



高等职业教育 **数控技术专业**
教学改革成果 系列教材

CAD/CAM 软件应用技术 —— Pro/Engineer Wildfire 5.0

◎ 陈宁娟 高 巍 主编 ◎ 张国军 主审



<http://www.phei.com.cn>



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

高等职业教育数控技术专业教学改革成果系列教材

CAD/CAM 软件应用技术

——Pro/Engineer Wildfire 5.0

陈宁娟 高 巍 主编

张国军 主审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书通过多个精选任务讲解了 CAD/CAM 技术在机械设计与制造领域的应用,包括草图绘制、零件设计、组件装配、仿真动画、工程图、模具型腔设计、自动编程加工等。读者可以由浅入深,逐步学会 Pro/Engineer Wildfire 5.0 软件的操作方法。

本书适用于有一定机械制图基础的读者,不仅可以作为相关专业的教材,也可作为从事机械设计与制造的工程人员的自学辅导书,书中的实训项目对于其他相近 CAD/CAM 软件的学习也有一定的借鉴意义。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

CAD/CAM 软件应用技术: Pro/Engineer wildfire5.0 / 陈宁娟, 高巍主编. —北京: 电子工业出版社, 2013.7
高等职业教育数控技术专业教学改革成果系列教材
ISBN 978-7-121-20830-0

I. ①C… II. ①陈… ②高… III. ①机械设计—计算机辅助设计—应用软件—高等职业教育—教材
IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 143185 号

策划编辑: 朱怀永 特约编辑: 王 纲

责任编辑: 朱怀永

印 刷: 北京京师印务有限公司

装 订: 北京京师印务有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 13.25 字数: 339 千字

印 次: 2013 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 27.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

计算机辅助设计与制造是机械制造行业发展的主要趋势之一，也是国家重点扶持的对象。近年来，随着制造业与信息化技术融合速度的加快，各类制造企业已开始广泛使用先进的数字化设计与制造技术。其中，美国 PTC 公司推出的 Pro/Engineer 凭借其先进的参数化设计、基于特征设计的实体造型、便于移植设计思想的特点、友好的用户界面和符合工程技术人员要求的设计思想，成为计算机辅助设计与制造领域最受欢迎的软件之一。该软件系统可以按照产品设计制造的一般顺序来模拟设计制造的整个过程，只需要一个产品的三维模型，就可以建立与产品造型参数相关的分析、设计和加工流程。

本书精选了多个实际生成中的案例，介绍了计算机辅助设计与制造的一般方法，内容翔实，重点突出，按照产品设计从草图、零件、部件、装配、仿真、模具、工程图、自动编程加工的顺序编排与划分章节，可以有效帮助读者提高 CAD/CAM 软件技术应用水平，理解参数化技术的精髓。

全书共分为 4 个单元，各单元内容如下。

第一单元——认识 CAD/CAM 技术：介绍 CAD/CAM 技术的基本知识和常见 CAD/CAM 软件的种类及特点，通过讲解典型软件 Pro/Engineer 的操作界面、文件和鼠标的操作、草绘工具的使用和建模理念等，使读者领悟 Pro/Engineer 软件的基本设计思路。

第二单元——典型零件设计：详细介绍 Pro/Engineer Wildfire 5.0 软件的零件设计方法与技巧，涵盖多个典型实体零件和曲面零件，提高训练分析、规划和设计零件的能力。

第三单元——装配设计与工程图生成：通过列举多个装配与机构运动仿真实例，介绍利用 Pro/Engineer 系统进行装配、仿真、动画生成的技巧，以及在软件的工程图环境中生成零件工程图和组件爆炸视图的方法。

第四单元——典型零件的计算机辅助制造：主要介绍利用 Pro/Engineer Wildfire 5.0 的制造环境，完成模具型腔设计和各类自动编程加工的技巧和方法。

本书由陈宁娟、高巍主编。此外，参与本书编写的还有赵春辉、郭茜等人。由于作者水平所限，书中不足之处在所难免，希望广大读者批评指正。

编 者

2012 年 12 月

目 录

第一单元 认识 CAD/CAM 技术	(1)
任务一 了解 CAD/CAM 技术与主要软件	(1)
任务二 认识 Pro/Engineer 软件	(3)
任务三 绘制平面草图	(9)
单元练习	(14)
第二单元 典型零件设计	(15)
任务一 通气盖设计	(15)
任务二 阀盖设计	(20)
任务三 泵轴设计	(24)
任务四 弯管接头零件设计	(27)
任务五 支架零件设计	(30)
任务六 航模发动机壳体零件设计	(36)
任务七 轴承座零件设计	(47)
任务八 风扇叶片设计	(57)
任务九 鼠标设计	(61)
任务十 塑料油壶设计	(66)
能力拓展一 使用程序进行参数化设计	(76)
能力拓展二 钣金零件设计——后盖	(79)
单元练习	(83)
第三单元 装配设计与工程图生成	(86)
任务一 电风扇组装与机构运动仿真	(86)
任务二 曲柄滑块机构装配、仿真及运动参数分析	(94)
任务三 活塞连杆组装配及运动仿真	(106)
任务四 千斤顶组件视图及注释	(112)
任务五 平口钳装配与分解动画	(116)
任务六 端盖零件的工程图生成	(123)
能力拓展 自顶向下设计——U 盘	(129)



单元练习	(132)
第四单元 典型零件的计算机辅助制造	(134)
任务一 平板零件设计加工	(134)
任务二 手柄轮廓车削自动编程加工	(144)
任务三 热水瓶塑料外壳模具型腔设计与自动编程加工	(153)
任务四 五边形零件线切割加工	(186)
能力拓展 三维打印技术概述	(196)
单元练习	(202)
参考文献	(203)

第一单元 认识 CAD/CAM 技术

本单元主要介绍 CAD/CAM 技术的概念、发展概况、应用领域和常见 CAD/CAM 软件的种类及特点,然后通过介绍典型软件 Pro/Engineer 的界面、文件和鼠标的操作、草绘技巧等,使读者逐渐领悟 Pro/Engineer 软件的基本设计思路。

任务一 了解 CAD/CAM 技术与主要软件

CAD/CAM 全称为 Computer Aided Design/Computer Aided Manufacture,即计算机辅助设计/计算机辅助制造,是以信息技术为主要技术手段来进行产品设计和制造活动的技术,也是世界上发展最快的技术之一。这种技术是现代化制造业与信息化结合的典型技术手段,促进了生产力的发展,加快了生产模式的转变,影响了市场的发展,应用领域广泛,本书仅就其在制造业中的应用做介绍。

1. CAD/CAM 技术介绍

CAD 技术的内涵随着计算机和相关行业的发展而不断延伸。各个历史时期关于 CAD 技术的一些描述和定义为:“CAD 是一种技术,其中人与计算机结合为一个问题求解组,紧密配合,发挥各自所长,从而使其工作优于每一方,并为应用多学科方法的综合性协作提供了可能”[1972 年 10 月国际信息处理联合会(IFIP)在荷兰召开的“关于 CAD 原理的工作会议”];“CAD 是一个系统的概念,包括计算、图形、信息自动交换、分析和文件处理等方面的内容”(20 世纪 80 年代初,第二届国际 CAD 会议);“CAD 不仅是一种设计手段,更是一种新的设计方法和思维”(1984 年国际设计及综合讨论会)。

目前较普遍的观点认为:CAD 是指工程技术人员以计算机为工具,运用自身的知识和经验,对产品或工程进行方案构思、总体设计、工程分析、图形编辑和技术文档整理等设计活动的总称,是一门多学科综合应用的新技术。

CAM 技术到目前为止尚无统一的定义,在本书中的 CAM 指的是数控程序的编制,包括刀具路线的规划、刀位文件的生成、刀具轨迹仿真以及后置处理和 NC 代码生成等。

CAD/CAM 集成技术的关键是 CAD、CAPP、CAM、CAE 各系统之间的信息自动交换与共享。集成化的 CAD/CAM 系统借助于工程数据库技术、网络通信技术以及标准格式的产品数据接口技术,把分散于不同机型的各个 CAD、CAPP、CAM 子系统高效、快捷地集成起来,实现软、硬件资源共享,保证整个系统内信息的流动畅通无阻。

随着信息技术、网络技术的不断发展和市场全球化进程的加快,出现了以信息集成为基础的更大范围的集成技术,如将企业内经营管理信息、工程设计信息、加工制造信息、产品质量信息等融为一体的计算机集成制造系统(Computer Integrated Manufacturing System, CIMS)。而 CAD/CAM 集成技术是计算机集成制造系统、并行工程、敏捷制造等先进制造系统中的一项核心技术。



2. 常见 CAD/CAM 软件介绍

Pro/Engineer 是美国 PTC (Parametric Technology Corporation) 公司的著名产品, 如图 1-1 所示。PTC 公司提出的单一数据库、参数化、基于特征、全相关的概念, 改变了机械设计的传统观念, 这种全新的观念已成为当今机械设计自动化领域的新标准。基于该观念开发的 Pro/Engineer 软件能将设计至生产全过程集成到一起, 让所有的用户能够同时进行同一产品的设计制造工作, 实现并行工程。Pro/Engineer 包括 70 多个专用功能模块, 如特征建模、有限元分析、装配建模、曲面建模、产品数据管理等, 具有较完整的数据交换转换器。本书主要讲解 Pro/Engineer 软件的最新版本野火 5.0 (即 Pro/Engineer Wildfire 5.0) 的使用方法。

UG 是美国 UGS (Unigraphics Solutions) 公司的旗舰产品, 如图 1-2 所示。UGS 公司首次突破传统 CAD/CAM 模式, 为用户提供一个全面的产品建模系统。UG 采用将参数化和变量化技术与实体、线框和表面功能融为一体的复合建模技术, 其主要优势是三维曲面、实体建模和数控编程功能, 具有较强的数据库管理和有限元分析前后处理功能, 以及界面良好的用户开发工具。UG 汇集了美国航空航天业及汽车业的专业经验, 现已成为世界一流的集成化机械 CAD/CAM/CAE 软件, 并被众多公司选做计算机辅助设计、制造和分析的标准。

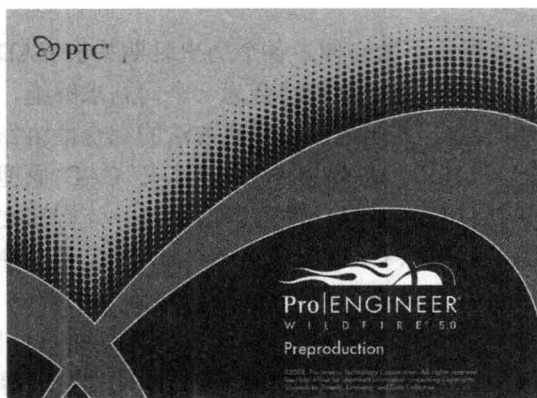


图 1-1 Pro/Engineer Wildfire 5.0

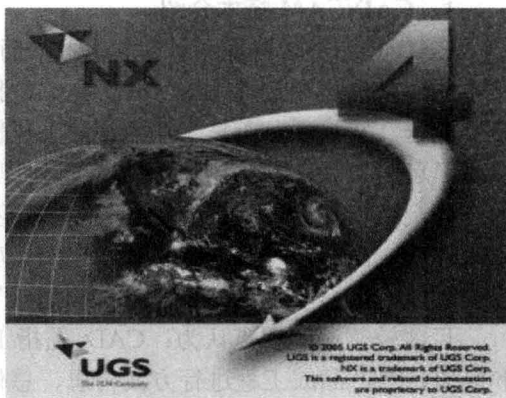


图 1-2 UG NX4

Cimatron 是以色列 Cimatron 公司的产品, 如图 1-3 所示。Cimatron 在中国的子公司是思美创(北京)科技有限公司。多年来, 在世界范围内, 从小的模具制造工厂到大公司的制造部门, Cimatron 的 CAD/CAM 解决方案已成为企业装备中不可或缺的工具, Cimatron 为客户提供了处理复杂零件和复杂制造循环的能力。

MasterCAM 是美国 CNC Software 公司开发的 CAD/CAM 软件, 如图 1-4 所示。它集二维绘图、三维实体造型、曲面设计、体素拼合、数控编程、刀具路径模拟及真实感模拟等功能于一身。它具有方便直观的几何造型, 提供了设计零件外形所需的理想环境, 其强大稳定的造型功能可设计出复杂的曲线、曲面零件。MasterCAM 软件已广泛应用于机械工业、航空航天工业、汽车工业等, 尤其在各种各样的模具制造中发挥了重要的作用。

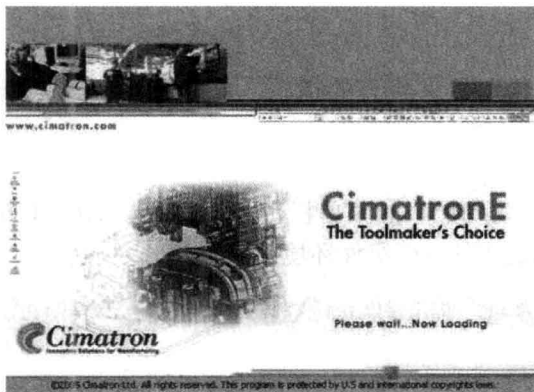


图 1-3 Cimatron E



图 1-4 MasterCAM 9.0

【技巧提示】

常用的 CAD/CAM 软件种类很多，每种软件都有其强项，可以多了解几种相关的软件，相互结合以发挥各种软件的长处。

任务二 认识 Pro/Engineer 软件

正确安装 Pro/Engineer 软件后，通过双击图标就能打开软件，其主界面如图 1-5 所示。主界面的主要组成部分包括菜单栏、工具栏、工作区、标题栏、消息区、选择过滤器和菜单管理等。



图 1-5 软件主界面



一、菜单栏与工具栏

软件主界面中的菜单栏和工具栏几乎包含了软件所有的指令，对特征的创建、修改、删除等操作都可以通过它们实现。

1. 菜单栏

新建或打开对象时进入的软件环境不同，系统加载的菜单栏也不尽相同。如图 1-6 所示为零件环境的菜单栏，如图 1-7 所示为制造中的 NC 组件环境的菜单栏。

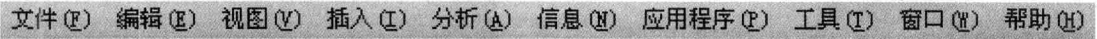


图 1-6 零件环境菜单栏



图 1-7 NC 组件环境菜单栏

各菜单包含的主要功能如表 1-1 所示。

表 1-1 各菜单主要功能

菜 单	主 要 功 能
文件	新建、打开、保存、另存、拭除、删除等文件处理操作
编辑	模型和特征操作
视图	控制模型显示方式，包括着色、渲染、可见性等
插入	各项特征的生成，如拉伸、旋转、扫描等
分析	分析模型的各种属性，包括测量功能、模型属性、几何特性等
信息	获得模型关系信息与报告
应用程序	在软件各个功能模块间切换，如 NC 后处理器、机构仿真、动画等
工具	支持定制个性化工作环境
窗口	管理多个窗口，可以进行关闭、激活等操作
帮助	使用系统提供的帮助文件与教程，协助设计

2. 工具栏

在 Pro/Engineer 中，一些使用频率较高的命令被做成按钮放置在较易寻找的区域中，能大幅提高工作效率。

(1) 窗口顶部常用工具栏

文件工具栏如图 1-8 所示，用于实施新建、打开、保存、打印等操作。



图 1-8 文件工具栏

编辑工具栏如图 1-9 所示，用于实施撤销、重做、剪切、复制、粘贴、选择性粘贴、查找和选取等操作。

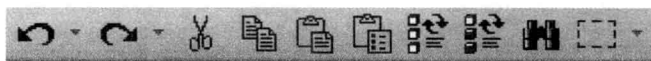


图 1-9 编辑工具栏

视图工具栏如图 1-10 所示，主要包含放大、缩小、定位和刷新模型视图等功能。



图 1-10 视图工具栏

模型显示工具栏如图 1-11 所示，用于在各类线框显示方式和着色显示方式间切换。

基准显示工具栏如图 1-12 所示，用于控制点、线、面、坐标原点、注释等基准要素的显示与隐藏。

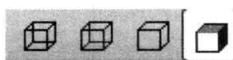


图 1-11 模型显示工具栏



图 1-12 基准显示工具栏

(2) 右侧特征工具栏

特征工具栏位于软件主界面的右侧，为一些常用工具提供快捷操作的可能性，主要包括基准特征、注释特征、基本特征、工程特征和编辑特征 5 种类型，如图 1-13 所示。



基准特征



注释特征



基本特征



工程特征



编辑特征

图 1-13 右侧特征工具栏

二、工作区域

工作区域由分割条分为三个部分，分别是工作区、导航区和浏览器区，可自由伸展/收缩与隐藏/显示。

1. 工作区

工作区是使用者与软件系统的主要交互区域，可以用多种方式显示、查看、操纵设计对象，有效控制设计结果。

2. 导航区

导航区位于工作区左侧，包含模型树、文件夹浏览器和收藏夹三个不同的选项卡，如图 1-14 所示。

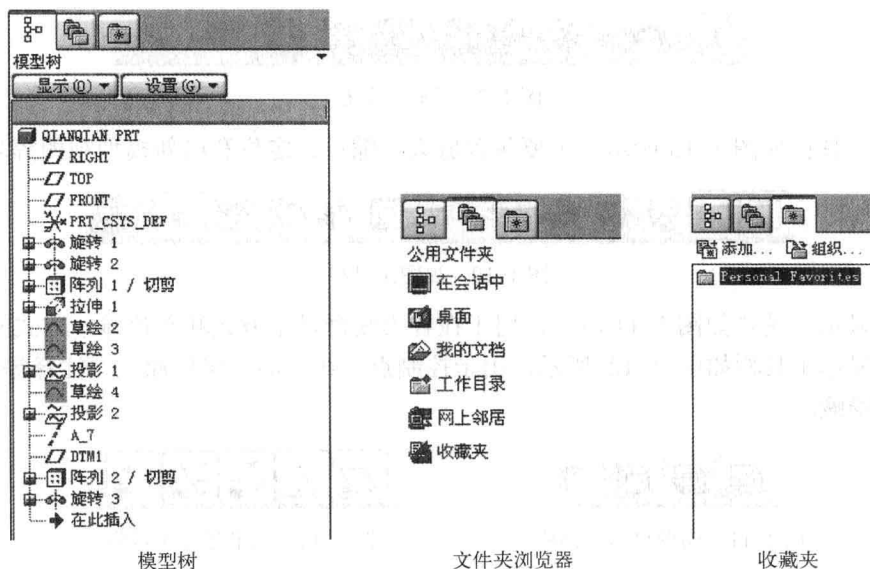


图 1-14 导航区的三个选项卡

3. 浏览器区

浏览器区主要用于浏览文件、预览模型和使用 PTC 资源中心，如图 1-15 所示。



图 1-15 浏览器区

三、特征控制面板与菜单管理器

1. 特征控制面板

在软件操作过程中，单击某一特征按钮后会出现相应的特征控制面板，按面板提示设定需要的要素即可完成一个特征。如图 1-16 所示为可变剖面扫描特征的控制面板，位



于窗口的中上部。



图 1-16 可变剖面扫描特征的控制面板

2. 菜单管理器

菜单管理器是 Pro/Engineer 软件的标志性元素，从早期的 2000i 版本延续至今，可以逐层展开或收缩，使用方便。如图 1-17 所示为模具型腔环境下的菜单管理器。

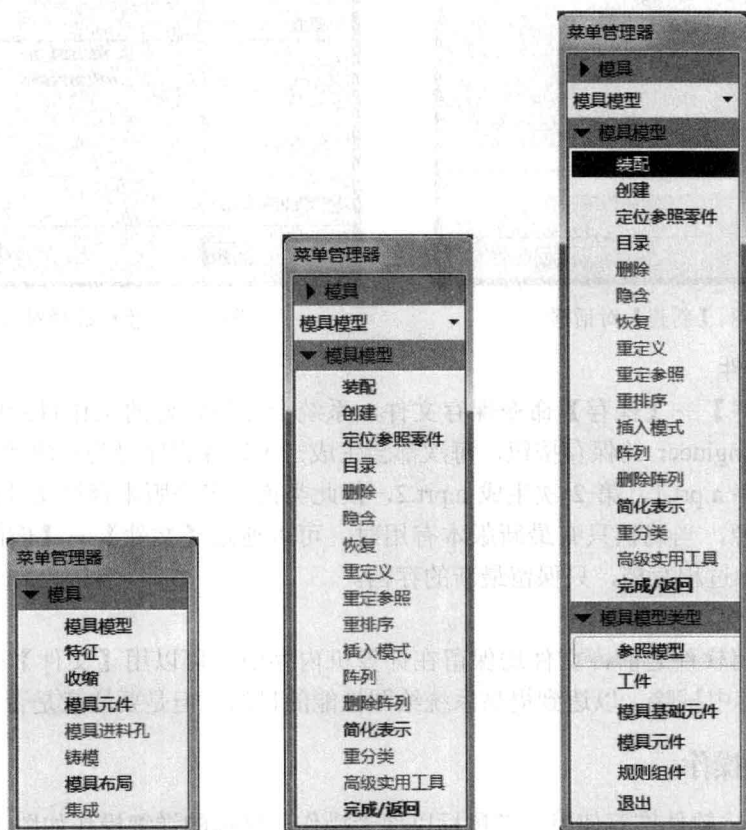


图 1-17 菜单管理器

四、Pro/Engineer 的基本操作

针对不同环境下的文件操作和对象操纵，Pro/Engineer 软件提供了通用的支持。Pro/Engineer 的文件操作包含设置工作目录、新建文件、保存文件、删除和拭除等。

1. 设置工作目录

可以设置指定的目录作为保存存档和过程文件的工作目录。选择【文件】→【设置



工作目录】命令，选择文件夹后确定，即可完成设置工作目录的过程。

2. 创建新文件

选择【文件】→【新建】命令，选择需要的类型和子类型，输入文件名称（由数字或字母组成，如图 1-18 所示），然后选择正确的模板（如图 1-19 所示）并确定。

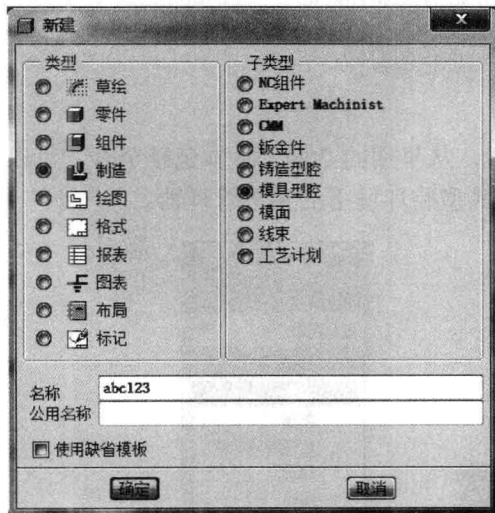


图 1-18 【新建】对话框

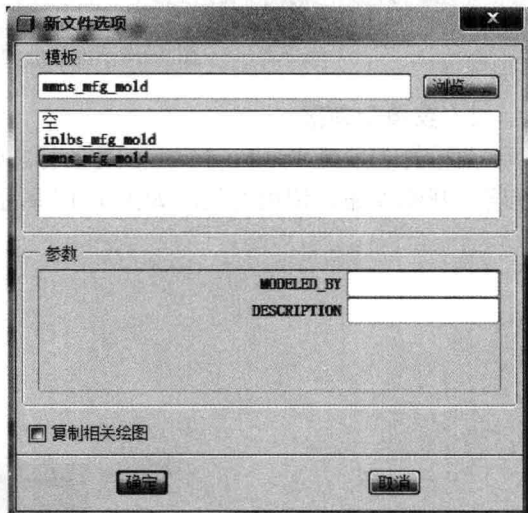


图 1-19 模板选择对话框

3. 保存文件

选择【文件】→【保存】命令保存文件，系统会在设定好的工作目录中生成存档文件，单击 Pro/Engineer 的保存按钮，每次都会生成一个以保存序号为后缀的存档，如第 1 次存盘生成文件 a.prt.1，第 2 次生成 a.prt.2，依此类推。多个版本存档文件的存在会占用较多的系统资源，当确认只有最新版本有用时，可以通过【文件】→【删除】→【旧版本】命令来删除过程存档，只保留最新的存档。

4. 拭除文件

绘图后关闭软件之前，文件均保留在计算机内存中，可以用【文件】→【拭除】命令将文件从内存中拭除，以达到提高系统绘图性能的目的，但是要注意是否已确定存盘。

五、鼠标操作

Pro/Engineer 软件推荐使用三键鼠标以便于操作，鼠标的详细操作如图 1-20 所示。



图 1-20 鼠标的操作



任务三 绘制平面草图



【任务介绍】

在工程类三维 CAD/CAM 软件中,特征的定义与修改依赖于平面草绘,平面草绘是整个软件的基石。想要熟练掌握包括 Pro/Engineer 在内的三维 CAD/CAM 软件,精确而快速的平面绘图能力必不可缺。

Pro/Engineer 草绘的基本思路是画出大致轮廓后再添加尺寸和几何约束使之最终精确化,并不要求在绘图初期使用实际尺寸而只要求大体比例协调,这一点与 AutoCAD、CAXA 电子图板等软件需要画一笔确定一笔的操作要求有明显的不同。

1. 创建与编辑图元

新建时选择草绘环境或者在其他环境中命令有所要求的时候,均可以进入草绘环境,利用该环境下的图元绘制工具、图元编辑工具和标注约束工具可以完成图形的创建。

图元的创建和修改可以通过如图 1-21 所示的草绘工具栏实现,这个工具栏中包含了点、线、矩形、圆、曲线等多种绘图命令,也包含了引用、镜像、复制、移动、修剪等编辑命令,以及标注、修改、约束等多种实用工具。

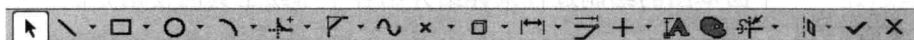


图 1-21 草绘工具栏

2. 标注与修改尺寸

Pro/Engineer 是全尺寸约束与驱动的工程软件,可以通过激活 Pro/Engineer 的目的管理器动态标注和约束几何图元来提高工作效率。这时系统会自动对图元进行尺寸标注和几何条件约束,这类尺寸称为弱尺寸,这类尺寸只能隐藏而不能删除,而且不一定完整,不能完全满足设计者的需要。设计者可以通过标注按钮手动添加需要的尺寸,这类尺寸称为强尺寸,强尺寸删除后退化为弱尺寸。标注尺寸时要注意尺寸不能过定义,能根据已有强尺寸推算出的尺寸不需要再进行标注,如图 1-22 所示即为出现尺寸过定义的情况。双击数字可以修改尺寸大小,同时也可以通过右键快捷菜单对尺寸进行锁定、解锁、加强等操作。

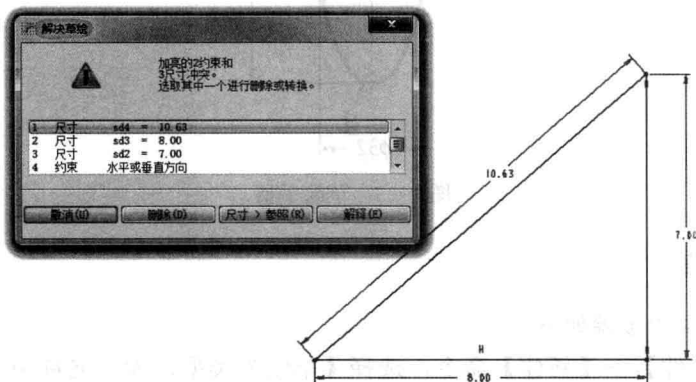


图 1-22 尺寸过定义



3. 添加几何约束

草绘中的图元相互之间存在的几何关系在 Pro/Engineer 中称为几何约束, 在 Pro/Engineer Wildfire 5.0 中提供了 9 种常见的几何约束, 通过单击  按钮, 可以快速在各个图元之间添加合适的几何关系, 但同样应注意与尺寸的配合, 避免发生过定义的情况。几何约束在添加完毕后, 也可以通过单击约束符号后按 Delete 键删除。

9 种常见的几何约束如下:

: 约束竖直放置;

: 约束水平放置;

: 约束垂直放置;

: 约束相切关系;

: 约束中点关系;

: 约束重合关系;

: 约束对称关系;

: 约束相等关系;

: 约束平行关系。

4. 平面草绘项目实例

这里通过一个平面草图的绘制过程来详细介绍各个草绘工具的使用方法。草绘手柄如图 1-23 所示。

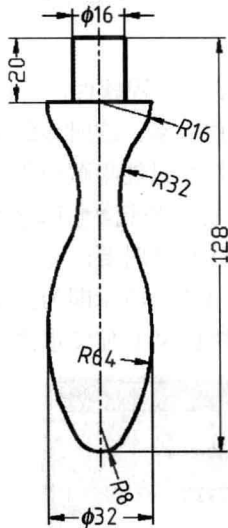


图 1-23 草绘手柄



【操作步骤】

绘制平面草图的步骤如下。

① 选择【文件】→【新建】命令, 选择【草绘】类型, 输入名称为“shoubing”, 单击【确定】按钮, 如图 1-24 所示。



② 单击直线按钮后的小箭头, 选择 (中心线), 绘制一条竖直的中心线作为绘图基准, 如图 1-25 所示。

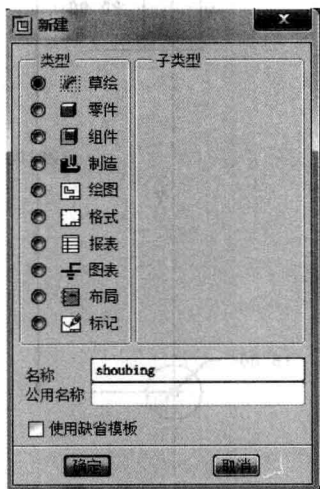


图 1-24 新建草绘



图 1-25 竖直中心线

③ 单击矩形按钮, 绘制关于中心线左右对称的矩形, 标注尺寸为 16×20 , 如图 1-26 所示。

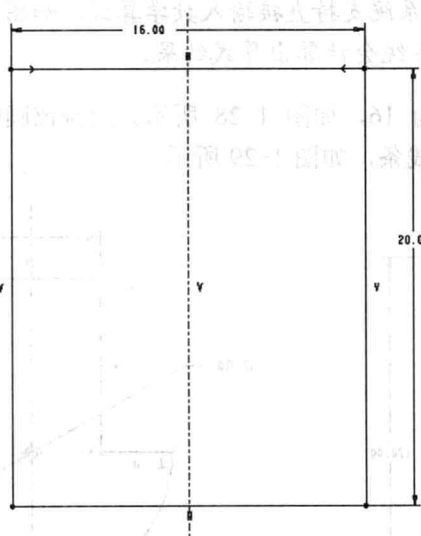


图 1-26 绘制对称矩形并标注尺寸

【技巧提示】

绘制完中心线后, 绘制图元时系统将自动捕捉关于中心线的对称关系。

④ 单击草绘工具栏上的按钮, 在中心线上绘制如图 1-27 所示的圆, 标注定位尺寸及定形尺寸。