项。

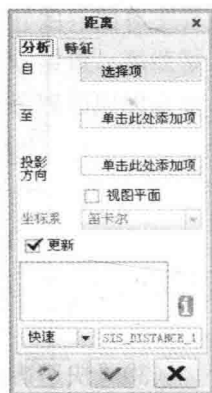


图 1-7 对话框



图 1-8 状态栏

- ➡ 选择用于区域分析的曲面、面组、小平面或整个模型。
- ➡ 选择单个平面或整个阵列。
- ➡ 选择用于距离分析的第一图元。

图 1-9 消息日志

2. Creo Parametric 文件夹浏览器

导航器是 Creo Parametric 用户界面中的、顶部含有一系列选项卡的窗格。在那些选项卡中，有一个选项卡是“文件夹浏览器”。默认情况下，Creo Parametric 会启动，并会打开“文件夹浏览器”(Folder Browser)。“文件夹浏览器”(Folder Browser)能够浏览计算机及网络上的文件夹。可通过拖动窗口分割工具来调整“文件夹浏览器”(Folder Browser)的宽度大小，

也可通过单击状态栏中的图标来完全关闭导航器操作。

“文件夹浏览器”(Folder Browser)分为“文件夹树”(Folder Tree)和“公用文件夹”(Common Folders)。

“文件夹树”(Folder Tree)能够浏览计算机的文件夹结构。默认情况下,“文件夹树”(Folder Tree)将在“文件夹浏览器”(Folder Browser)窗口的底部处于折叠状态。也可以使用“文件夹树”(Folder Tree)来设置新的工作目录、向“公用文件夹”(Common Folders)中添加文件夹,以及添加、删除或重命名计算机中的文件夹。在“文件夹树”(Folder Tree)中选定的文件夹的内容将显示在 Web 浏览器中。

导航器的“公用文件夹”(Common Folders)区域包含一些文件夹,当这些文件夹被选定时,系统会指向“文件夹树”(Folder Tree)或 Web 浏览器中的文件夹位置。要向界面的这个区域添加文件夹,右键单击“文件夹树”(Folder Tree)或 Web 浏览器中的文件夹,然后选择“添加到公用文件夹”(Add to common folders)。六个标准的“公用文件夹”(Common Folders)包括:

- ① “在会话中”(In Session): 能够查看当前在会话中的所有文件。
- ② “桌面”(Desktop): 能够查看“桌面”(Desktop)的内容。
- ③ “我的文档”(My Documents): 能够查看“我的文档”(My Documents)文件夹的内容。
- ④ “工作目录”(Working Directory): 能够查看当前“工作目录”(Working Directory)的内容。
- ⑤ “网上邻居”(Network Neighborhood): 能够查看“网上邻居”(Network Neighborhood)的内容。
- ⑥ “收藏夹”(Favorites): 能够查看将其指定为收藏夹的文件夹或网站。也可以从导航器的顶部选择“收藏夹”(Favorites)选项卡。

3. Creo Parametric Web 浏览器

Web 浏览器是一种 Creo Parametric 中的集成内容查看器。它与“文件夹浏览器”(Folder Browser)配合使用,能够找到计算机上的文件及浏览 Web 网页。Web 浏览器被嵌入 Creo Parametric 界面中,并在整个图形窗口上滑动。Web 浏览器分为三部分:文件列表、预览窗口和浏览器控件,如图 1-11 所示。

(1) 文件列表

显示在“文件夹浏览器”(Folder Browser)中选择的文件夹的内容,如图 1-12 所示。可设置“列表”“缩略图”或“详细信息显示”,根据文件类型过滤列表,或显示文件的实例和/或所有版本。双击文件夹,以查看其内容;或双击文件,以在 Creo Parametric 中将其打开。选择一个文件,以在预览窗口中对其进行预览,或将其拖放至图形窗口中打开。也可以在文件列表中剪切、复制、粘贴和删除文件夹和对象。

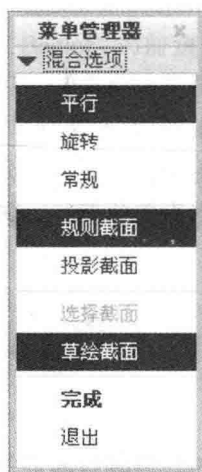


图 1-10 菜单管理器

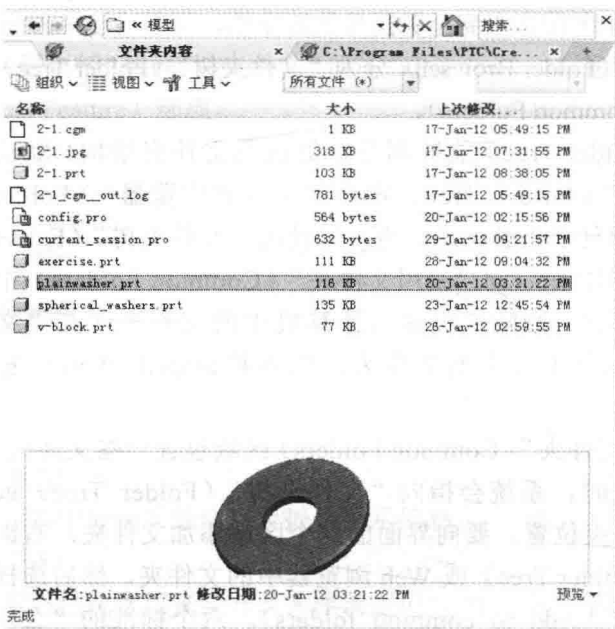


图 1-11 Web 浏览器

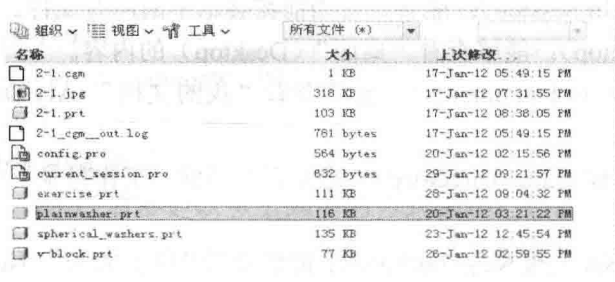


图 1-12 文件列表

(2) 预览窗口

当从文件列表中选择模型时，可通过展开预览窗口来动态预览该模型，如图 1-13 所示。可在预览窗口中“旋转”“平移”和“放大”来观察模型几何，也可以编辑模型显示。默认情况下，系统在 Web 浏览器的底部折叠预览窗口。



图 1-13 预览窗口