



Pro/ENGINEER

项目教程

陈颖 韩加好 杨小军 编著



清华大学出版社 北京交通大学出版社



Pro/ENGINEER 项目教程

陈颖 韩加好 杨小军 编著

清华大学出版社

北京交通大学出版社

• 北京 •

内 容 简 介

本教材介绍了 Pro/ENGINEER 最新版野火版的基本使用方法。教材内容主要包括草图绘制、三维实体特征绘制、曲面特征绘制、装配设计、工程图绘制等内容。教材的编者具有多年教学经验和生产一线实践经验，教材的编写由浅入深、紧贴生产实际，适合教学和生产。

本教材的编写采用项目导入任务驱动方式，在每个任务中详细讲解了相关指令的使用，穿插介绍了作者在实践中总结的实用作图技巧和经验。本教材注意在引导读者完成学习任务的同时，养成良好的设计作图规范，注重作图思路的形成和开发，为读者进一步的发展打下良好基础。

本教材适用于高职高专学校机械、机电、模具、数控、电子等专业 CAD/CAM 应用或计算机辅助设计等课程，可供培训机构作为培训教材，也可作为工程技术人员的参考资料。

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。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目 (CIP) 数据

Pro/ENGINEER 项目教程 / 陈颖, 韩加好, 杨小军编著. —北京: 清华大学出版社; 北京交通大学出版社, 2010.10

ISBN 978-7-5121-0371-9

I. ①P… II. ①陈… ②韩… ③杨… III. ①机械设计: 计算机辅助设计-应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire-教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 193638 号

责任编辑: 谭文芳 特邀编辑: 李晓敏

出版发行: 清华大学出版社 邮编: 100084 电话: 010-62776969 <http://www.tup.com.cn>

北京交通大学出版社 邮编: 100044 电话: 010-51686414 <http://press.bjtu.edu.cn>

印刷者: 北京瑞达方舟印务有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印张: 15.5 字数: 397 千字

版 次: 2010 年 10 月第 1 版 2010 年 10 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5121-0371-9/TH·34

印 数: 1~4 000 册 定价: 25.00 元

本书如有质量问题, 请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评, 我们表示欢迎和感谢。

投诉电话: 010-51686043, 51686008; 传真: 010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

前 言

Pro/ENGINEER 软件由美国参数技术公司 (Parametric Technology Corporation, PTC) 开发, 在三维造型软件领域处于领先地位, 并作为 CAD/CAE/CAM 领域的新标准而得到广泛认可和推广, 是现今最成功的 CAD/CAM 软件之一。

Pro/ENGINEER 采用了模块化设计方式, 可以分别进行草图绘制、零件制作、装配设计、工程图生成、钣金设计、加工处理等工作, 用户可以按照自己的需要进行选择使用。它第一次提出了参数化设计的概念, 能够将设计至生产全过程集成于一体, 实现并行工程设计, 被广泛应用于机械、电子、航空等领域。本书以最新的 Pro/ENGINEER 野火版为基础, 主要讲解 Pro/ENGINEER 草图绘制、零件制作、装配设计、工程图生成等模块的内容。

本书的编写采用项目导入任务驱动模式, 每个任务由一个实例或几个实例组成, 每个实例读者均能按照后面详细的步骤讲解很容易地完成。在内容编排上独具匠心, 有利于提高学生的学习兴趣, 帮助学生获得学习成就感, 是工程类书籍中极少能寓教于乐的教材。书中内容融入了几位编者多年的教学实践经验, 穿插在实例操作步骤中的知识讲解带给读者一个清晰的学习思路, 作为注意点的技巧方法带给读者有益的提醒和提示。本书不仅适合一般的工程人员作为学习 Pro/ENGINEER 的入门教材, 也非常适合作为学校学生教材; 是一本既有内容, 又有教法的优秀教材。课后习题翔实、有针对性, 完全可以满足教学和练习的需要, 也可以起到上机或实训指导书的作用。作为一本学习 Pro/ENGINEER 的入门书籍, 本书特色突出, 优点明显, 克服了许多工程类教材不适合用于教学和学习的缺点, 既便于学也便于教, 还便于练。

参加本书编写工作人员均是从事 CAD/CAM 教学与实际应用多年的一线教师, 主要有: 陈颖 (编写项目 1~项目 5), 杨小军 (编写项目 6), 韩加好 (编写项目 7), 全书由陈颖老师统稿。

由于编者水平有限, 书中难免有缺点和错误之处, 恳请广大读者和专家批评指正。

编 者
2010 年 10 月

目 录

项目 1 Pro/ENGINEER 基本知识及操作	1
任务 1-1 Pro/ENGINEER 基本知识及操作	1
一、任务内容	1
二、任务目的	1
三、任务实施	1
四、知识扩展	5
五、上机练习	7
项目 2 草图绘制	8
任务 2-1 正六边形草图绘制实例	8
一、任务内容	8
二、任务目的	8
三、任务实施	8
四、知识讲解	11
五、知识扩展	20
六、上机练习	21
任务 2-2 中等复杂草图绘制实例	22
一、任务内容	22
二、任务目的	22
三、任务实施	22
四、知识讲解	25
五、知识扩展	29
六、上机练习	33
项目 3 三维实体特征建立	36
任务 3-1 拉伸、旋转特征绘制实例	36
一、任务内容	36
二、任务目的	36
三、任务实施	36
四、知识讲解	46
五、知识扩展	50
六、上机练习	50
任务 3-2 扫描、混合特征绘制实例	53
一、任务内容	53
二、任务目的	53

三、任务实施	53
四、知识讲解	63
五、知识扩展	66
六、上机练习	66
任务 3-3 构建特征绘制实例——孔特征	68
一、任务内容	68
二、任务目的	68
三、任务实施	68
四、知识讲解	71
五、知识扩展	72
六、上机练习	73
任务 3-4 构建特征绘制实例——圆角、倒角、拔模、肋特征	75
一、任务内容	75
二、任务目的	76
三、任务实施	76
四、知识讲解	85
五、知识扩展	86
六、上机练习	86
任务 3-5 螺旋扫描特征绘制实例	88
一、任务内容	88
二、任务目的	88
三、任务实施	88
四、知识讲解	92
五、知识扩展	92
六、上机练习	95
任务 3-6 基准特征创建	96
一、任务内容	96
二、任务目的	97
三、任务实施	97
四、知识扩展	106
五、上机练习	108
项目 4 三维实体特征编辑和操作	111
任务 4-1 镜像和复制实例绘制	111
一、任务内容	111
二、任务目的	111
三、任务实施	111
四、知识扩展	116
五、上机练习	117

任务 4-2 特征阵列实例绘制	117
一、任务内容	117
二、任务目的	117
三、任务实施	117
四、知识扩展	127
五、上机练习	128
任务 4-3 特征操作实例绘制	129
一、任务内容	130
二、任务目的	130
三、任务实施	130
四、知识扩展	136
五、上机练习	137
任务 4-4 减速器箱体、箱盖绘制	137
一、任务内容	137
二、任务目的	137
三、任务实施	137
四、知识扩展	150
五、上机练习	150
项目 5 曲面特征建立	153
任务 5-1 基本曲面绘制实例	153
一、任务内容	153
二、任务目的	153
三、任务实施	153
四、知识扩展	159
五、上机练习	161
任务 5-2 边界混合曲面绘制实例	164
一、任务内容	164
二、任务目的	164
三、任务实施	164
四、知识扩展	183
五、上机练习	185
项目 6 装配设计	187
任务 6-1 平口钳装配实例	187
一、任务内容	187
二、任务目的	187
三、任务实施	187
四、知识讲解	199
五、知识扩展	200
六、上机练习	206

项目 7 工程图绘制	211
任务 7-1 平口钳螺母零件工程图绘制	211
一、任务内容	211
二、任务目的	211
三、任务实施	211
四、知识讲解	232
五、知识扩展	233
六、上机练习	239

项目 1 Pro/ENGINEER 基本知识及操作

任务 1-1 Pro/ENGINEER 基本知识及操作

一、任务内容

- ✎ Pro/ENGINEER 功能模块;
- ✎ Pro/ENGINEER 软件的特点;
- ✎ 启动 Pro/ENGINEER 野火版 4.0;
- ✎ Pro/ENGINEER 野火版 4.0 用户界面;
- ✎ 设置 Pro/ENGINEER 工作目录。

二、任务目的

- ✎ 初步了解 Pro/ENGINEER 软件的模块、特点;
- ✎ 初步认识软件的基本界面;
- ✎ 掌握工作目录的概念及其设定方法。

三、任务实施

1. Pro/ENGINEER 功能模块简介

Pro/ENGINEER 软件是美国 PTC 公司 (Parametric Technology Corporation, 参数技术公司) 的产品。PTC 公司于 1985 年在美国波士顿成立, 1988 年 Pro/ENGINEER 一问世, 即引起机械 CAD/CAE/CAM 界的极大震动, 20 多年来该软件不断发展完善, 目前 PTC 公司已占全球 CAID/CAD/CAE/CAM/PDM 市场份额的 43% 以上, 成为 CAID/CAD/CAE/CAM/PDM 领域最具代表性的软件公司, Pro/ENGINEER 软件产品的总体设计思想体现了机械 CAD 软件的发展趋势, 在国际 CAD 软件市场上处于领先地位。

Pro/ENGINEER 目前共有 80 多个专用模块, 涉及工业设计、机械设计、功能仿真、加工制造等方面, 为用户提供全套解决方案。Pro/ENGINEER 常用的模块主要有:

- ✎ Pro/ENGINEER 的基本模块;
- ✎ 复杂零件的曲面设计模块;
- ✎ 复杂产品的装配设计模块;
- ✎ 运动仿真模块;
- ✎ 结构强度分析模块;

- ☞ 疲劳分析模块;
- ☞ 塑料流动分析模块;
- ☞ 热分析模块;
- ☞ 公差分析及优化模块;
- ☞ 数控编程模块;
- ☞ 通用数控后处理模块;
- ☞ 数控钣金加工编程模块;
- ☞ 数控仿真及优化模块;
- ☞ 模具设计模块;
- ☞ 二次开发工具包。

其中 Pro/ENGINEER 的基本模块 (Foundation) 包括下列功能: 基于参数化特征零件设计、基本装配、钣金设计、工程图设计及二维草绘, 自动生成相关图纸明细表、Web 超文本链接及 VRML/HTML 格式输出、标准件库等。其基本模块是本书学习的重点之一。

2. Pro/ENGINEER 软件的特点

PTC 提出的单一数据库、参数化、基于特征、全相关及工程数据再利用等概念改变了机械 CAD 的传统观念, 这种全新的概念已成为当今世界机械 CAD 领域的新标准。利用此概念写成的第三代机械 CAD 产品——Pro/ENGINEER (简称 Pro/E) 软件能将产品从设计至生产的过程集成在一起, 让所有的用户同时进行同一产品的设计制造工作, 即所谓的并行工程。

Pro/ENGINEER 是基于特征的全参数化软件, 该软件所创建的三维模型是一种全参数化的三维模型。“全参数化”有三个层面的含义, 即特征截面几何的全参数化、零件模型的全参数化及装配体模型的全参数化。

零件模型、装配模型、制造模型、工程图之间是全相关的, 也就是说, 工程图的尺寸被修改以后, 其父零件模型的尺寸也会相应更改; 反之, 零件、装配或制造模型中的任何改变, 也可以在其相应的工程图中反映出来。

3. 启动 Pro/ENGINEER 软件

一般来说有两种方法可启动并进入 Pro/ENGINEER 软件环境。

方法一: 双击 Windows 桌面上的 Pro/ENGINEER 软件快捷图标, 如图 1-1-1 所示。



图 1-1-1 快捷方式图标

说明: 只要是正常安装, Windows 桌面上会显示 Pro/ENGINEER 软件快捷方式图标。

方法二: 单击 Windows 桌面左下角【开始】→【程序】→【PTC】→【Pro ENGINEER】→【Pro ENGINEER】命令, 系统便进入 Pro/ENGINEER 软件环境, 如图 1-1-2 所示。



图 1-1-2 通过 Windows 的【开始】菜单启动软件

4. 认识 Pro/ENGINEER 软件用户界面

Pro/ENGINEER 中文野火版 4.0 界面包含主菜单区、主菜单工具栏、特征命令工具栏、导航栏、工作区、信息显示区、过滤栏，如图 1-1-3 所示。

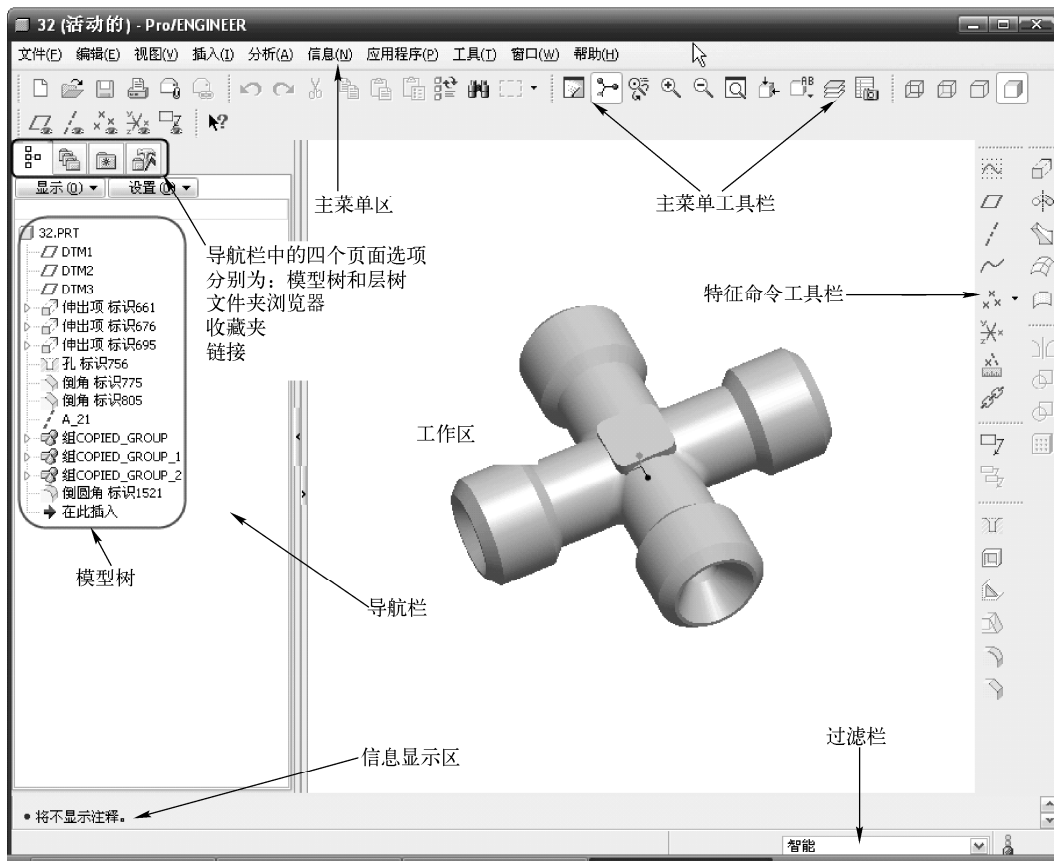


图 1-1-3 Pro/ENGINEER 中文野火版 4.0 界面

(1) 主菜单区

主菜单又称下拉菜单。包含创建、保存、修改模型和设置 Pro/ENGINEER 环境的一些命令。

(2) 主菜单工具栏

主菜单工具栏又称顶部工具栏按钮区。工具栏的命令按钮为快速进入命令及设置工作环境提供了极大的方便，用户可以根据具体情况定制工具栏。

说明：菜单命令和工具栏中有些呈灰色状态的，是处于非激活状态。这是因为它们目前还没有处在发挥功能的环境中，一旦进入有关环境，便会自动激活。

工具栏中各种快捷按钮的含义和作用将在后续的课程中逐步讲到，在此不必强记。

(3) 导航栏

导航栏选项卡包括 4 个页面选项：模型树或层树、文件夹浏览器、收藏夹和链接。

模型树中列出了活动文件中的所有零件及特征，并以树的形式显示模型结构，根对象（活动零件或组件）显示在模型树顶部，其从属对象（零件或特征）位于根对象之下。例如在活动装配文件中，模型树列表的顶部是组件，组件下方是每个元件零件的名称；在活动零件中，模型树列表的顶部是零件，零件下方是每个特征的名称。若打开多个 Pro/ENGINEER 模型，则模型树只反映活动模型的内容。

通过层树可以有效地组织和管理模型中的层。

文件夹浏览器类似于 Windows 的资源管理器，用于浏览文件。

收藏夹用于有效组织和管理个人资源。

链接用于连接网络资源及网上协调工作。

(4) 工作区

工作区是 Pro/ENGINEER 各种模型图像的显示区。

(5) 特征命令工具栏

特征命令工具栏又称工具栏按钮区。工具栏中各种快捷按钮的含义和作用将在后续的课程中逐步讲到，在此不必强记。

(6) 信息显示区

信息显示区又称消息区。在用户操作软件的过程中，信息显示区会实时地显示当前操作步骤的相关提示等消息，以引导用户进行操作。信息显示区有一个可见的边线，将其与图形区分开，若要增加或减少可见消息行的数量，可以将鼠标指针置于边线上，按住鼠标左键，将指针移动到所期望的位置。

(7) 过滤栏

过滤栏又称智能选取栏。主要用于快速选取所需要的某类项目（如几何或基准等）。

5. 设置 Pro/ENGINEER 工作目录


Pro/ENGINEER 软件和其他软件不同，文件保存时会自动保存在一个目录中，打开文件时也会自动打开这个目录中的文件，而不能像其他很多软件一样将文件另存在自己想要的目录中，这个自动保存的目录就是 Pro/ENGINEER 的工作目录。

在开始工作或新建文件之前，最要紧的事情就是要设置好自己的工作目录，否则会严重影响 Pro/ENGINEER 的全相关性，同时也会使文件的保存、删除等操作产生混乱。

设置 Pro/ENGINEER 工作目录的常用方法有以下两种。

方法一：临时工作目录的设置，步骤如下。

步骤 1 在 D 盘新建目录 ktlx。

步骤 2 双击桌面图标，打开 Pro/ENGINEER 软件。

步骤 3 选择菜单【文件】→【设置工作目录】命令。


步骤 4 在弹出的【选取工作目录】对话框中选取 D 盘新建的目录，即“D:”→“ktlx”

步骤 5 单击【确定】按钮。

完成以上操作以后，目录“D:\ktlx”即变成当前工作目录，在信息显示区将显示：【成功地改变到“D:\ktlx”目录】。将来文件的创建、保存、自动打开、删除等操作都将在该目录文件中进行。

注意：这样设置的工作目录只是临时工作目录，在 Pro/ENGINEER 软件或计算机关闭后，重新启动 Pro/ENGINEER 软件时，这个设置的工作目录即失效，需要重新设定。这个工作目录的设定方法主要用在一些公众场合或借用别人的计算机时。

方法二：永久工作目录的设置，步骤如下。

步骤 1 右击桌面图标，在弹出的快捷菜单中选择【属性】命令。

步骤 2 如图 1-1-4 所示，在弹出的【Pro ENGINEER 属性】对话框中，单击【快捷方式】标签，然后在【起始位置】文本栏中输入“D:\ktlx”，并单击【确定】按钮。这样就成功地将工作目录改成“D:\ktlx”，这个目录也叫做 Pro/ENGINEER 的系统启动目录。



图 1-1-4 【Pro ENGINEER 属性】对话框

四、知识扩展

1. Pro/ENGINEER 软件常用模块的功能

Pro/ENGINEER 软件模块很多，但机械类专业常用模块主要有以下几种，其功能如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 Pro/ENGINEER 软件常用模块的功能

常用模块	基本功能
Pro/ENGINEER 的基本模块 (Foundation)	基于参数化特征零件设计
	基本装配功能
	钣金设计
	工程设计及二维图绘制
	自动生成相关图纸明细表
	照片及效果图生成
	焊接模型建立及文本生成等
复杂零件的曲面设计模块 (Advanced Surface Extension)	参数化曲面建立
	逆向工程工具 (三坐标测量机)
	直接的曲面建立工具
	强大的曲面曲线分析功能
复杂产品的装配设计模块 (Advanced Assembly Extension)	将设计数据及任务传递给不同功能模块设计队伍的强大工具
	大装配的操作及可视化能力
	装配流程的生成
	定义及文本生成
运动仿真模块 (Motion Simulation Option)	Pro/MECHANICA 机构运动性能的仿真
	运动学及动力学分析
	凸轮、滑槽、摩擦、弹簧、冲击分析与模拟
	干涉及冲突检查
	载荷与反作用力
	参数化优化结果研究
模具设计模块 (Tool Design Option)	由设计模型直接拆分模具型腔
	标准模架导柱导套
	与注射分析集成
	BOM (材料清单) 及图样自动生成
数控编程模块 (Production Machining Option)	z 轴半的数控编程
	多曲面 3 轴数控编程
	4 轴数控车床及 4 轴电加工编程
	提供机床低级控制指令
	精确材料切削仿真
	智能化生成工艺流程及工艺卡片
	所有机床后处理

2. Pro/ENGINEER 野火版 4.0 新功能简介

Pro/ENGINEER 野火版 4.0 新增的功能有以下几方面。

诊断草图的功能，包括诊断图元的封闭区域、开放区域、重叠区域及诊断图元是否满足相应的特征要求。

【自动倒圆角】命令，可以同时零件的面组上创建多个恒定半径的倒圆角特征。

在 Pro/ENGINEER 野火版 4.0 中，可以在相切的面上抽壳。

3. 系统配置文件简介

在 Pro/ENGINEER 野火版 4.0 中，有一个名为 config.pro 的系统配置文件，可以利用这个文件预设 Pro/ENGINEER 软件的工作环境和全局设置。例如，Pro/ENGINEER 软件的界面是中文还是英文或者中英双语，它是由系统文件 config.pro 中的一个选项 menu_translation 来控制的，这个选项有 3 个可选的值：yes、no 和 both，它们分别可以使软件界面为中文、英文和中英文双语。

配置文件的设置方法本书将在后续内容中详细讲解。

五、上机练习

1-1-1 将永久工作目录设置为“D:\ktx”，将临时工作目录设置为“D:\ktx\当天的日期”（比如是 2010 年 2 月 19 日上机，即将临时工作目录设为“D:\ktx\20100219”）。

1-1-2 打开 Pro/ENGINEER 野火版 4.0，熟悉软件界面。

项目2 草图绘制

截面草图的绘制是许多特征创建的基础，在创建拉伸、旋转、扫描、混合等特征时，须以特征的截面形状为基础进行操作，这些截面形状可以通过草绘功能来完成。另外，在造型中用到的基准曲线、X 截面等也需要通过草图来定义。

任务 2-1 正六边形草图绘制实例

一、任务内容

- ✎ 新建草绘文件，进入草绘环境界面；
- ✎ 完成简单正六边形草绘任务。

二、任务目的

- ✎ 学会新建草绘文件，熟悉草绘环境界面；
- ✎ 了解草绘基本概念，约束、强尺寸、弱尺寸等；
- ✎ 掌握基本草绘工具，直线、矩形、圆、尺寸、修改尺寸等；
- ✎ 掌握基本草绘编辑工具，选取、删除、图元的操纵、修剪等。

三、任务实施

任务要求：创建如图 2-1-1 所示的草绘图形，具体操作步骤如下。

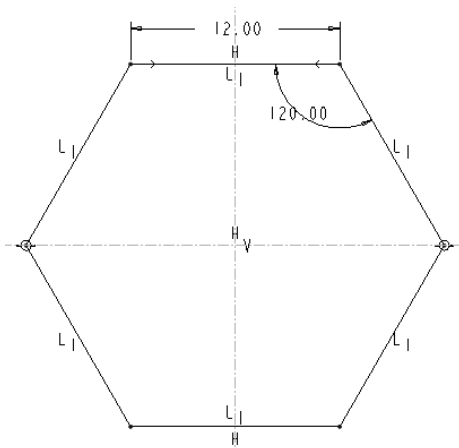


图 2-1-1 草绘图形的创建

步骤 1 打开 Pro/ENGINEER 中文野火版 4.0。

步骤 2 设置工作目录为“D:\ktx”，方法如前。

步骤 3 新建草绘文件。

单击绘图区上方主菜单工具栏【新建】按钮，系统弹出【新建】对话框，如图 2-1-2 所示，在该对话框中选中【草绘】单选按钮，在【名称】文本框中输入草绘名称“ktx2-1-01”，单击【确定】按钮，进入草绘工作界面，如图 2-1-3 所示。

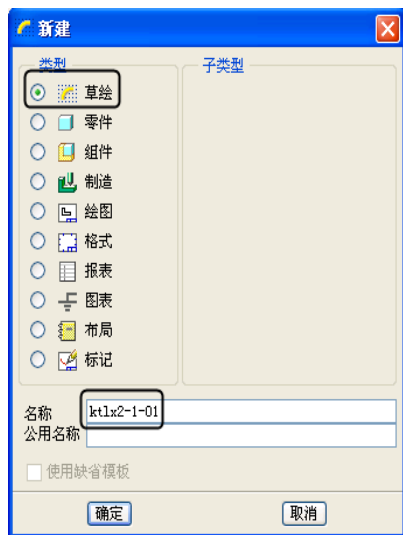


图 2-1-2 【新建】对话框

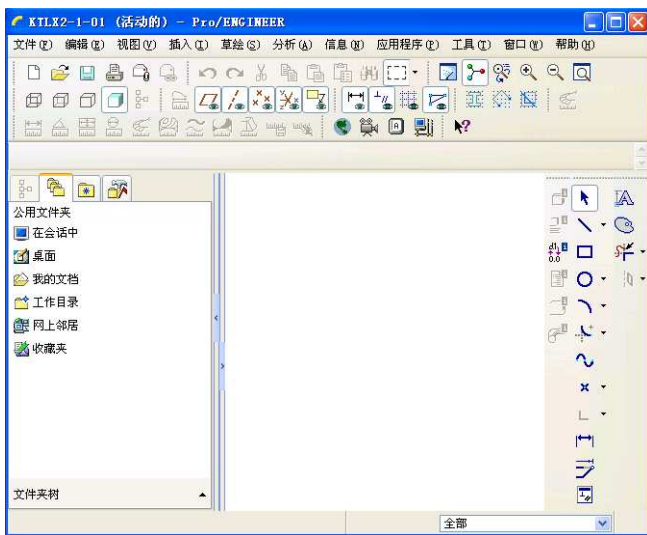








图 2-1-3 草绘工作界面


步骤 4 绘制中心线。

单击工作区右边草绘工具栏直线命令  右面的三角按钮 ，出现 ，单击中心线命令 ，在绘图区单击鼠标左键，一条中心线附着在鼠标指针上，沿水平方向拉动鼠标到中心线上出现【H】水平约束符号，再次单击鼠标左键，水平中心线绘制完毕。采用同样方法绘制竖直中心线，出现【V】竖直约束符号。绘制的中心线如图 2-1-4 所示。

提示：在 Pro/ENGINEER 草绘中，中心线的长度是无限的。

注意：在草绘工具条中，命令按钮右边带有  符号的，表示这个按钮中包含多个按钮。单击  符号则系统会自动弹出包含的所有按钮。

步骤 5 绘制直线。

单击草绘工具条中直线命令 ，在绘图区的直线起始点单击左键，这时可以看到一条“橡皮筋”线附着在鼠标指针上，单击直线终点位置，系统便在两点间创建一条直线，并且在直线的终点处出现另一条“橡皮筋”线，重复以上操作，可创建连续线段，直到将 6 条线画完（不用追求六条线准确的长度和角度），单击鼠标中键，完成六边形绘制，再次单击鼠标中键完成直线绘制，完成的草绘如图 2-1-5 所示。

说明：

Pro/ENGINEER 草绘时，系统会根据图形的方位自动添加部分约束以辅助绘图，如水