



三维设计 与逆向工程

林建 编

高等教育出版社

三维设计 与逆向工程

林建 编



高等教育出版社·北京

内容提要

Creo 是由美国 PTC 公司最新推出的参数化建模软件系统,是通用的综合了三维设计和仿真分析的设计套件。本书从基础开始,循序渐进地介绍 Creo 软件的功能和应用知识。全书共分 10 章,每章均按教学实际要求,围绕几个主题,详细介绍各种命令的有关选项、提示说明和操作步骤。主要包括 Creo 概述、基准、草绘、基础特征建模、附加特征建模、特征操作、装配设计、工程图设计、曲面和逆向设计等。大部分章后附有习题,满足学生自学及提高所需。

本书适用于普通高等学校机械类各专业。

图书在版编目(CIP)数据

三维设计与逆向工程/林建编.--北京:高等教育出版社,2019.4

ISBN 978-7-04-051637-1

I. ①三… II. ①林… III. ①三维动画软件-高等学校-教材 IV. ①TP391.414

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 055791 号

策划编辑 徐可 责任编辑 徐可 封面设计 王凌波 版式设计 马敬茹
插图绘制 于博 责任校对 陈杨 责任印制 田甜

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 三河市吉祥印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 12.25
字 数 270 千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>
版 次 2019 年 4 月第 1 版
印 次 2019 年 4 月第 1 次印刷
定 价 38.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 51637-00

前 言

制造业是一个国家经济发展的基础,当今世界,任何一个综合实力强大的国家都拥有发达的制造业。我国在大力推进国民经济信息化的同时已经清楚地认识到,制造业是现代经济的支柱,制造业信息化是企业发展的必要手段,只有用信息化武装起来的自主和完整的工业体系,才能为国家发展壮大提供坚实的物质基础。

本书是以我国高等学校机械类各专业学生为主要读者对象而编写的。内容基于 Creo 3.0 版本,通过对命令的深入讲解及示例,介绍三维实体建模的基本方法、高级建模技巧以及逆向设计技术,同时将基本知识贯穿其中。

本书特色如下:

内容全面。涵盖了机械设计中常用零件创建的各种建模方法、装配方法、工程图绘制以及逆向设计的全过程。对软件中的主要命令和功能结合范例进行讲解,同时附有相应的习题帮助读者深入理解、灵活应用。

结合实际。采用 Creo 3.0 软件中真实的对话框、操控板和按钮等进行讲解,使读者能够直观、准确地学习软件操作,从而大大提高学习效率。

包含逆向设计。在 Creo 中实现逆向设计是较为常用的逆向建模技术。本书详细介绍了包括小平面和独立几何等实用的逆向建模方法,弥补了同类书籍中缺少逆向设计的不足。

书中部分内容配有操作方法视频演示,可通过扫描旁边的二维码在手机中观看。

本书针对计算机辅助设计软件注重实践的特点来编写,引导读者举一反三,并对设计内容进行了拓展,适合具有 Pro/ENGINEER 基础知识又迫切需要提高应用水平的读者学习使用。书中介绍的设计技巧对于有经验的读者也有一定的借鉴作用。

本书由林建主编,参与编写及收集资料的人员还有林婷、孙潇鹏、贾文月。虽经反复检查,但书中仍难免有疏漏之处,恳请读者予以指正。

电子邮箱: fjlinjian@sina.com。

编者

2018 年 10 月

目 录

第 1 章 Creo 与三维建模基础	1	5.5 倒角	102
1.1 Creo 概况	1	习题	102
1.2 三维建模简介	2	第 6 章 特征操作	103
1.3 三维建模方法	2	6.1 阵列	103
1.4 逆向工程	3	6.2 复制	106
第 2 章 基准	4	第 7 章 装配	111
2.1 基准的作用	5	7.1 装配元件	111
2.2 各类基准	5	7.2 移动和旋转	114
第 3 章 草绘	34	第 8 章 工程图	117
3.1 草绘工具	35	8.1 基本设置	117
3.2 草绘命令	48	8.2 视图	120
3.3 尺寸驱动	54	8.3 标注及注释	124
3.4 约束	58	习题	129
习题	59	第 9 章 曲面	131
第 4 章 基础特征	62	9.1 曲面生成	131
4.1 拉伸特征	62	9.2 曲面编辑	139
4.2 旋转特征	71	第 10 章 逆向设计	145
4.3 扫描特征	75	10.1 逆向设计简介	145
4.4 螺旋扫描特征	85	10.2 数据获取	147
习题	91	10.3 样式工具	158
第 5 章 附加特征建模	94	10.4 跟踪草绘	163
5.1 孔	94	10.5 小平面特征	168
5.2 壳	98	10.6 重新造型	174
5.3 筋	98	10.7 独立几何	176
5.4 圆角	100		

第1章

Creo与三维建模基础

1.1 Creo 概况

在机械产品的设计中,往往需要将产品的模型直观地表现出来,这有助于对产品的理解、改进、加工和分析,也有助于应用计算机对产品进行更深入的分析。

Creo 软件的前身是 Pro/ENGINEER (Pro/E),是美国参数技术公司(PTC)旗下的 CAD/CAM/CAE 一体化的三维设计软件,是现今主流的 CAD/CAM/CAE 软件之一。特别是在产品设计和参数化曲面造型领域,占据重要位置,广泛应用于电子、机械、工业造型、航空航天、家电等领域。Pro/E 集零件设计、装配、工程图、钣金件设计、模具设计、NC 加工、造型设计、逆向工程、运动模拟、有限元分析等于一体,基本覆盖了产品加工的全流程。

Creo、Pro/ENGINEER 和 Wildfire 是 PTC 官方使用的软件名称,而在中国用户所使用的名称中并存着多个说法,如 ProE、Pro/E 和 Creo,都是指 Pro/ENGINEER 软件。目前该软件最高版本为 Creo Parametric 4.0。软件对数据都支持向下兼容,即新版本可以打开旧版本的文件,但旧版本无法直接打开新版本的文件。本书以 Creo Parametric 3.0(简称 Creo)进行讲解。

Pro/E 第一个提出了参数化设计的概念,并且采用了单一数据库来解决特征的相关性问题。另外,它采用模块化方式,用户可以根据自身的需要进行选择,而不必安装所有模块。Pro/E 基于特征方式,能够将设计至生产全过程集成到一起,实现并行工程设计。Pro/E 不但可以运行在图形工作站的电脑上,也可以运行在普通的计算机上。

Pro/E 采用了模块方式,可以分别进行草图绘制、零件制作、装配设计、钣金设计、加工处理等,用户可以按照自己的需要选择使用。其主要特征包括:

(1) 参数化设计。Pro/E 把产品看成几何模型,任何复杂的几何模型都可以分解成有限数量的几何特征,而每一种几何特征都可以用有限的参数完全描述出来,这就是参数化设计的基本概念。

(2) 基于特征建模。Pro/E 是基于特征的实体模型化系统,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,如筋、壳、倒角及圆角,并可以通过修改草图轻易地改变模型。这一特性给工程设计者提供了从未有过的简便和灵活。

(3) 全相关数据库。Pro/E 是建立在统一基层上的数据库,也称为单一数据库,即设计中的资料全部来自一个库,设计中的任何一处改动都可以反映在整个设计过程的相关环节上。例如,一旦三维设计图改动了,工程图也会改变,NC(数控)加工轨迹路径也会更新。这种独特的数据结构与工程设计相结合,使得设计过程得到优化。

Creo 软件包提供了大量的专业模块以面对复杂的设计需求,常用于机械设计方面的模块有:

Creo Parametric;Creo Elements/Pro(原 Pro/ENGINEER)强大的三维参数化建模功能。

Creo Illustrate;针对三维技术的插图功能,以三维图形的方式提高产品的可用性和性能。

Creo Simulate;提供工程师进行结构仿真和热能仿真分析所需的功能。

Creo Flexible Modeling Extension;柔性建模扩展。

Creo Options Modeling Extension;可配置建模扩展。

Creo Advanced Assembly Extension(AAX);高级装配扩展。

Creo ECAD-MCAD Collaboration Option;ECAD-MCAD 协作扩展。

Creo Expert Framework Extension(EFX);钢结构设计专家。

Creo Expert Moldbase Extension(EMX);塑胶模具专家。

Creo Interactive Surface Design Extension II(ISDX);自由曲面设计

1.2 三维建模简介

三维模型一般是采用多边形来表示物体,并用计算机或者其他视频设备进行显示。用三维模型表示的物体可以是实体,也可以是虚构的物体。作为点和其他信息集合的数据,三维模型可以手工生成,也可以按照一定的算法生成。

现在,三维建模已经应用于各种不同的领域。医疗行业用它制作器官的精确模型,电影行业将它应用于活动的人物、物体以及现实场景的构建,视频游戏产业用它制作计算机与视频游戏中的资源;化学领域用它构建化合物的精确模型,建筑行业用它展示建筑物或者风景。近几十年,地球科学领域也开始使用三维建模构建三维地质模型。

三维模型本身是不可见的,可以根据简单的线框在不同细节层次渲染或者用不同方法进行明暗描绘。也有许多三维模型使用纹理进行覆盖,将纹理排列放到三维模型上的过程称作纹理映射。纹理就是一个图像,它可以让模型更加细致,看起来更加真实。例如,一个人的三维模型如果带有皮肤与服装的纹理,那么看起来就比简单的单色模型或者是线框模型更加真实。有关渲染出真实感的三维模型及动画生成不在本书中进行介绍。

1.3 三维建模方法

三维建模主要有三种方法:第一种是利用三维软件建模,第二种是通过仪器设备测量实体建模,第三种是利用图像或者视频来建模。

1. 三维软件建模

这是目前常用的方法,有许多优秀的建模软件,它们的共同特点是利用一些基本的几何元素,如立方体、球体等,通过一系列几何操作,如平移、旋转、拉伸以及布尔运算等来构

建复杂的几何模型。

2. 利用仪器设备建模

三维扫描仪又称为三维数字化仪,它是目前使用的对实际物体进行三维建模的重要工具之一。它能快速方便地将真实立体的信息转换为计算机能直接处理的数字信号,为实物数字化提供了有效的手段。它不同于传统的平面扫描仪、摄像机、图形采集卡,首先,其扫描对象不是平面图案,而是立体的实物;其次,通过扫描可以获得物体表面每个采样点的三维空间坐标,彩色扫描还可以获得每个采样点的色彩;最后,它输出的不是二维图像,而是包含物体表面每个采样点的三维空间坐标和色彩信息的数字模型文件。三维扫描的数据可以直接用于 CAD 或三维动画。三维彩色扫描仪还可以输出物体表面的色彩纹理贴图。

早期用于三维扫描的是坐标测量机(CMM)。它将一个探针装在三自由度(或更多自由度)的伺服装置上,驱动探针沿三个方向移动,当探针接触物体表面时测量其在三个方向的移动,就可知道物体表面上点的三维坐标。控制探针在物体表面移动和触碰,可以完成整个表面的三维测量。其优点是测量精度高,其缺点是价格昂贵,物体形状复杂时的控制复杂,扫描速度慢,无色彩信息。

随着技术的发展,借助雷达原理发展了用激光或超声波等媒介代替探针进行深度测量。测距器向被测物体表面发出信号,依据信号的反射时间或相位变化,可以计算出物体表面点的空间位置。这种非接触式的测量因其独特的便利性逐渐得到广泛的应用。

3. 根据图像或视频建模

基于图像的建模是当前计算机图形学界一个极其活跃的研究领域。同传统的基于几何的建模相比,建模变得更快、更方便,可以获得很高的绘制速度和高度的真实感。基于图像的建模的主要目的是由二维图像恢复景物的三维几何结构。基于图像建模的方法成本低廉、真实感强、自动化程度高,因而具有广泛的应用前景。

1.4 逆向工程

逆向工程(又称逆向设计)是一种产品设计技术再现过程,即对目标产品进行逆向分析及研究,从而演绎并得出该产品的处理流程、组织结构、功能特性及技术规格等设计要素,以制作出功能相近的产品。逆向工程源于商业及军事领域中的硬件分析,其主要目的是在不能轻易获得必要的设计信息的情况下,直接从成品分析,推导出产品的设计原理。

在很多场合中,逆向工程被误认为是对知识产权的侵害,但是在实际应用中,许多传统的设计也离不开逆向工程,例如汽车造型设计、鼠标造型设计。工业界从 20 世纪 90 年代开始关注逆向工程这块领域,随着硬件技术的进步,逆向工程已从单纯的技巧性手工操作发展到采用先进的计算机及测量设备进行设计、分析、制造。逆向设计方法越来越多地应用在工程领域、医疗领域、文物修复领域,设计的精度也越来越高,已经成为一门成熟的工程技术。

第2章

基准

Creo 基准特征主要包括基准平面、基准轴、基准点、基准坐标系和基准曲线等,如图 2-1 所示。基准特征通常用来为其他特征提供定位参考,或者为零部件装配提供必要的约束参考。

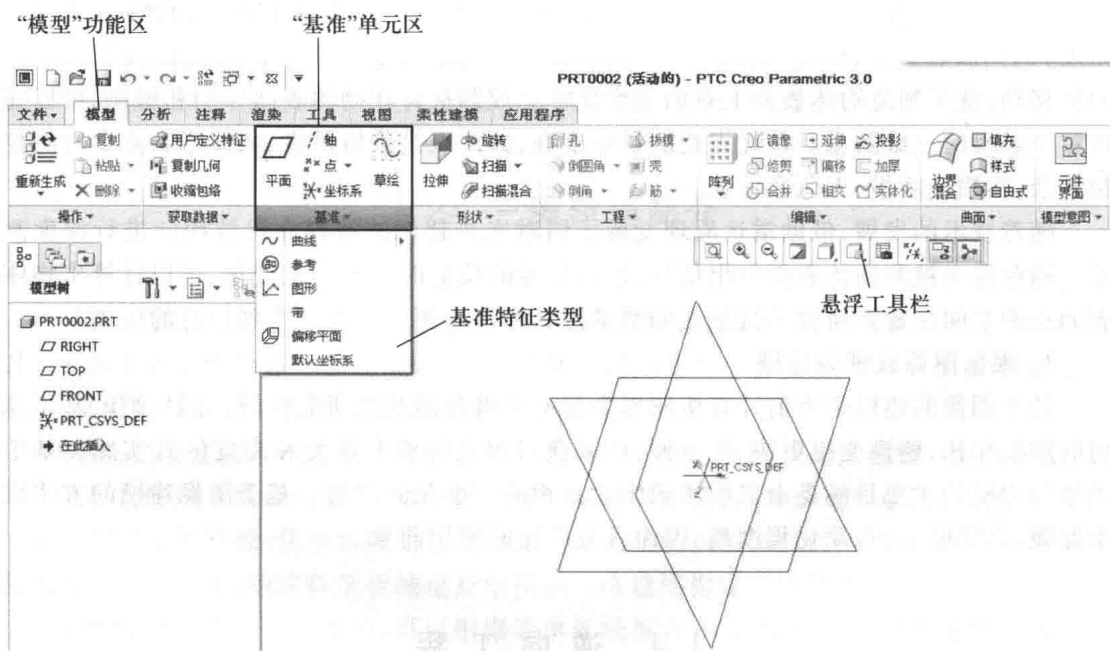


图 2-1 Creo 基准特征


鼠标左键(文中左键、右键、中键分别指鼠标的左键、右键、中键)点击图 2-1 悬浮工具栏中  (基准显示过滤器) 按钮,出现如图 2-2 所示的下拉菜单。勾选复选框“全选”,显示基准特征轴、点、坐标系、平面。需要关闭某个基准特征时,清除其对应的复选框即可,如图 2-3 所示,“平面显示”基准被关闭。也可将功能区切换到“视图”,在“显示”单元区中单击选择打开或关闭基准特征显示,如图 2-4 所示。



图 2-2 基准显示过滤器下拉菜单

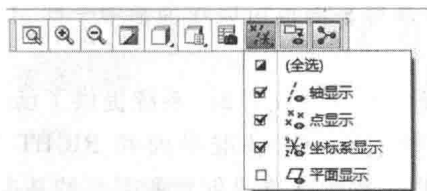


图 2-3 关闭“平面显示”基准

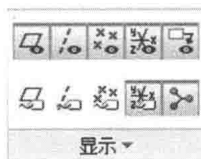


图 2-4 “显示”工具栏

2.1 基准的作用

基准特征在构建零件模型时起参考作用,它是没有任何质量和体积的几何体,这些特征不构成零件表面形状。基准平面(图 2-5)可作为特征截面绘制的参考面、模型定位的参考面和控制点、装配用参考面等。

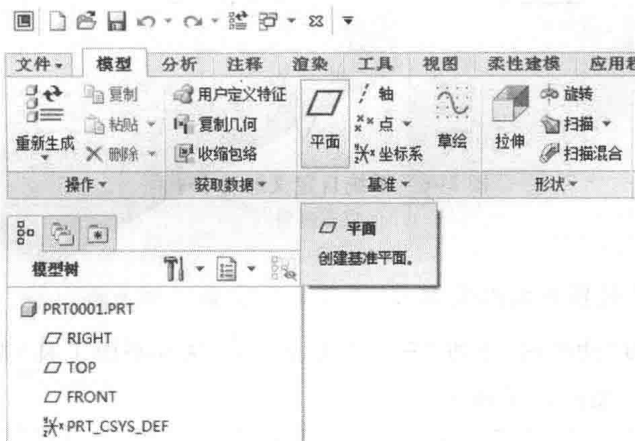


图 2-5 基准单元区按钮对应功能

提示:当创建模型基准时,将光标移动到“基准”单元区中创建基准按钮上方,系统会自动提示其功能。

2.2 各类基准

2.2.1 基准平面

基准平面也称为基准面。在创建特征时,如果模型中没有合适的草绘平面,可以创建



新的基准平面作为特征截面的草绘平面。基准平面也可以作为参考平面,在标注尺寸时,也可以根据一个基准平面来进行标注。

在新建一个使用“mmns_part_solid”模板的零件文件时,系统提供了已经定义好的三个相互垂直的基准平面,即 TOP 基准平面、FRONT 基准平面和 RIGHT 基准平面,如图 2-6 所示。在零件设计过程中,用户可以根据实际情况创建所需要的基准平面,系统将依次用 DTM1、DTM2、DTM3……作为默认名称,用户也可以修改这些新基准平面的名称。

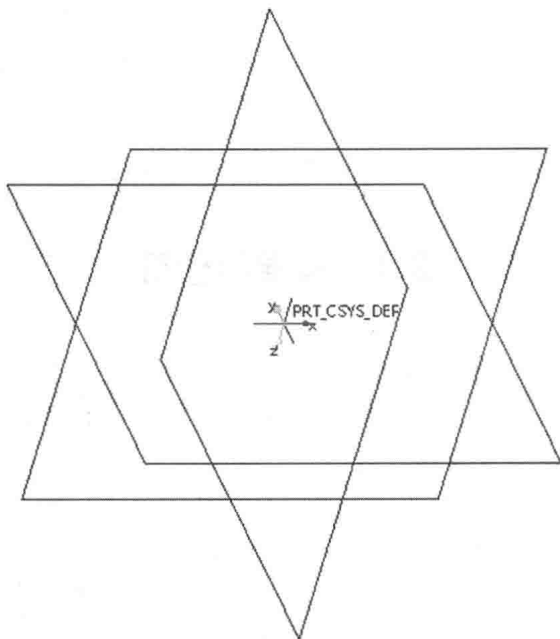



图 2-6 系统自定义的基准平面

1. 参考“平面”放置新基准平面

(1) 单击“模型”功能区“基准”单元区中的  (基准平面工具) 按钮(图 2-1),弹出“基准平面”对话框,如图 2-7 所示。

提示:将光标移动到“参考”下方的“参考”收集器框中时,屏幕会出现系统文字提示,描述相关操作,如图 2-7 所示。用户在操作过程中可以将光标移动到命令操作选项或会话框操作选项上,根据系统文字提示快速了解相关功能。

(2) 单击选取一平面,“参考”收集器中显示所选平面(显示为“曲面”)的信息,默认约束类型为“偏移”,单击“偏移”右侧下拉按钮出现约束类型下拉列表框,如图 2-8 所示。

- 偏移:在平移文本框中输入偏移值,得到新的基准平面。当输入偏移值为负值时,新的基准平面向反向偏移。

- 平行:平行于选定参考放置新基准平面。
- 垂直:垂直于选定参考放置新基准平面。
- 穿过:穿过选定参考放置新基准平面。



图 2-7 “基准平面”对话框



图 2-8 “平面”参考约束类型

(3) 在“平移”文本框中输入数值 10(系统自动显示 2 位小数位),如图 2-9 所示,单击“确定”按钮,完成新基准平面的创建。按住左键拖动模型中白色方框,可以粗略调整偏移值和偏移方向;左键双击显示的尺寸数值,也可以调整偏移值。

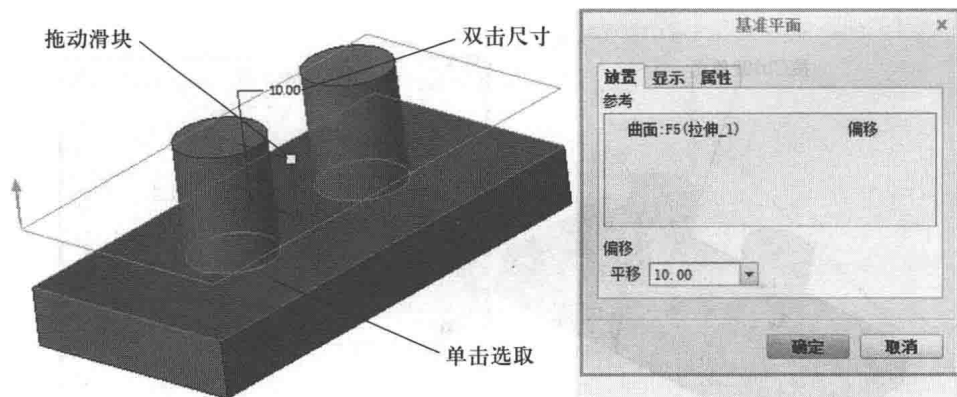



图 2-9 “偏移”约束类型创建新基准平面

2. 参考“边”放置新基准平面

(1) 单击“模型”功能区“基准”单元区中的  (基准平面工具)按钮,弹出“基准平面”对话框。

(2) 单击选取实体模型的一条边,“参考”收集器中显示选取边的信息,单击约束类型下拉按钮,从中可以选择“穿过”“垂直”约束类型,如图 2-10 所示。

(3) 当选取“边”作为参考放置新基准平面时,默认约束类型为“穿过”,此时“基准平面”对话框中的“确定”按钮为灰色,说明新的基准平面没有被完整而明确的约束。

(4) 按 Ctrl 键(可同时选择多个参考)添加选择“点”参考、“边”参考或“平面”参考,并且设置其对应的约束类型,使新基准平面被完全约束,如图 2-10、图 2-11、图 2-12 所示。单击“确定”按钮,完成新基准平面的创建。

添加“面”参考放置新基准平面时,可以得到具有角度偏移的基准平面。角度偏移值可以在“旋转”文本框中输入,也可以左键双击模型中的角度数值,改变偏移值,如图 2-13

所示。如果要修改“参考”收集器中的参考对象,将光标放在需要修改的参考对象上右键单击,出现如图 2-14 所示的快捷菜单,可以选择“移除”或“全部移除”参考对象,然后重新添加。

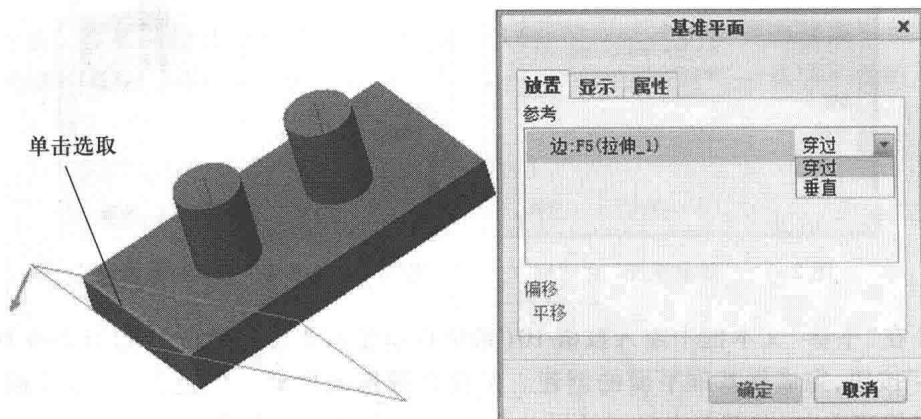


图 2-10 “边”参考约束类型

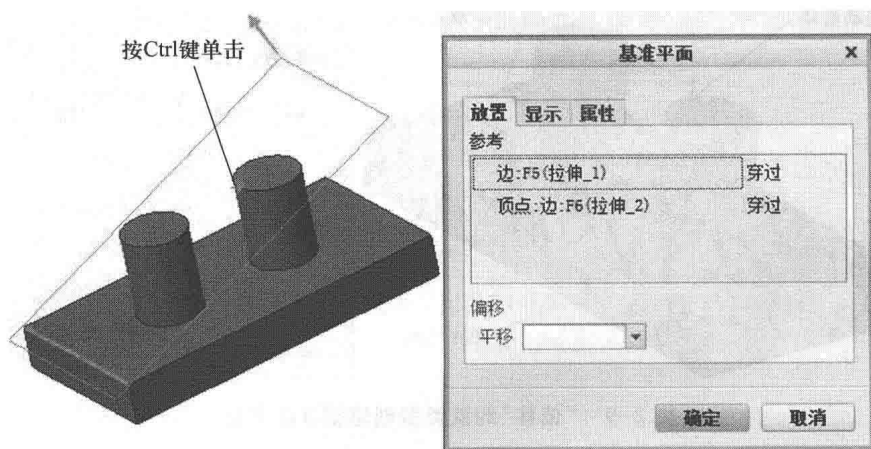


图 2-11 添加“点”参考放置新基准平面

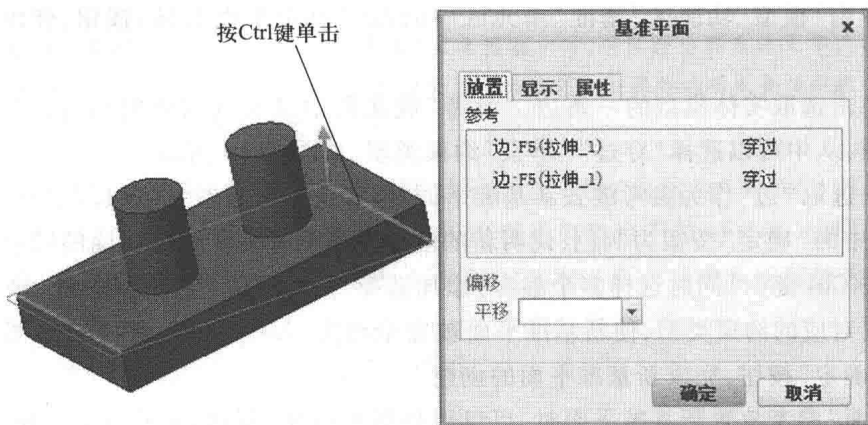


图 2-12 添加“边”参考放置新基准平面

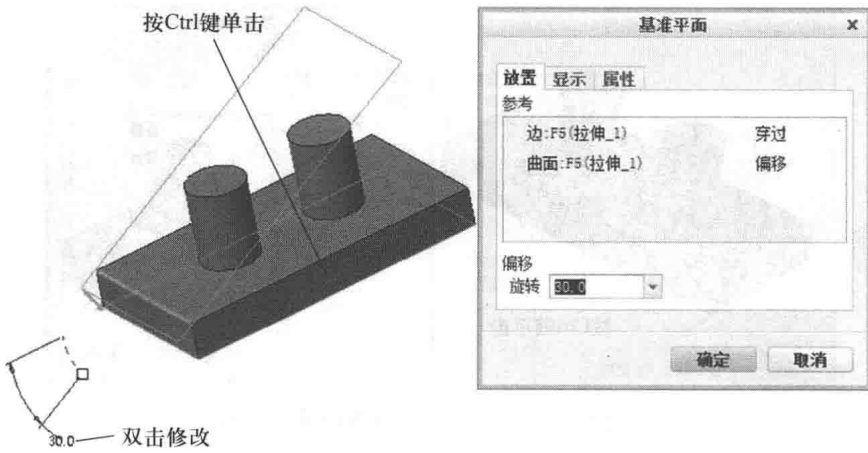


图 2-13 添加“平面”参考放置新基准平面

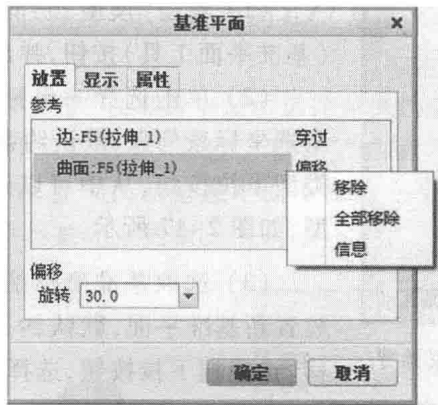


图 2-14 “参考”收集器中的参考对象

(5) 在第(3)步操作时选取“边”作为参考,约束类型为“穿过”放置新基准平面,新的基准平面不能被完整约束。按 Ctrl 键添加选择“点”参考或“边”参考并设置其相应的约束类型,使新基准平面完全被约束,如图 2-15、图 2-16 所示。单击“确定”按钮,完成新基准平面的创建。

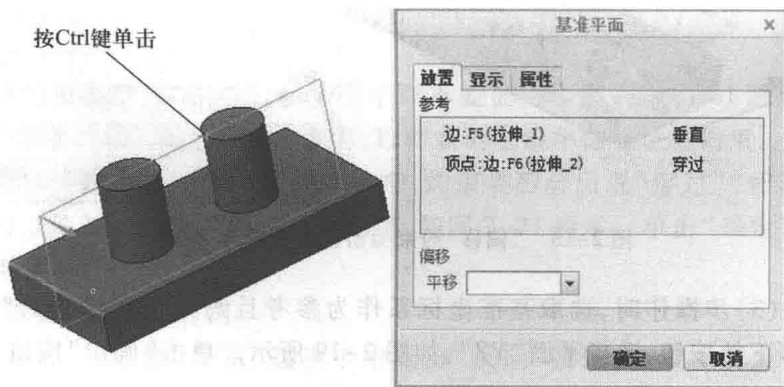


图 2-15 添加“点”参考放置新基准平面

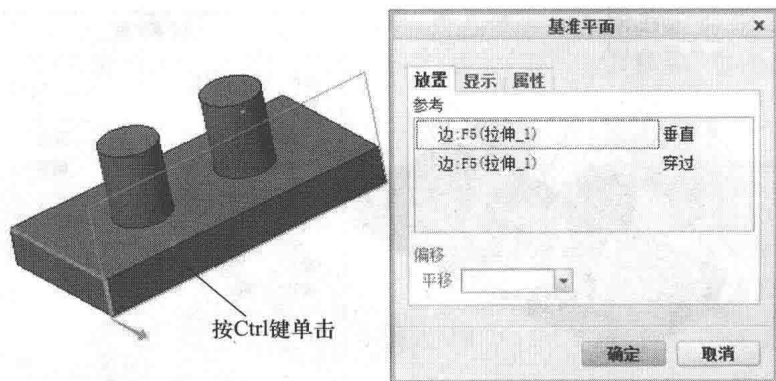


图 2-16 添加“边”参考放置新基准平面

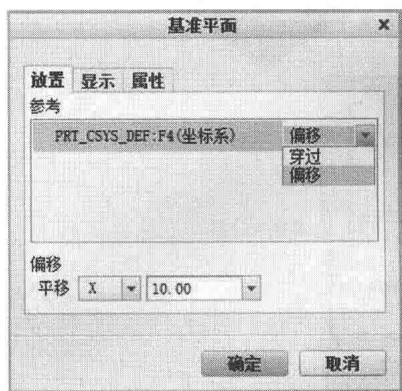




图 2-17 “坐标系”参考约束类型

3. 参考“坐标系”放置新基准平面

(1) 单击“模型”功能区“基准”单元区中的  (基准平面工具)按钮,弹出“基准平面”对话框。

(2) 单击选择一坐标系,“参考”收集器中显示所选坐标系信息,默认约束类型为“穿过”,单击约束类型下拉按钮,从中可以选择“穿过”“偏移”约束类型,如图 2-17 所示。

(3) 选取基准坐标系  *PRT_CSYS_DEF 作为参考放置新基准平面,默认约束类型为“偏移”,单击“平移”选择框下拉按钮,选择偏移方向“Y”,在其后文本

框中输入偏移值 20,得到新的基准平面,如图 2-18 所示。单击“确定”按钮,完成新基准平面的创建。

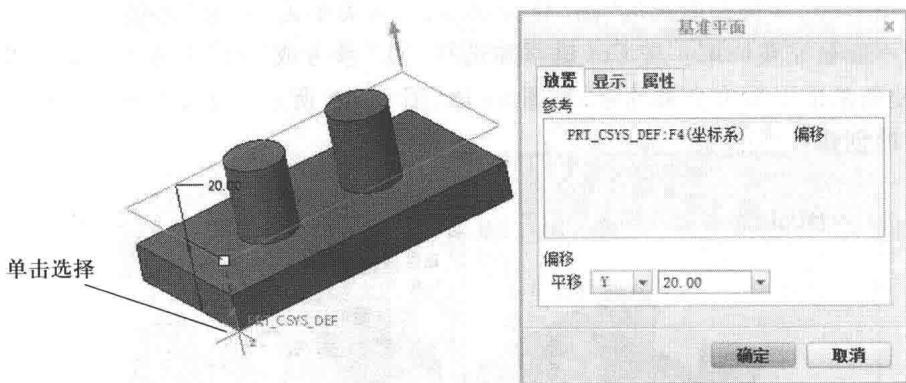


图 2-18 “偏移”约束类型创建新基准平面

(4) 在第(3)步操作时,选取基准坐标系作为参考且约束类型设置为“穿过”,单击“平面”选择框下拉按钮,选择平面“YZ”,如图 2-19 所示。单击“确定”按钮,完成新基准平面的创建。

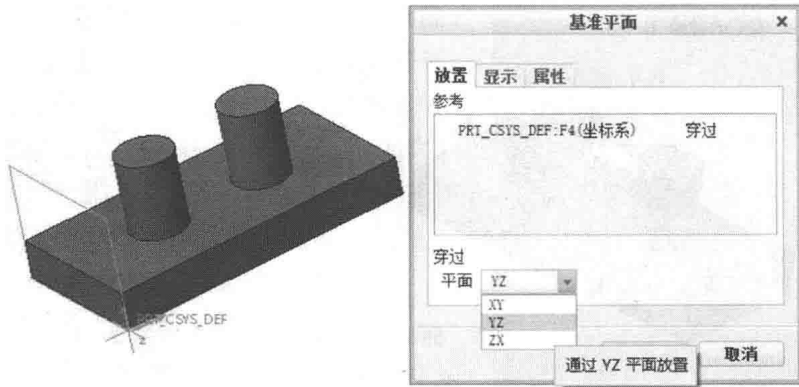



图 2-19 “穿过”约束类型创建新基准平面

4. 参考“曲面”放置新基准平面

(1) 单击“模型”功能区“基准”单元区中的  (基准平面工具)按钮,弹出“基准平面”对话框。

(2) 单击选择一曲面,“参考”收集器中显示选择曲面信息,默认约束类型为“穿过”,单击约束类型下拉按钮,从中可以选择“穿过”“垂直”“相切”约束类型,如图 2-20 所示。选择约束类型为“穿过”或“垂直”时,新基准平面不能被完全约束,需要按 Ctrl 键添加选择其他参考对象使新基准平面被完全约束。

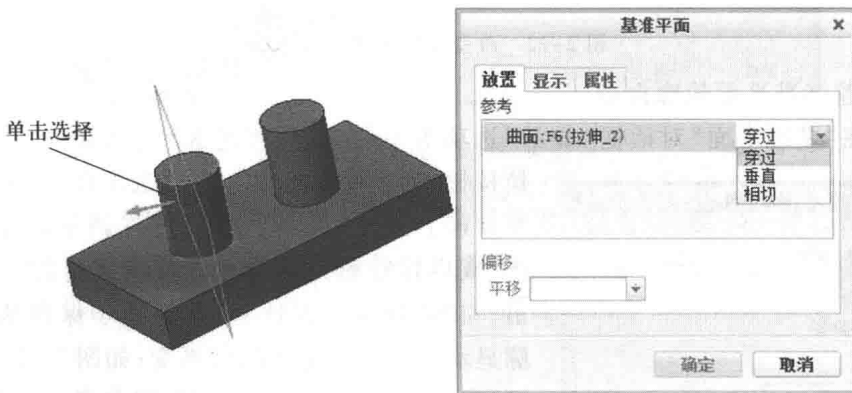


图 2-20 “曲面”参考放置新基准平面

(3) 选择约束类型为“相切”,新基准平面不能被完全约束,按 Ctrl 键添加选择“点”参考、“曲面”参考、“轴”参考或“边”参考,以使新的基准平面完全被约束。

(4) 按 Ctrl 键添加选择“曲面”作为参考,约束类型会出现“穿过”“相切”,选择任一约束类型都可以使新的基准平面完全被约束,如图 2-21 所示。单击“确定”按钮,完成新基准平面的创建。

5. 控制基准平面法向方向

在“基准平面”对话框“显示”选项卡中点击“反向”按钮,或者在模型中单击方向箭头,均可将基准平面法向方向改变为另一侧,如图 2-22 所示。

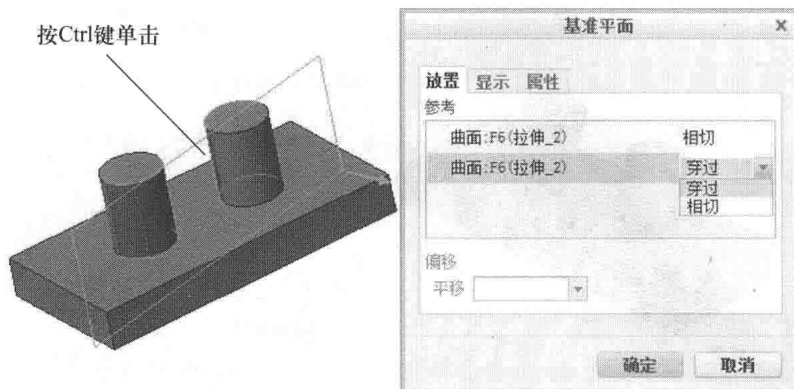


图 2-21 添加“曲面”参考放置新基准平面

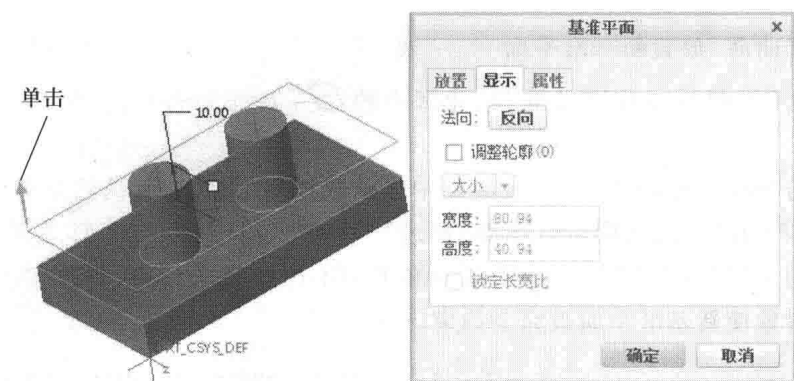


图 2-22 改变基准平面法向方向

6. 调整基准平面轮廓大小

(1) 在“基准平面”对话框“显示”选项卡中勾选“调整轮廓”复选框,单击“大小”下拉按钮,列表框中出现“大小”选项和“参考”选项。



图 2-23 调整基准平面轮廓大小

(2) 选择“大小”选项,允许调整基准平面的大小,或将其轮廓显示尺寸调整到指定的宽度和高度值;勾选“锁定长宽比”复选框用于保持基准平面轮廓显示的高度和宽度比例不变,如图 2-23 所示。选择“参考”选项时,允许根据选定参考(如零件、特征、边、轴和曲面)调整基准平面大小。

7. 修改基准平面名称

在“基准平面”对话框“属性”选项卡中单击“名称”文本框,为基准平面设置一个新名称,如图 2-24 所示;或者在模型树中左键双击相应基准平面的名称进行修改。

2.2.2 基准轴

基准轴可以作为创建特征的参考,常用于创建基准平面、定义同轴放置项目和创建径向阵列。基准轴的产生分为两种情况:一是基准轴作为一个独立特征来创建,显示在左侧

