

Pro/E 三维机械设计 实例教程

葛正浩 胡志刚 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书采用 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 版本，以三维机械设计为主线，精选了典型的机械产品作为实例，详细讲解了 Pro/E 三维机械设计的操作思路与技巧。

本书内容实用，在讲解 Pro/E 三维机械设计时，首先给出设计目的，提出主要知识点，然后给出具体的设计步骤。在介绍设计过程时，注重实用技巧，以有助于培养读者使用 Pro/E 解决实际设计问题的能力。书中的每个实例都有详细的操作步骤，图文并茂，随书光盘配有 part 文件，供读者实战练习。

本书可作为机械设计人员学习基于 Pro/E 进行机械设计入门与提高的书籍，也可作为大专院校机械专业师生的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

Pro/E 三维机械设计实例教程 / 葛正浩, 胡志刚
编著. 北京: 化学工业出版社, 2007.8
ISBN 978-7-122-00889-3

I. P… II. ①葛…②胡… III. 机械设计:
计算机辅助设计-应用软件, Pro/ENGINEER
Wildfire 3.0-教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 115881 号

责任编辑: 李军亮 张兴辉
责任校对: 王素芹

装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市延风装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 14½ 字数 364 千字 2007 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

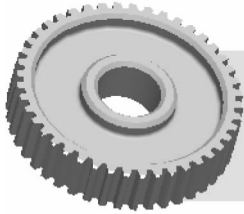
购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 32.00 元

版权所有 违者必究



前言

Pro/E 软件是 PTC 公司基于单一数据库、参数化、特征、全相关及工程数据再利用等概念基础上开发出的一个功能强大的 CAD/CAE/CAM 软件,它可将产品从设计到生产加工的过程集成在一起,让所有用户同时进行同一产品的设计与制造工作。

Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 是 2006 年正式发布的新版本软件。为了使读者能够在较短的时间内熟悉并应用 Pro/E 3.0 的操作及各种功能工具,熟练地进行三维机械设计,笔者编写了本书。通过本书实例的练习,使读者在了解 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 强大功能的同时,可以很快地建立模型设计的概念。让读者在实战环境中学习使用软件的功能和应用技巧,并能够举一反三,从容应对复杂的设计任务。

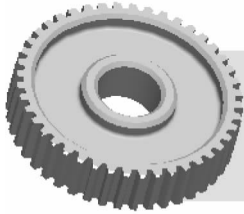
本书各章节的内容,从易到难,由浅入深,将应用技巧和实用知识融合到典型实例中。第 1 章主要介绍了 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 三维零件及装配设计的概念及原理。第 2 章介绍气行程阀的设计,从中介绍了螺纹、阵列、环形弯折、装配的设计过程及其设计技巧。第 3 章介绍了转子泵设计。第 4 章介绍落料冲孔连续模设计,使读者了解了一些模具方面的知识,并简单介绍了工程图的生成。第 5 章通过减速箱的设计,讲解了齿轮和箱体的设计过程,从而掌握该软件的一些高级功能。在每一个实例中,首先给出设计目的,提出主要知识点,然后给出具体的设计步骤。在介绍设计过程时,注重实用技巧。这样的结构编排有助于培养读者使用 Pro/E 的逻辑思考方式,提高使用 Pro/E 解决实际设计问题的能力。

本书可作为机械设计人员学习基于 Pro/E 进行三维机械设计的实践与提高的书籍,也可作为机械类专业师生 CAD 课程的教材或教学参考书。

本书由葛正浩负责第 1~4 章的编写,胡志刚负责第 5 章的编写。参加编写的还有朱晔、贾娟娟、唐小云、韩小伟、丁英杰、厉成龙、梁江波等。

由于作者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者批评指正。

编著者



目 录

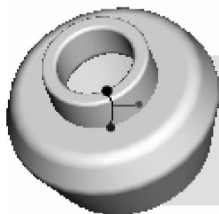
■ 第 1 章 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 三维零件及装配设计	1
1.1 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 简介	1
1.1.1 Pro/E Wildfire 3.0 主要功能模块	1
1.1.2 Pro/E Wildfire 3.0 新增功能	2
1.1.3 Pro/E Wildfire 3.0 中文版用户界面简介	3
1.2 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 三维零件设计	5
1.2.1 Pro/E Wildfire 3.0 三维零件设计的基本原理	6
1.2.2 设置草绘平面	6
1.2.3 设置参考平面	7
1.2.4 特征的产生方向	8
1.3 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 三维装配设计	9
1.3.1 装配设计及其实现过程与方法	9
1.3.2 装配零件的空间定位约束	9
■ 第 2 章 气动行程阀设计	13
2.1 阀体零件设计	13
2.1.1 设计思路及实现方法	13
2.1.2 设计过程	13
2.2 阀芯零件设计	18
2.2.1 设计思路及实现方法	18
2.2.2 设计过程	19
2.3 接头零件设计	19
2.3.1 设计思路及实现方法	19
2.3.2 设计过程	20
2.4 底螺母零件设计	22
2.4.1 设计思路及实现方法	22
2.4.2 设计过程	22
2.5 气动行程阀的装配设计	26
2.5.1 设计思路及实现方法	26
2.5.2 装配设计过程	26
■ 第 3 章 转子泵设计	33
3.1 泵体零件设计	35

3.1.1	设计思路及实现方法	36
3.1.2	设计过程	36
3.2	转子零件设计	49
3.2.1	设计思路及实现方法	49
3.2.2	设计过程	49
3.3	泵盖零件设计	52
3.3.1	设计思路及实现方法	52
3.3.2	设计过程	52
3.4	衬套零件设计	59
3.4.1	设计思路及实现方法	59
3.4.2	设计过程	59
3.5	带轮零件设计	62
3.5.1	设计思路及实现方法	62
3.5.2	设计过程	62
3.6	压盖螺母零件设计	65
3.6.1	设计思路及实现方法	65
3.6.2	设计过程	65
3.7	轴零件设计	69
3.7.1	设计思路及实现方法	69
3.7.2	设计过程	69
3.8	垫片零件设计	71
3.8.1	设计思路及实现方法	72
3.8.2	设计过程	72
3.9	填料压盖零件设计	74
3.9.1	设计思路及实现方法	74
3.9.2	设计过程	74
3.10	叶片零件设计	75
3.10.1	设计思路及实现方法	75
3.10.2	设计过程	75
3.11	转子泵装配设计	76
3.11.1	设计思路及实现方法	76
3.11.2	装配设计过程	77
■ 第4章	落料冲孔连续模设计	85
4.1	凹模零件设计	85
4.1.1	设计思路及实现方法	85
4.1.2	设计过程	85
4.2	异形凸模零件设计	88
4.2.1	设计思路及实现方法	88
4.2.2	设计过程	88

4.3	卸料板零件设计	89
4.3.1	设计思路及实现方法	89
4.3.2	设计过程	90
4.4	落料冲孔连续模装配设计	93
4.4.1	设计思路及实现方法	93
4.4.2	装配设计过程	93
4.5	生成工程图	107
4.5.1	生成装配图	107
4.5.2	生成零件图	108
5	第5章 减速箱设计	113
5.1	下箱体设计	114
5.1.1	设计思路及实现方法	115
5.1.2	下箱体设计过程	115
5.2	反光片设计	142
5.2.1	设计思路及实现方法	142
5.2.2	反光片设计过程	142
5.3	垫片设计	145
5.3.1	设计思路及实现方法	145
5.3.2	垫片设计过程	145
5.4	油面指示片设计	147
5.4.1	设计思路及实现方法	148
5.4.2	油面指示片设计过程	148
5.5	小盖设计	150
5.5.1	设计思路及实现方法	150
5.5.2	小盖设计过程	150
5.6	垫片7设计	153
5.6.1	设计思路及实现方法	153
5.6.2	垫片7设计过程	153
5.7	小盖8设计	154
5.7.1	设计思路及实现方法	155
5.7.2	小盖8设计过程	155
5.8	通气塞设计	156
5.8.1	设计思路及实现方法	156
5.8.2	通气塞的设计过程	156
5.9	上箱盖设计	163
5.9.1	设计思路及实现方法	163
5.9.2	上箱盖设计过程	163
5.10	螺塞设计	183
5.10.1	设计思路及实现方法	183

5.10.2	螺塞设计过程	183
5.11	齿轮设计	186
5.11.1	设计思路及实现方法	186
5.11.2	齿轮设计过程	187
5.12	套筒设计	191
5.12.1	设计思路及实现方法	191
5.12.2	套筒设计过程	191
5.13	轴设计	191
5.13.1	设计思路及实现方法	192
5.13.2	轴的设计过程	192
5.14	齿轮轴设计	194
5.14.1	设计思路及实现方法	195
5.14.2	齿轮轴设计过程	195
5.15	端盖 23 设计	203
5.15.1	设计思路及实现方法	203
5.15.2	端盖 23 设计过程	203
5.16	调整环设计	205
5.16.1	设计思路及实现方法	205
5.16.2	调整环设计过程	205
5.17	端盖 26 设计	206
5.17.1	设计思路及实现方法	206
5.17.2	端盖 26 设计过程	206
5.18	挡油环设计	206
5.18.1	设计思路及实现方法	206
5.18.2	挡油环设计过程	207
5.19	端盖 31 设计	207
5.19.1	设计思路及实现方法	207
5.19.2	端盖 31 设计过程	207
5.20	端盖 34 设计	209
5.20.1	设计思路及实现方法	209
5.20.2	端盖 34 设计过程	209
5.21	调整环 35 设计	210
5.21.1	设计思路及实现方法	210
5.21.2	调整环设计过程	210
5.22	减速箱装配设计	211
5.22.1	设计思路及实现方法	211
5.22.2	装配设计过程	211

第 1 章



Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 三维零件及装配设计

1.1 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 简介

在 CAD/CAM 领域, Pro/ENGINEER (简称 Pro/E) 与 AutoCAD、CATIA、UG 等软件一直是广大用户所熟知的设计软件。2006 年 4 月, PTC 公司在中国内地推出第四代 CAD 产品—Pro/ENGINEER Wildfire 3.0, 和以前版本的 Pro/E 相比, 不仅在操作界面上更简单易用、美观, 功能上更强大, 互联互通, 而且工作更快速, 更智能。

Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 是美国 PTC 公司推出的最新版本工程设计软件, 它蕴涵了丰富的实践, 提高了效率, 可以帮助用户更快、更轻松地完成工作。该版本是 PTC 公司有史以来质量最高的 Pro/ENGINEER 新版本。包含了从概念设计到详细设计直到最后加工的很多模块, 它创建了新的 MCAD 典范, 是一种解决方案而不仅是软件, 与以往的 CAD 产品相比, 它更侧重于产品设计和协同, 侧重于产品生命周期中的控制管理, 对于企业用户, 它可以大大提高产品质量, 缩短设计制造周期, 保证产品多样化。同时, Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 也继承了 PTC 公司前几代 CAD 产品的基本特征: 采用参数化设计、特征建模、全数据相关和单一集成数据库, 对于大多数 Pro/E 用户, 相信对于这些特征并不陌生, 在许多的 Pro/E 学习书籍中也都有过介绍, 在此不再赘述。本节主要从两方面介绍 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 系统: 主要功能模块和新增系统功能。

1.1.1 Pro/E Wildfire 3.0 主要功能模块

Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 是一个大型软件包, 支持并行工作和协同工作, 是一个应用广泛、功能强大的 CAD/CAE/CAM 工程设计软件, 它将产品从设计到生产加工的过程集成在一起, 并且能够实现所有用户同时参与同一产品的设计与制造工作。

Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 系统由以下六大主模块组成: 工业设计 (CAID) 模块、机械设计 (CAD) 模块、功能仿真 (CAE) 模块、制造 (CAM) 模块、数据管理 (PDM) 模块和数据交换 (Geometry Translator) 模块。这些主模块又包含了许多不同的子模块, 每种子模块可完成不同的设计、分析和制造功能, 在此无法将每种子模块的功能一一给出, 下面主要就机械设计 (CAD) 模块和制造 (CAM) 模块中用户经常使用的一些功能模块做一简单介绍。

① 实体装配模块 (Pro/ASSEMBLY) 实体装配模块是一个参数化组装管理系统, 用户可采用自定义手段去生成一组组装系列并可自动地更换零件。同时生成的装配模型包含的零件数目没有限制, 因此可用来构造和管理大型复杂的模型; 并且装配体可以按不同的详细程度来表示, 从而使用户可以对某些特定部件或者子装配体进行研究, 而能够保证整个产品的设计意图不变。

② 电路设计模块 (Pro/CABLING) 电路设计模块提供了一个全面的电缆布线功能, 它



为在 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 的部件内设计三维电缆和导线束提供了一个综合性的电缆铺设功能包。用户进行三维电缆铺设时，可在设计和组装机电装置时同时进行，并能对机械与电缆空间进行优化设计。

③ 曲面设计模块 (Pro/SURFACE) 曲面设计模块为用户提供了各种不同的方法来创建各种类型的曲面或形状复杂的零件。设计人员在此模块中可直接对 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 中任一实体零件的几何外形和自由形式的曲面进行有效的开发, 或者直接开发整个的曲面模型, 其主要的过程为: 创建数个单独的曲面, 对曲面进行裁减、合并等操作, 最后将曲面或面组转化为实体零件。

④ 特征模块 (Pro/FEATURE) 特征模块扩展了在 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 内的有效特征, 包括用户定义的习惯特征, 如各种弯面造型 (Profited Domes)、零件抽空 (Shells)、三维式扫描造型功能 (3D Sweep)、多截面造型功能 (Blending) 等。通过将 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 多种特征组合在一起, 可以又快又方便地生成用户自定义特征。另外, Pro/FEATURE 具有从零件上一个位置到另一个位置复制特征或组合特征的能力, 以及镜像复制生成带有复杂雕刻轮廓的实体模型。

⑤ 模具设计模块 (Pro/MOLDESIGN) 模具设计模块主要用于设计模具部件和进行模板组装。在此模块中用户可方便地创建模具型腔几何外形; 产生模具模芯和腔体; 产生精加工的塑料零件和完整的模具装配体文件; 自动生成模架、冷却水道、顶出杆和分型面; 在模具打开过程中检测元件是否干涉; 分析设计零件是否可塑; 对问题区域进行检测和修复等。

⑥ 钣金设计模块 (Pro/SHEETMETAL) 钣金设计模块为用户提供了专业工具来设计和制造钣金部件。跟实体零件模型一样, 钣金件模型的各种结构也是以特征的形式进行创建的。在此模块中用户可以创建钣金壁, 添加其他实体特征, 创建钣金冲孔和切口, 进行钣金折弯和展开, 最终生成钣金件的工程图。

⑦ 制造模块 (Pro/MANUFACTURING) 制造模块支持高速加工及专业化加工, 能够产生生产过程规划、刀具轨迹, 能根据用户需要产生生产规划, 做出时间上、价格上及成本上的估计。通过 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 中的制造模块能够实现将生产过程、生产规划与设计造型连接起来, 所以任何在设计上的改变, 软件也能自动地将已做过的生产上的程序和资料自动地重新产生, 而无需用户手动修改。它将具备完整关联性的 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 产品线延伸至加工制造的工作环境里, 允许用户采用参数化的方法去定义数值控制 (NC) 工具路径, 凭此才可将 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 生成的实体模型进行加工, 这些信息接着作后期处理, 产生驱动 NC 器件所需的编码。

⑧ NC 仿真模块 (Pro/NC-CHECK) 在此模块中, 通过对 NC 操作进行仿真, 可以帮助制造工程人员优化制造过程, 减少废品和再加工。在加工和操作开始以前, 让用户检查干涉情况和验证零件切割的各种关系, 以保证加工过程的顺利进行。

1.1.2 Pro/E Wildfire 3.0 新增功能

PTC 公司新推出的 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 与以前的版本相比在整个产品开发过程中提高个人效率和流程效率方面提出了很好的解决方案。下面将 3.0 新版本中的新增功能作一简单的介绍。

(1) Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 新版本中用于提高个人效率的新增功能

① 快速草绘工具 草绘工作流程经过重新设计, 减少了使用和退出草绘环境所需的点击菜单次数, 这一效率的提高减少了创建和修改特征的总体用时。利用新的草绘器调色板,



使用和重复使用常见截面的速度大大加快，从而将创建标准截面的总体时间缩短了 55%。在修改大型的复杂草绘时，性能提高 80% 之多。

② 快速装配 随着大多数产品变得越来越高级和复杂，Pro/E 野火版 3.0 具有熟悉的用户界面，简化了装配过程，使装配元件的速度最快达到原来的 5 倍。通过新的多线程组件检索和增加的对 Windows 64 位操作系统的支持，不仅能够以更快的速度将信息输入 Pro/E 中，而且能够在 Pro/E 进程中处理更多的信息。

③ 快速制图 这一给传统 2D 视图增加着色视图的功能，有助于快速阐明设计概念和清除含糊内容。此外，Pro/E 野火版 3.0 还通过自动完成很多冗长的工程图任务（例如反向箭头、对齐尺寸和缩放工程图视图），加快了工程图的创建，生产用图的创建速度比以前的 Pro/E 版本提高了 60% 之多。

④ 快速钣金设计 现代化的更加一致的用户界面使得钣金件的创建和修改更加容易。Pro/E 中的钣金件特征现在能够“理解”设计人员的设计意图，会自动添加必要的几何体，使设计者快速完成设计。通过改进，创建钣金件特征的速度可提高 90%，特征总数可减少 90%。

⑤ 快速 CAM 更新了加工用户界面，现在更加直观并与 Pro/E 的其他界面更一致。另外，工具管理器采用了现代化的、熟悉的新用户界面，使得寻找工作所需的恰当刀具更加容易、快捷。这些提高效率的增强功能将会使创建制造几何的速度提高 3 倍之多。

(2) 流程效率是 Pro/E 野火版 3.0 改进的第二个方面

① 智能流程向导 系统新增的可自定义流程向导蕴涵了丰富的专家知识，它能让公司针对不同流程来选用专家的最佳实践和解决方案。

② 智能模型 Pro/E 野火版 3.0 提供了更多用于生成 3D 工程图的功能，而且还可以将制造过程信息嵌入 3D 设计模型中，从而推进首选的制造过程，促进设计的可制造性。该功能让用户根据制造流程比较轻松地完成设计，并有助于形成最佳实践。

③ 智能共享 新推出的便携式工作空间可以记录所有修改过、未修改过和新建的文件，它可以简化离线访问 CAD 数据工作，有助于改进与外部合作伙伴的协作。

④ 与 Windchill®和 Pro/INTRALINK®的智能互操作性 重要项目的自动报告、项目只有发生变更时才快速检出以及模型树中新增的报告数据库状态的状态栏，提供了一个高效的信息访问过程。

1.1.3 Pro/E Wildfire 3.0 中文版用户界面简介

启动 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 中文版，出现如图 1-1 所示的用户界面。

它由视窗标题栏、菜单栏、工具栏、信息区、导航区、嵌入的 Web 浏览器、图形区和提示区组成，下面简单介绍一下这些组成部分的主要功能。

① 视窗标题栏 该标题栏显示打开文件的名称，其中“活动的”是针对绘图区而言的当前窗口。

② 菜单栏 包括了文件的创建、保存；模型的生成、编辑、修改、查询；绘图环境、用户界面的设置等所有关于用 Pro/E 3.0 生成、分析、检测三维实体模型的命令。用户打开的模块不同，得到的菜单栏也会有所不同。另外根据使用需要，用户还可通过添加图标到菜单中或从菜单中删除已有的命令来定制菜单栏。

③ 工具栏 工具栏是菜单命令的快速实现，其中的命令按钮为快速操作图形文件及设置工作环境提供了极大的方便，很多操作命令可通过直接点选其中的图标按钮来实现，并且用户可制定符合自身需要的工具栏，从而大大提高工作的效率。



图 1-1 “Pro/E Wildfire 3.0” 用户界面



④ 信息区 执行与当前窗口相关工作的所有信息都显示在信息区。信息区有一个可见的边界，将其与窗口的图形区分开，为了增加或减少可见消息行的数量，在框格上按住鼠标左键，将鼠标移动到期望的位置即可。通过信息区上的标准滚动条用户可以浏览过去的信息。一般将常见的信息分为五类：（提示）、（信息）、（警告提示）、（出错提示）、（危险提示）。

⑤ 导航区 导航区位于 Pro/E 3.0 用户主窗口的左侧。其中包括“模型树”、“文件夹浏览器”、“收藏夹”和“连接”选项卡。用户选择不同的选项卡，在下面的导航区窗口中就会得到不同的内容。通过操作导航区中的选项，用户可以方便的实现许多功能，如通过“文件夹浏览器”，可方便的打开、保存或发送文件，通过“连接”，可快速打开需要的 Internet 服务。

⑥ 嵌入的 Web 浏览器 启动 Pro/E 3.0 软件后，用户所见的界面是含有嵌入的 Web 浏览器，它位于主窗口的右侧，用户通过此 Web 浏览器可对内部或外部的网站进行访问，此时图



形区隐藏。

⑦ 图形区 进入 Pro/E 3.0 界面后, 单击  或  按钮, 进入实体建模操作界面, 如图 1-2 所示, 此时嵌入的 Web 浏览器隐藏, 主窗口右侧显示为用户的当前绘图区, 它是用户创建零件、特征等图形的显示区, 在此用户可直接观测到使用各种命令生成的二维图形或三维实体模型。

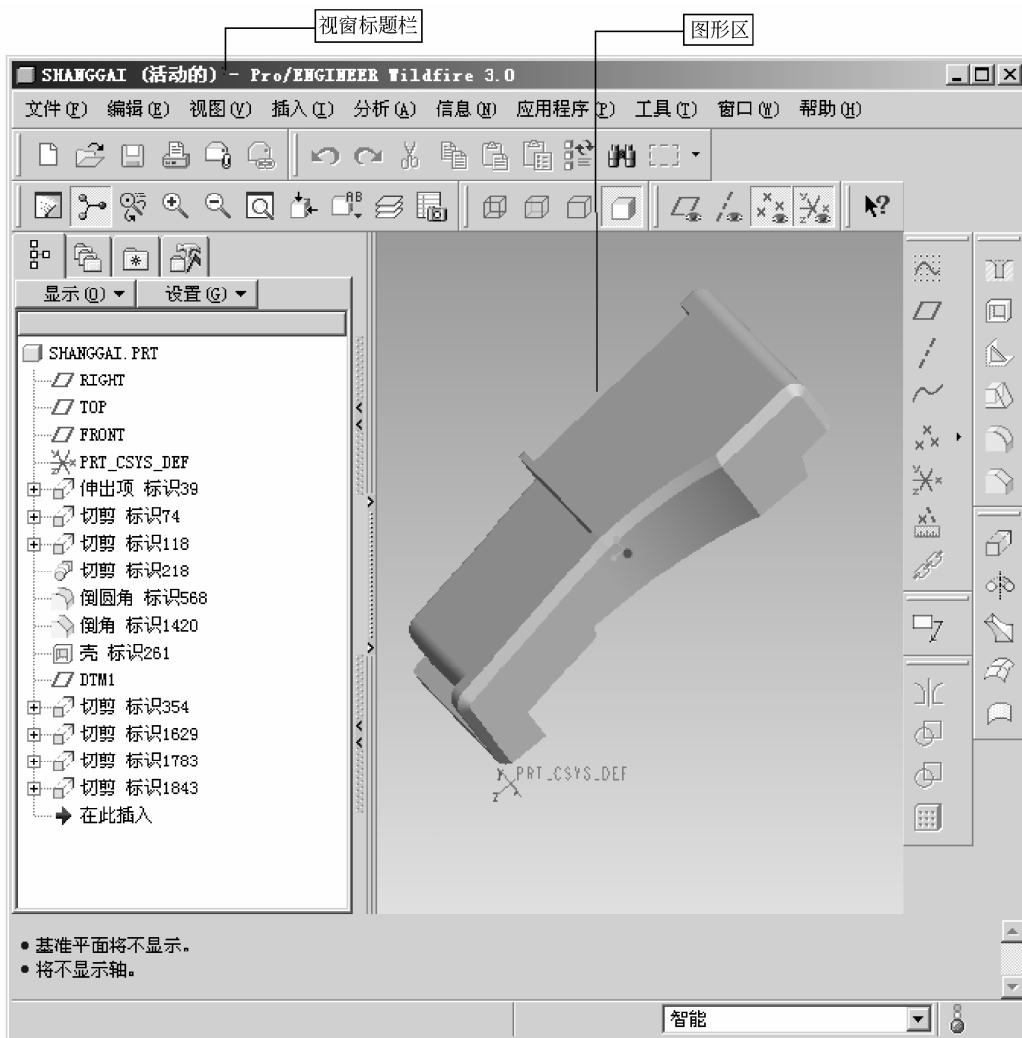


图 1-2 实体建模操作界面

⑧ 提示区 当鼠标指向菜单名、命令、工具栏按钮等项目时, 在 Pro/E 3.0 主窗口的最下方, 会出现相关命令的简要说明。

1.2 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 三维零件设计

Pro/E Wildfire 3.0 最重要的特点就是其强大的三维零件设计功能, 与二维平面设计相比, 三维建模要复杂得多。这是因为三维实体在空间上更加富于变化, 三维实体的特征更加丰富, 更不容易表达清楚。在正式开始三维实体建模之前, 首先向读者介绍几个相关的基本问题。



1.2.1 Pro/E Wildfire 3.0 三维零件设计的基本原理

无论是创建实体特征还是曲面特征，都不能脱离二维平面草绘。三维实体建模与二维平面草绘息息相关，二维草绘是大多数三维实体造型中的关键步骤。三维建模时一般都需要绘制草绘剖面，然后由草绘剖面生成三维实体特征。

图 1-3 所示是拉伸实体特征的建立过程。图 1-3 (a) 所示是二维草绘平面，由图 1-3 (b) 可知，该草绘平面实际上是基础实体特征上的一个表面，图 1-3-1 (c) 所示的箭头方向就是由草绘剖面建立拉伸实体特征时特征的生成方向，图 1-3 (d) 所示是最后生成的拉伸实体特征。

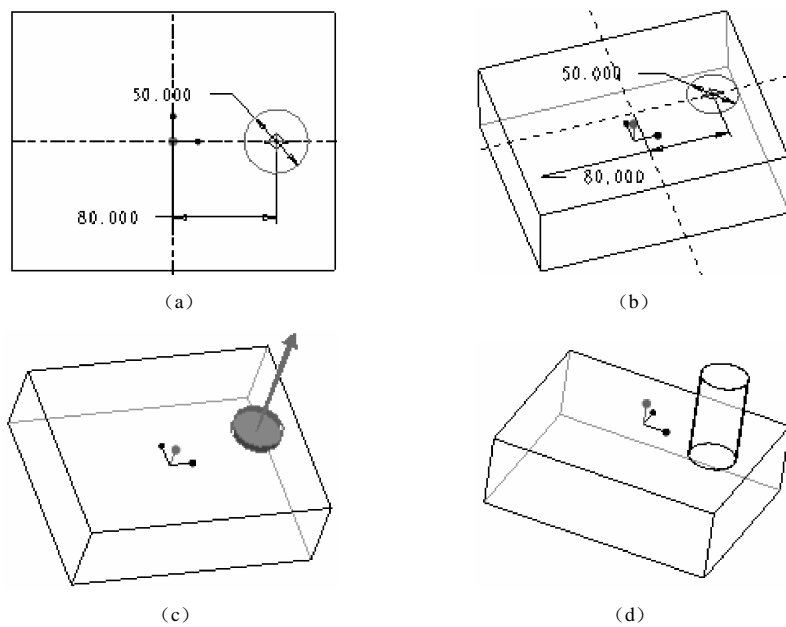


图 1-3 拉伸实体特征的建立过程

1.2.2 设置草绘平面

在二维草绘时，需要一个草绘平面。在简单二维草绘的过程中，对草绘平面没有严格的要求，只需在系统提供的区域之内进行草图绘制即可。但是在创建三维实体特征时，由于各特征之间存在错综复杂的位置关系，选取和设定草绘平面已经成为设计中的重要步骤，正确选取和设定草绘平面是设计成功的重要条件。

在使用 Pro/E Wildfire 3.0 进行三维建模设计时，有以下 3 种草绘平面选取方式。

(1) 选取系统提供的标准基准平面作为草绘平面

在生成基础实体特征之前，系统提供 3 个互相正交的基准平面作为标准基准平面，它们分别被命名为 TOP、FRONT 和 RIGHT。从零开始进行三维建模工作时，通常选取标准基准平面中的一个作为草绘平面，图 1-4 所示为标准基准平面。

(2) 使用基础实体特征上的表面作为草绘平面

在建立放置实体特征时，通常选取实体特征上的表面作为草绘平面。但是在选取草绘平面时不能选取曲面，这是在实体特征上选取草绘平面应该注意的一个问题。



图 1-3 所示即为选取实体表面作为草绘平面的实例。

(3) 新建基准平面作为草绘平面

有些情况下需要新建基准平面作为草绘平面。例如，有时标准基准平面并不一定正好适合作为草绘平面，同时实体特征上也没有更恰当的平面作为草绘平面；有时在创建偏距特征、筋特征等放置实体特征时，系统要求指定实体特征以外的平面作为草绘平面。如果标准基准平面不能使用，必须新建基准平面作为草绘平面。如图 1-5 所示，其中 DTMI 是新建草绘平面。

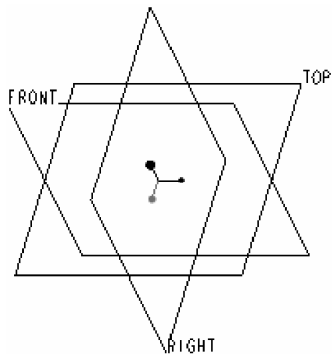


图 1-4 标准基准平面

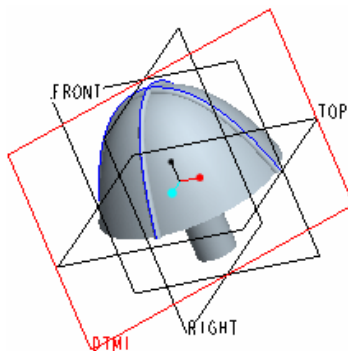


图 1-5 使用新建草绘平面

1.2.3 设置参考平面

选定了草绘平面就相当于在绘图时有了绘图纸。但在作图时，怎样放置这个“绘图纸”呢？这里以如图 1-6 所示的绘图纸为例来说明其在绘图时的 4 种放置方式。

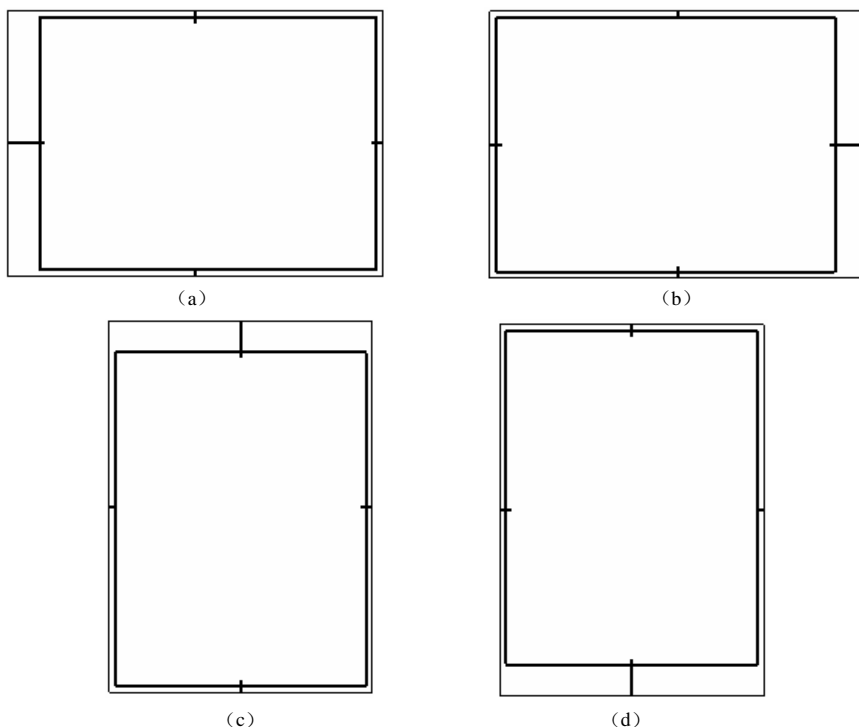


图 1-6 绘图纸的 4 种放置方式



从绘图纸的 4 种放置方式来看, 这里主要依据绘图纸一端的装订边来区别不同的放置位置。假如绘图纸没有装订边, 那就很不容易区分这 4 个放置位置了。由此可见装订边在这里充当了放置参照。从这个简单的实例可以引出 Pro/E 中参考平面的概念。

(1) 参考平面的作用

在三维建模设计中, 在实体特征上选定草绘平面以后, 系统会将视角调整到纯二维平面草绘的状态, 草绘平面被放置到与屏幕完全重合的位置, 这时展现在设计者面前的就是如图 1-6 所示的绘图纸, 因此, 草绘平面也就会有前述 4 种放置位置。

更为重要的是, 在三维建模设计绘制剖面图的时候, 经常需要按照确定的位置来放置草绘平面, 这样才能方便而正确地绘制出二维草绘图形。为解决这个问题, Pro/E 系统特引入参考平面来作为草绘平面的放置参照。参考平面就相当于图 1-6 所示绘图纸上的装订边。

(2) 对参考平面的基本要求

参考平面是一种特殊的平面, 能选定为参考平面的可以是基准平面或实体特征的表面。但是这些平面都有一个基本要求, 必须和草绘平面正交。同样参考平面也只允许选取平面。

(3) 参考平面的设置

怎样使用参考平面来确定草绘平面的放置位置呢?

前面已说明, 由于在二维草绘时草绘平面与屏幕重合放置, 这时的参考平面已经在草绘平面上积聚为一条直线, 因此只需指定其在草绘平面内的方位就可以唯一确定草绘平面的一个放置位置。在二维草绘平面上, 参考平面的放置方位不外乎以下 4 种。

- ① 上(顶): 正确放置草绘平面后, 参考平面位于草绘平面的顶部(上部)。
- ② 下(底): 正确放置草绘平面后, 参考平面位于草绘平面的底部(下部)。
- ③ 左: 正确放置草绘平面后, 参考平面位于草绘平面的左部。
- ④ 右: 正确放置草绘平面后, 参考平面位于草绘平面的右部。

(4) 系统的缺省放置


在 Pro/E 野火版 3.0 中, 为了使设计者能够更加简单快捷地进入草绘模式, 当在实体特征上指定草绘平面以后, 系统会自动选择合理的放置位置来放置草绘平面, 这就是系统的缺省放置的基本用途。

使用缺省放置不但可以更迅速地进入草绘模式, 而且还可以避免在各个参考平面之间引入不必要的父子关系。但是, 当实体特征上没有明显的参考平面可以选择时, 系统会提示设计者自行选取参考平面。另外, 如果希望选取特定的实体表面作为参考平面以便按照特定的方式放置草绘平面时, 也必须自行选取参考平面。

关于缺省放置的具体使用方法, 将在三维实体建模的相关内容中进行详细介绍。

1.2.4 特征的产生方向

在三维建模设计中, 特征在产生和操作时最多可以具有 6 个方向的自由度。在设计过程中, 如果有多个设计方向可供选择, 系统会根据实际情况给出方向选择的相关提示, 设计者再根据设计需要选取最符合设计意图的方向。

设计中, 系统使用如图 1-7 (a) 所示的方向箭头来指示特征的产生方向, 使用如图 1-7 (b) 所示的“剖面”对话框可以调整实体产生方向。如果在对话框中点选  按钮, 就可以调整特征生成如图 1-7 (c) 中的箭头所示方向。

当实体的产生方向正好垂直于草绘平面时, 这时的方向指示如图 1-8 所示。同心圆表示方向向外, 叉心圆表示方向向内。



图 1-7 特征的产生方向

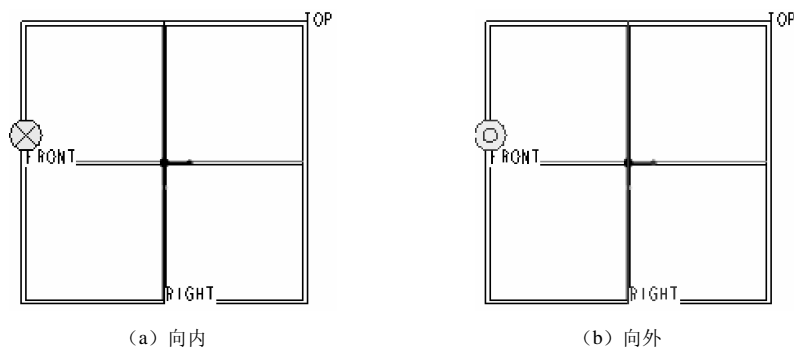


图 1-8 特征生成方向垂直于草绘平面

1.3 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 三维装配设计

1.3.1 装配设计及其实现过程与方法

在机械设计过程中，装配设计是非常重要的。装配设计是将各零件按照一定的关系装配在一起并使之成为能完成一定功能的整机或部件。在 Pro/E 中，装配设计是在虚拟环境中模仿现实的所有装配过程，将已建好模型的各零件装配在一起，并使各部分具有合适的自由度。在设计过程中也可以根据需要即时创建零件。装配后的模型可以利用干涉检测、运动仿真等功能来检查零件设计的合理性以及装配件总体设计的合理性，进而获得对产品模型的总体评价。

1.3.2 装配零件的空间定位约束

任何未定位的零件在空间直角坐标系中都有六个自由度，即沿三个坐标轴的移动自由度和绕三个坐标轴的转动自由度。装配零件的空间约束定位的任务就是：根据实际要求合理定义零组件的装配约束关系，限制零件的全部或部分自由度。

Pro/E Wildfire 3.0 中提供了几种空间定位约束类型。

(1) 匹配 (Mate)

使空间两个平面共面，且两平面的法线方向相反。当偏距为零时，两平面重合，如图 1-9 (a) 所示；输入一定的偏移数值，两平面呈反向贴合并偏移一定的距离，如图 1-9 (b) 所示。



图 1-9 匹配示意

(2) 对齐 (Align)

使空间两个平面共面，且两平面的方向相同。与匹配约束相似，也可以定义一定的偏距，如图 1-10 所示，还可以使旋转体的轴线重合。

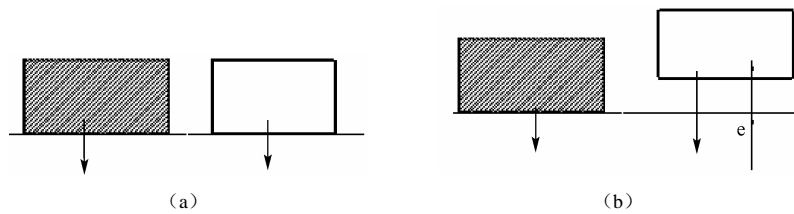


图 1-10 对齐示意图

(3) 插入 (Insert)

将凸的旋转曲面插入凹的旋转曲面中去，使两者的旋转中心线重合。常用于轴与孔的装配，如图 1-11 所示。

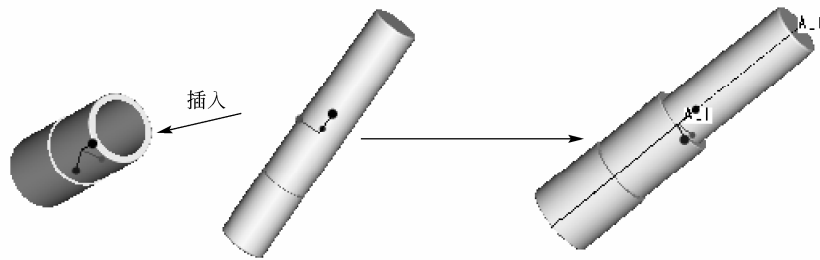


图 1-11 插入示意图

(4) 坐标系 (Cord Sys)

利用使两坐标系对齐的方法来装配零组件。选择坐标系约束类型后，元件坐标系的 X 轴、Y 轴、Z 轴将分别与组件坐标系的 X 轴、Y 轴、Z 轴重合，如图 1-12 所示。

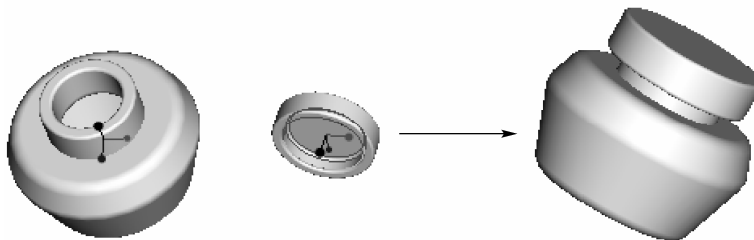


图 1-12 坐标系定位示意图