

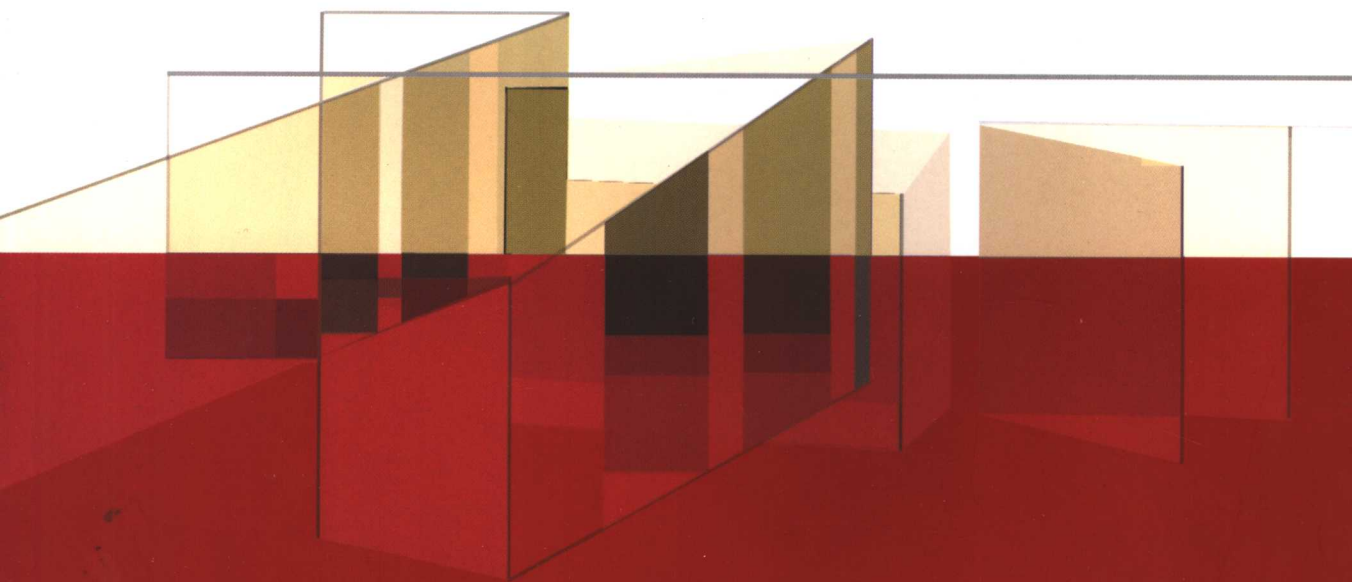
CAD 实用技术

Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 模具设计

SUNNYTECH
浙大旭日科技

袁定福 编著

- 必要的理论知识与实际的工程经验，奠定扎实的学习基础
- 典型的应用案例，使您全面掌握 Pro/ENGINEER 的使用方法
- 明确的学习重点和丰富的使用技巧，大大提高实际技能
- 详细的操作步骤和重点提示，使学习更加方便



清华大学出版社

CAD 实用技术

Pro/ENGINEER Wildfire 2.0

模具设计

袁定福 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书介绍了使用 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 进行模具零件设计的过程和方法。主要包括 Pro/ENGINEER 使用基础知识, Pro/ENGINEER 模具设计基础, Pro/ENGINEER 模具设计基本过程, 模具模型的创建, 分模面的建立, 模具的分割, 模具的检测、试模与开模, 模具设计综合实例。此外还在附录中介绍了使用 Pro/ENGINEER 设计模具零件的过程中所涉及的一些常用术语。

本书图文并茂, 步骤讲解详细, 既可作为高等院校模具专业 CAD/CAM 应用课程的教材, 也可作为 CAD/CAM 应用技术职业培训的教材, 对于模具设计人员也是一本实用的参考书。

版权所有, 翻版必究。举报电话: 010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术, 用户可通过在图案表面涂抹清水, 图案消失, 水干后图案复现; 或将表面膜揭下, 放在白纸上用彩笔涂抹, 图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 模具设计/袁定福 编著. —北京: 清华大学出版社, 2005.11

(CAD 实用技术)

ISBN 7-302-11788-8

I. P… II. 袁… III. 模具—计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 IV. TG76-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 103481 号

出 版 者: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 客户服务: 010-62776969

组稿编辑: 胡伟卷

文稿编辑: 刘金喜

封面设计: 于 浩 王 永

版式设计: 康 博

印 刷 者: 北京市清华园胶印厂

装 订 者: 三河市李旗庄少明装订厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 17 字数: 392 千字

版 次: 2005 年 11 月第 1 版 2005 年 11 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-11788-8/TP·7666

印 数: 1~5000

定 价: 26.00 元

《CAD 实用技术》丛书特色

▼ 基础知识与实用技术相结合

了解和掌握一定的基础知识，有助于深刻领会 CAD 技术中的各种实用功能，做到“知其然，更知其所以然”，从而提高学习效率，保证学习效果，为技术水平的不断提高打下坚实的基础。本丛书中的基础知识内容均经过仔细的筛选，与丛书中所讲授的各种实用技术密切相关。同时，以通俗直观的形式进行讲解，便于读者理解和掌握。

▼ 突出 CAD 技术的核心内容

CAD 软件虽然种类繁多，但其中的核心功能基本相同的，并且构成了 CAD 技术的主要组成部分。丛书将各种 CAD 技术中的大量功能进行归纳、分类和总结，重点讲解具有共性的、最实用的部分，使读者从整体上把握 CAD 技术中的核心功能，并了解其中的规律性，从而达到学精学透的目的。

▼ 功能操作与实际应用相结合

本丛书不仅讲解了 CAD 软件中各种实用功能的操作步骤，更重要的是讲解这些功能的应用背景、应用方法和技巧，使读者能够将所学的知识应用到实际工作中，从而达到学以致用目的。

丛书编委会

主 编 单岩(浙江大学)

副主编 吴立军(浙江科技学院)

编 委 周瑜(浙大旭日科技) 周超明(浙大旭日科技) 王刚(浙江大学)

王蓓(浙大旭日科技) 褚专祺(浙大旭日科技)

丛书序言

工业技术不断进步的一个重要标志是计算机应用的日益普及。在机械制造业, 计算机辅助设计(CAD)技术的地位和角色正在发生深刻的转变——由稀有昂贵的高级技术资源普及成为常规的和必备的技术手段。随着全球制造业向我国的转移, 这种转变已呈现出加速的趋势, 形成了对该领域技术人才巨大的市场需求。

在这一趋势的带动下, CAD 技术已成为机械行业从业人员和高等院校相关专业学生的学习和培训热点。

CAD 技术的发展十分迅速, 各种软件层出不穷, 版本更新越来越快。面对种类繁多的软件以及日益复杂的功能, 初学者往往会感到十分茫然, 难以把握学习的要领, 以致影响学习的效果和积极性。

为帮助读者扎实、高效地学习和掌握 CAD 技术中最实用的部分, 我们组织编写了这套《CAD 实用技术》丛书。这套丛书总结了我们多年的 CAD 技术应用和培训经验, 其中不仅包括了 CAD 技术中的经典内容——三维造型, 还讲授了一些比较专业的高级实用技术, 如逆向工程和模具分析等。

本丛书由 3 部分组成:

- 三维造型

包括三维造型的基础背景知识、软件功能分析及使用技巧、三维造型的实际应用思路与技巧、典型 CAD 软件的使用、实例分析等。

- 逆向工程

其中总结了我们多年逆向造型的实际经验、技巧和技术开发的成果, 包括三坐标测量、复杂产品(摩托车、汽车零部件)的逆向造型等高级造型技术。

- 模具设计与分析

包括注塑模具设计及注塑工艺等方面的基础知识, 介绍利用世界顶级注塑模具分析软件 Moldflow 进行注塑分析的过程和方法。

本丛书希望达到的学习目标是:

- 使初学者快速坚实地掌握 CAD 的基础知识和基本技能, 并具备一定程度的三维造型能力。
- 使具有一定 CAD 技术基础和工作经验的读者掌握更专业的高级技术, 达到较高的应用水平。

本丛书可供具有中专以上文化程度的机械工程师自学, 或作为高等院校相关专业课程的教材, 以及用于 CAD 技术的普及和高级培训。

限于编写时间和作者的水平，从书中必然会存在需要进一步改进和提高的地方。希望读者及专业人士提出宝贵意见与建议，以便我们今后不断加以完善。可通过网站 <http://www.51cax.com> 或 <http://www.sunnytech.cn> 与我们交流。

本丛书是编委会全体成员共同努力的结果，在此深表谢意。杭州浙大旭日科技发展有限公司的工程师们为本丛书提供了大量的技术资料和技术支持，在此也对他们表示衷心的感谢。

最后，感谢清华大学出版社为本丛书的出版提供的机遇和帮助。

《CAD 实用技术》丛书编委会

前 言

模具是利用其特定形状成型具有一定形状和尺寸的制件的工具，是工业生产的基础工艺装备。模具是“效益放大器”，用模具生产的最终产品的价值，往往是模具自身价值的几十倍、上百倍。因此，在各种材料加工工业中广泛地使用各种模具。例如在汽车、家电和通信等产品中，多数的零部件都需要依靠模具成型。国民经济的五大支柱产业——机械、电子、汽车、石化、建筑，也都要求模具工业的发展与之相适应。

模具生产水平的高低，已成为衡量一个国家产品制造水平高低的重要标志，在很大程度上决定着产品的质量、效益和新产品的开发能力。因此，我国要从一个制造业大国发展成为一个制造业强国，必须振兴和发展我国的模具工业，提高模具工业的整体技术水平。同时，模具工业的发展也日益受到人们的重视和关注。特别是加入 WTO 后，作为制造业基础的模具行业近年来也得到了迅速发展。

要满足模具生产周期、质量、成本愈来愈高的要求，就需要用于模具设计与制造的软件功能不断完善、创新，易于使用。由“美国参数技术公司”，即 PTC(Parametric Technology Corporation)推出的 Pro/ENGINEER 软件，以其单一数据库、参数化、基于特征的建模技术、全相关以及工程数据再利用等概念改变了机械设计自动化的传统观念。其所代表的软件产品的总体设计思想、所采用的新技术与其他同类软件相比具有明显的优势，Pro/ENGINEER 已经成为三维建模软件的领头羊，是目前专业设计人员使用最为广泛的三维 CAD/CAM 工具之一。自 1988 年 Pro/ENGINEER 推出以后，经过十多年的发展，已经升级到了 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0。

本书在介绍模具设计基本知识的基础上详细介绍了使用 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 软件进行模具设计的基本操作方法。结合大量实例阐述了利用 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 进行产品造型设计、装配设计、创建模具模型、建立分模面、分割模具、模具检测分析、试模、开模等内容，并详细介绍了根据不同零件形状所采用的不同的模具设计方法。书中所有实例都有详细的操作步骤，可引导读者熟练掌握使用 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 进行模具设计的方法和技巧。

本书适用于使用 Pro/ENGINEER 进行模具设计和数控加工及自动编程的工作人员，也可作为大专院校 CAD/CAM 课程的参考教材或实习教材。由于本书基于实际例子进行介绍，因此也非常适合读者自学使用。

读者在学习本书的过程中，最好是边学习边上机操作，不断总结实践经验。按照本书的实例一步步操作，便可迅速掌握运用 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 进行模具设计的方法和技巧。本书实例的源文件请到 <http://www.tupwk.com.cn> 的“下载页面”链接中下载。

由于作者水平有限，书中难免会有不妥之处，恳请各位专家、读者批评指正。

中国工程物理研究院
工程机械系副教授 袁定福

2005 年 7 月

目 录

第 1 章 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 基础知识	1
1.1 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 系统简介	1
1.1.1 Pro/ENGINEER 的参数化技术特点	2
1.1.2 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 的主要特色及常用模块	2
1.2 特征概述及分类	3
1.2.1 特征概述	4
1.2.2 特征分类	4
1.3 鼠标功能	5
1.3.1 一般功能操作	5
1.3.2 特殊功能操作	5
1.3.3 特征编辑	6
1.4 小结	6
第 2 章 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 模具设计基础	8
2.1 型腔模具的相关知识	8
2.1.1 型腔模具的特点、分类及典型结构	8
2.1.2 压铸模有关知识	9
2.1.3 注射模有关知识	11
2.2 Pro/ENGINEER Wildfire 模具设计相关概念	13
2.2.1 设计模型	13
2.2.2 参考模型	13
2.2.3 工件模型	13
2.2.4 模具模型	13
2.2.5 分型面	14
2.2.6 拔模斜度	14
2.2.7 收缩率	14
2.2.8 模具体积块	15
2.2.9 模型组件	15
2.2.10 铸件	15
2.3 Pro/ENGINEER Wildfire 模具设计环境	15
2.3.1 模具设计环境的进入	15

2.3.2	模具设计环境的菜单管理器	16
2.3.3	模具设计环境的工具栏	18
2.3.4	模具组件的显示与控制	19
2.4	小结	21
第 3 章	Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 模具设计基本过程	22
3.1	模具设计流程概述	22
3.2	模具模型的建立	23
3.2.1	设置工作目录	23
3.2.2	创建新的模具设计环境	24
3.2.3	创建参考模型	24
3.2.4	加入工件	27
3.2.5	设定收缩率	29
3.3	浇注系统设计	29
3.3.1	流道设计	29
3.3.2	浇口设计	31
3.4	分型面设计	32
3.5	模具的拆分	36
3.5.1	模具体积块的产生	36
3.5.2	模具型腔的生成	37
3.5.3	保存结果	37
3.6	试模	38
3.6.1	试模初步	38
3.6.2	定义名称	38
3.6.3	检验结果	38
3.7	开模	39
3.7.1	关闭参考模型和工件模型	39
3.7.2	关闭参考基准	39
3.7.3	开模	40
3.8	小结	41
第 4 章	模具模型的创建	42
4.1	创建模具模型	42
4.1.1	界面的进入	42
4.1.2	参考模型的加入	44
4.1.3	工件模型的加入	46
4.1.4	收缩率的设定	48

4.1.5	模型组件的操作	49
4.2	实例训练	51
4.2.1	实例 1: 以直接生成方式加入工件模型 1	51
4.2.2	实例 2: 以装配方式加入工件模型 1	54
4.2.3	实例 3: 以直接生成参考模型的方式加入工件模型	58
4.3	小结	60
第 5 章	分型面的建立	61
5.1	分型面的概念及特征	61
5.1.1	分型面的概念	61
5.1.2	分型面的特征	61
5.2	分型面的形成	62
5.2.1	分型面形成界面的进入及相关菜单	62
5.2.2	分型面的定义	62
5.2.3	拉伸法创建分型面	64
5.2.4	复制法创建分型面	66
5.3	分型面的编辑	68
5.3.1	编辑的常用方法	68
5.3.2	编辑分型面的其他方法	73
5.4	实例训练	76
5.4.1	实例 4: 无凹陷表面零件的分型面建立方法	76
5.4.2	实例 5: 有凹陷表面零件的分型面建立方法	80
5.4.3	实例 6: 有凹陷表面及破孔零件的分型面建立方法	85
5.5	小结	90
第 6 章	模具的分割	92
6.1	模具体积块概述	92
6.2	利用分型面形成模具体积块	93
6.2.1	菜单管理器	93
6.2.2	分割模具体积块	94
6.3	直接形成模具体积块	96
6.3.1	菜单管理器	96
6.3.2	利用聚合法形成模具体积块	97
6.3.3	利用草绘法形成模具体积块	99
6.4	用模具体积块形成模具体积块	101
6.5	模具体积块的编辑	102
6.6	模具体组件的抽取	104

6.7 实例	106
6.7.1 实例 7: 名片盒盖的模具体积块及模具组件模型的创建	106
6.7.2 实例 8: 用聚合法形成拨轮零件模具体积块	108
6.7.3 实例 9: 用草绘法创建拨轮零件的其他模具体积块	112
6.8 小结	117
第 7 章 模具的检测、试模与开模	119
7.1 模具检测	120
7.1.1 模具分析	120
7.1.2 厚度检查	121
7.1.3 投影面积	123
7.1.4 分型面检查	123
7.1.5 模具开模	124
7.2 模具的试模	124
7.3 模具的开模	125
7.3.1 开模菜单	125
7.3.2 开模步骤	126
7.3.3 开模操作编辑	126
7.4 实例训练	129
7.4.1 实例 10: 轮零件的试模与开模	129
7.4.2 实例 11: 名片盒盖零件的试模与开模	131
7.4.3 实例 12: 拨轮零件的试模与开模	133
7.5 小结	136
第 8 章 模具设计综合实例	137
8.1 实例 13: 跳棋子模具设计	137
8.1.1 制件外形设计	137
8.1.2 制件的模具设计	141
8.2 实例 14: 香水瓶罩模具设计	171
8.2.1 制件外形设计	171
8.2.2 制件的模具设计	177
8.3 实例 15: 电话机座模具设计	190
8.3.1 制件外形设计	190
8.3.2 制件的模具设计	234
8.4 小结	252
附录 术语表	253

第1章 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0

基础知识

【内容提要】

本章对 Pro/ENGINEER Wildfire (野火版)2.0 软件的系统特色、软件的主要构成、特征和分类以及该版本下的鼠标功能进行简要介绍。

【学习重点】

- 软件的特征概述及分类
- 鼠标功能

1.1 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 系统简介

Pro/ENGINEER 简称 Pro/E, 是美国参数技术公司(PTC)推出的 CAD/CAE/CAM 一体化软件。自 1988 年推出以来, 由于其强大的功能, 很快得到业内人士的普遍欢迎, 并迅速成为当今世界最为流行的 CAD/CAM 软件之一。其强大的功能表现在以下几个方面:

- 采用面向对象的统一数据库和全参数化造型技术, 为三维实体造型提供了一个优良的平台。
- 其工业设计方案可以直接读取内部的零件和装配文件, 当原始造型被修改时, 系统自动更新其装配件。
- 一个全方位的 3D 产品开发软件, 其模块众多。
- 集零件设计、产品装配、模具开发、数控加工、钣金件设计、铸造件设计、造型设计、逆向工程、自动测量、机构仿真、应力分析、产品数据库管理等功能于一体。
- 操作界面的完全视窗化, 使初学者的学习和使用更加便利。

总之, 经过十多年的发展, Pro/ENGINEER 得到了不断的充实与完善。

使用 Pro/MOLDESIGN 可以快速规划产品的分模面, 完成模具体积块的分割。若再搭配使用 Mold Layout(模具布局)或 EMX(模具专家系统), 将会更有效地完成模座的设计。通过 Pro/ENGINEER Wildfire 这样的系统可以轻易达到产业界所追求的生产力及竞争力。

Mold Base Library 模架库是 PTC 产品家族中的一员,提供了 DME、FUTABA 及 HASCO 3 大品牌的标准模座组件资料。在 Mold Layout 模块中,可以直接从模具数据库中加载标准模座的装配,省下建立模座零件的时间。

1.1.1 Pro/ENGINEER 的参数化技术特点

Pro/ENGINEER 的参数化技术特点主要表现在以下几个方面。

- 基于特征的几何造型过程:将某些具有代表性的平面几何形状定义为特征,并将其所有尺寸存为可变参数,进而形成实体,以此为基础来进行更为复杂的几何形体的构造。显然,工程师们的设计思维和系统的造型过程一致,使得系统使用起来十分方便。
- 采用参数化造型系统: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,几何形状均以尺寸的形式被有效控制,即所谓的全尺寸约束。因此,可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,只需修改一下尺寸即可实现形状的改变。
- 关联的数据模型:系统创建的零件模型、装配模型及工程图之间保持着一种数据关联系统,尺寸参数的修改会导致其他相关模块中的相关尺寸得以修改。利用此项功能,可在任意层次上修改设计,而系统会自动地在所有层次上作出相应的变更。

1.1.2 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 的主要特色及常用模块

1. 主要特色

- 易学易用:有了新的野火版用户模式,工程师和设计师只需花很少时间就能学会该软件,并能很快熟练使用。Pro/ENGINEER Wildfire(野火版)集成了最著名的可用性方法,它能模仿 CAD 用户设计实模型时的工作模式,从而更新了易用性的定义。其结果是开发了一个新的用户界面和柔性工作流,它使 Pro/ENGINEER 变得易学易用。
- 功能强大:用户无论是否具有开发零件、产品或过程的经验,利用该软件都能进行产品设计。PTC 的 Granite 内核帮助 PTC 建立了覆盖面广、深度和性能都很出色的功能。同时长期被公认为最强大和最可靠的 3D CAD 解决方案的 Pro/ENGINEER Wildfire(野火版),又提供了许多功能增强之处。
- 互连互通:通过嵌入 Web 服务于底层结构,可以更有效地与合作者、客户和供应商沟通。Pro/ENGINEER Wildfire(野火版)提供了快速、简单和安全的设计协作工具以及 Web 技术,可以很方便地获取全球产品信息。用户可以与其他用户共享 Pro/ENGINEER 会议,可以基于 Web 的资源无缝连接进行项目管理和协作,可以

访问产品数据库，并可以订购零件。

2. 常用模块

- **Pro/DESIGNER**: 是工业设计模块的一个概念设计工具, 能够使产品开发人员快速、高效地进行设计。可以生成高精度的曲面几何模型, 并能够直接传送到机械设计和原型制造中。
- **Pro/NETWORK ANIMATOR**: 通过把动画中的帧分散给网络中的多个处理器进行渲染, 可大大加快动画的产生过程。
- **Pro/PERSPECTA-SKETCH**: 它能够使产品的设计人员从图纸、照片、透视图或者任何其他二维图像中快速生成一个三维模型。
- **Pro/PHOTORENDER**: 能够很容易地创建产品模型的逼真图像, 这些图像可以用来评估设计质量, 生成图片。
- **Pro/ASSEMBLY**: 用来构造和管理大型复杂的模型, 这些模型包含的零件数目不受限制。装配体可以按不同的详细程度来表示, 从而使工程人员可以对某些特定部件或者子装配体进行研究, 同时在整个产品中使设计意图保持不变。
- **Pro/DETAIL**: 由于具有广泛的标注尺寸、公差和产生视图的能力, 因而扩大了 Pro/ENGINEER 生成设计图纸的功能, 这些图纸遵守 ANSI、ISO、DIN 和 JIS 标准。
- **Pro/FEATURE**: 允许产品设计人员创建高级特征(例如高级的扫描和轮廓混合)。只需利用简便的设计工具, 就可以在很短的时间内实现。
- **Pro/NOTEBOOK**: 以“自顶向下”的方式对产品的开发过程进行管理, 同时对复杂产品设计过程中涉及的多项任务进行自动分配, 以增强工程的生产效率。
- **Pro/SCAN-TOOLS**: 可满足工业上使用物理模型作为新设计起点的需求。把模型数字化, 它的形状和曲面就可以以点数据的形式输入到 Pro/SCAN-TOOLS 中, 因此能产生高质量的与物理原型非常匹配模型。
- **Pro/SURFACE**: 能够使设计人员和工程人员直接对 Pro/ENGINEER 的任一实体零件中的几何外形和自由形式的曲面进行有效的开发, 或者开发整个曲面模型。
- **Pro/WELDINGTM**: 用来参数化地定义焊接装配体中的对接要求, 使用户很容易确认焊接点, 避免装配零件与焊接点之间发生干涉, 在文件编制和制造中减少由错误带来的成本增加。

1.2 特征概述及分类

参数化技术是 Pro/E 的核心技术之一。所谓参数化是指对零件的各种特征施加各种约束形式。各个特征的几何形状与尺寸大小用变量参数的方式来表示。如果定义某个特征的变量参数发生了改变, 则零件的这个特征的几何形状与尺寸大小将随着参数的改变而改变。从特征的角度看, 任何复杂的机械零件都可以看成是由一些简单的特征组成的, 故称它们

为组合体。因此，“特征”在 Pro/E 中是一个非常重要的概念。

1.2.1 特征概述

特征指可以用参数驱动的实体模型。

特征应满足的基本条件如下：

- 特征必须是一个实体或零件中的具体构成之一。
- 特征能对应于某一形状。
- 特征应该具有工程上的意义。

基于特征指零件模型的构造是由各种特征生成的，零件的设计过程就是特征的累积过程。创建特征的关键：必须选取或创建一个草绘平面和一个参考平面，并且参考平面要求与草绘平面垂直。

- 草绘平面是创建模型中供绘制特征截面的参考平面。草绘模式中，草绘平面平行于屏幕。
- 参考平面是确定草绘平面放置方向的平面。因为草绘平面平行于屏幕，且有很多种摆放方式，因此须提供一个水平的或垂直的参考平面。

草绘平面与参考平面的选择方式如下：

- 基准平面：在特征创建的初始，系统会给出一个默认的基准平面系，如图 1-1 所示。该基准平面系由 3 个相互垂直的基准平面 FRONT、RIGHT 和 TOP 构成。操作者在特征创建过程中可分别选择不同的基准平面作为草绘平面或参考平面。
- 特征表面：在基础特征(第一特征)基础上创建其他特征时，操作者在选择草绘平面或参考平面时，除系统默认的基准平面系仍可选择外，还可选择已创建特征的某个表面作为草绘平面或参考平面。但要注意：所选择的特征表面应为平面。

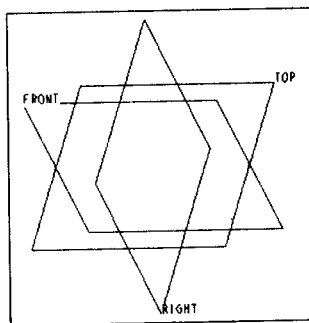


图 1-1 默认的基准平面系

1.2.2 特征分类

特征常分为基准特征、基础特征及放置特征。

● 基准特征

指在零件的建模过程中,起辅助作用而不构成零件表面形状的辅助平面、辅助轴线、辅助点特征。基准特征也可称为辅助特征,它们没有体积和质量等物理属性,其显示与否(可通过显示复选框决定)也不影响其他几何结构。

它作为零件创建的参考数据,提供了设计、实体造型和装配的基准。

通常,基准特征有相应的默认名字。如:基准平面 DTM1, DTM2, DTM3..., 基准轴线为 A-1, A-2, A-3..., 基准点为 PNT0, PNT2, PNT3...。

● 基础特征

指设计者进行零件建模时创建的第一个实体特征。也称基本特征。它代表零件最基本的形状,对零件其他特征的创建往往依赖于基本特征。

基本特征的类型有实体特征(也称为草绘特征)、正交基准平面(系统提供的默认方式,见图 1-1 所示)。

实体特征的创建方式有拉伸、旋转、扫描、混合等。拉伸方式的特点是直线或曲线框沿直线方向形成等截面实体特征;旋转方式的特点是母线(封闭的直线或曲线框)绕中心线旋转形成回转实体特征;扫描方式的特点是直线或曲线框沿直线或曲线方向形成等截面实体特征;混合方式的特点是由两个或多个草绘截面形成的一类特征,截面之间的特征形状是渐变的。

● 放置特征

指由系统提供的或由用户自定义的一类模板特征。它的特征几何形状是确定的,用户只需改变其尺寸即可得到不同的相似几何特征。如孔特征、圆角特征等。

1.3 鼠标功能

1.3.1 一般功能操作

- 左键:主要用于拾取或选择菜单、图标命令,也就是在命令执行过程中俗称的单击/选择/选取。常指用光标指向欲选对象后单击鼠标左键。
- 中键(滚轮):主要指单击滚轮,用于确认命令或操作的结果。
- 右键:在工具栏中的某功能按钮上,模型树中某特征上或显示区模型特征上单击,系统会弹出一个快捷菜单,在不同快捷菜单中提供有相应的功能操作选项。

1.3.2 特殊功能操作

- 缩放:按住 Ctrl 键和鼠标中键,移动鼠标;或直接拨动滚轮。