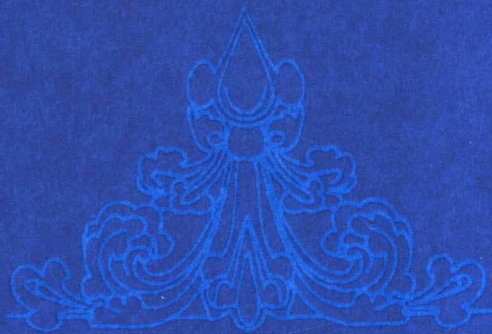
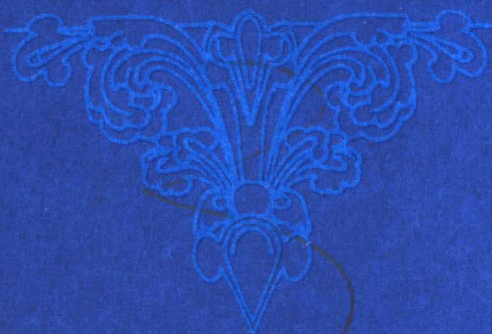


高等学校计算机基础教育教材精选



Pro/ENGINEER

基础建模与运动仿真教程



孙进平 主编

清华大学出版社



内 容 简 介

本书从入门开始,介绍了在 Pro/ENGINEER Wildfire 中进行零件设计的一般过程、模型装配、动画制作及机构运动仿真等内容。本书从工程设计实际出发,以减速器这一典型部件为主线,按类分别详细地介绍了减速器的全部零件造型过程,以使初学者能够很快地全面掌握零件的造型方法。

本书详细地介绍了 Pro/ENGINEER Wildfire 通用模块、动画模块和 Mechanism(机械)模块的主要功能、使用方法与技巧。书中的机构运动仿真、动画制作与技巧是作者多年的经验积累,相信对读者提高动画制作的能力有很大的帮助。

本书可作为本科院校、专科及高等职业院校的教材,也可作为 Pro/ENGINEER Wildfire 有关技术人员学习的参考书。

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 基础建模与运动仿真教程/孙进平主编. —北京:清华大学出版社, 2007.12

(高等学校计算机基础教育教材精选)

ISBN 978-7-302-16145-5

I. P… II. 孙… III. 机械设计: 计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER—高等学校—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 144892 号

责任编辑:张 民 顾 冰

责任校对:李建庄

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社 总 机:010-62770175

邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015

客户服务:010-62776969

印 装 者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:10.75

字 数:244 千字

版 次:2007 年 12 月第 1 版

印 次:2007 年 12 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:18.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:021372-01

出版说明

—— 高等学校计算机基础教育教材精选 ——

在教育部关于高等学校计算机基础教育三层次方案的指导下,我国高等学校的计算机基础教育事业蓬勃发展。经过多年的教学改革与实践,全国很多学校在计算机基础教育这一领域中积累了大量宝贵的经验,取得了许多可喜的成果。

随着科教兴国战略的实施以及社会信息化进程的加快,目前我国的高等教育事业正面临着新的发展机遇,但同时也面对新的挑战,这些都对高等学校的计算机基础教育提出了更高的要求。为了适应教学改革的需要,进一步推动我国高等学校计算机基础教育事业的发展,我们在全中国各高等学校精心挖掘和遴选了一批经过教学实践检验的优秀教学成果,编辑出版了这套教材。教材的选题范围涵盖了计算机基础教育的三个层次:面向各高校开设的计算机必修课、选修课,以及与各类专业相结合的计算机课程。

为了保证出版质量,同时更好地适应教学需求,本套教材将采取开放的体系和滚动出版的方式(即成熟一本,出版一本,并保持不断更新),坚持宁缺毋滥的原则,力求反映我国高等学校计算机基础教育的最新成果,使本套丛书无论在技术质量上还是在文字质量上均成为真正的“精选”。

清华大学出版社一直致力于计算机教育用书的出版工作,在计算机基础教育领域出版了许多优秀的教材。本套教材的出版将进一步丰富和扩大我社在这一领域的选题范围、层次和深度,以适应高校计算机基础教育课程层次化、多样化的趋势,从而更好地满足各学校由于条件、师资和生源水平、专业领域等的差异而产生的不同需求。我们热切期望全国广大教师能够积极参与到本套丛书的编写工作中来,把自己的教学成果与全国的同行们分享;同时也欢迎广大读者对本套教材提出宝贵意见,以便我们改进工作,为读者提供更好的服务。

我们的电子邮件地址是: jiaoh@tup.tsinghua.edu.cn; 联系人:焦虹。

清华大学出版社

前言

Pro/ENGINEER 基础建模与运动仿真教程

Pro/ENGINEER 是美国参数技术公司 (Parametric Technology Corporation, PTC) 开发的新一代三维设计软件,是从设计到制造一体化的产品造型系统。PTC 公司提出的数据库、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,这种全新的概念已成为当今世界机械 CAD/CAE/CAM 领域的新标准。利用该概念开发出来的第三代机械 CAD/CAE/CAM 产品 Pro/ENGINEER Wildfire 版更是充分利用网络资源,诠释了并行工程的应用之意。

该软件系统的内容涵盖了产品概念设计、工业造型设计、三维模型设计、分析计算、动态模拟与仿真、工程图的输出、生产加工及成本的全过程。现已推出的 Wildfire 2.0 版本使得用户选择和操作的过程大为简化而且功能更加强大,又将三维设计软件的易用性、设计的高效率、功能的实用性推向一个新的高度。随着制造业信息化的迅速发展,Pro/ENGINEER 软件必将在机械、航空航天、汽车、模具、电子、通信、家电、玩具、工业设计等诸多领域得到越来越广泛的应用。

学习本软件只靠理论学习和少量的练习是不够的。作者写作本书的目的是使读者在理论学习的基础上通过大量的经典范例迅速掌握各种零件的建模思想、方法和技巧,并在熟练掌握零件造型的基础上,进一步学习模型装配、动画设计、机构运动仿真。

为了使本书更具有代表性和广泛性,书中根据减速器包含了一般零件、传动零件、标准零件三大类零件的特点,以 ZD7-6-I 型减速器为例,介绍了在 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 中进行零件设计的一般过程、模型装配、动画制作及机构运动仿真等内容。

本书详细地介绍了 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 通用模块、动画模块和 Mechanism(机械)模块的主要功能、使用方法与技巧。书中的机构运动仿真、动画制作与技巧是作者多年的经验积累,相信对读者提高动画制作的能力有很大的帮助。

读者可以在本书的具体引导下完成全部这些范例,争取达到在较少的时间内掌握较多技能,并形成完整知识链条的效果。

本书由孙进平(第 3、4 章)主编,参加编写工作的还有姚继权(第 1、2、4、5、8 章)、靳春华(第 3、6、7 章)。此外徐芳、徐兴强、张彪、郑成志、金宁也参加了本书的编写工作。

本书最后由孙进平、姚继权统稿。

感谢清华大学出版社的编辑在本书编辑过程中给予的热情支持与帮助,感谢他们认

真、辛勤的工作。

本书可作为本科院校、专科及高等职业院校的教材,也可作为 Pro/ENGINEER Wildfire 有关技术人员学习的参考书。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,欢迎使用本书的读者提出宝贵的经验。

编 者



目录

Pro/ENGINEER 基础建模与运动仿真教程

第 1 章 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 安装	1
1.1 Pro/ENGINEER 软件概述	1
1.2 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 安装指南	2
1.2.1 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 安装软件和硬件要求	2
1.2.2 虚拟内存的设置	2
1.2.3 设置简体中文安装环境	4
1.2.4 网卡物理地址的查询	4
1.2.5 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 软件安装许可证文件的生成	4
1.3 安装 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 软件	6
1.4 安装 Pro/ENGINEER Structural and Thermal Simulation 软件包	11
1.5 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 软件模块	15
第 2 章 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 开发环境	17
2.1 中文界面的设置	17
2.2 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 软件界面简介	19
2.2.1 “文件”下拉菜单	20
2.2.2 “编辑”下拉菜单	23
2.2.3 “视图”下拉菜单	23
2.2.4 “插入”下拉菜单	24
2.2.5 “分析”下拉菜单	25
2.2.6 “信息”下拉菜单	25
2.2.7 “应用程序”下拉菜单	25
2.2.8 “工具”下拉菜单	27
2.2.9 “窗口”下拉菜单	28
2.2.10 “帮助”下拉菜单	28
2.3 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 的软件包介绍	29
2.3.1 Pro/PART	30
2.3.2 Pro/SURFACE	30
2.3.3 Pro/ASSEMBLY	31

2.3.4	Pro/DETAIL	32
2.3.5	Pro/MECHANICA	32
2.3.6	Pro/SHEETMETAL	32
2.3.7	Pro/MOLDESIGN	33
2.4	鼠标的操作	33
2.5	Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 的零件实体绘制简介	33
2.5.1	设置“创建零件”环境	33
2.5.2	创建零件实体的过程	34
2.5.3	进入草绘状态	35
2.5.4	草图的修改	36
第 3 章	典型零件造型设计	38
3.1	零件造型设计流程和方法	38
3.1.1	零件造型设计流程	38
3.1.2	零件造型方法	39
3.2	轴、盘类零件造型	39
3.2.1	阶梯轴造型	39
3.2.2	圆柱齿轮造型	43
3.2.3	齿轮轴造型	52
第 4 章	常用标准件的造型设计	60
4.1	盘类零件的造型设计	60
4.1.1	视孔盘垫的造型	60
4.1.2	主动轴通盖的造型	62
4.2	螺纹类零件的造型	64
4.2.1	观油器的造型	64
4.2.2	六角头螺栓的造型	65
4.3	普通球轴承的造型	67
第 5 章	箱体类零件造型设计	74
5.1	箱座零件的造型设计	74
5.1.1	箱座箱框和底板体的造型	75
5.1.2	箱座前后肩台的造型	78
5.1.3	箱座凸台的造型	82
5.1.4	箱座肋板的造型	83
5.1.5	箱座光孔的造型	84
5.1.6	箱座螺栓孔的造型	85
5.1.7	箱座耳板的造型	87



5.1.8	箱座底板槽的造型	87
5.1.9	箱座铸造圆角的造型	87
5.2	箱盖零件的造型设计	88
5.2.1	箱盖箱框的造型	88
5.2.2	箱盖底板体的造型	89
5.2.3	箱盖前后肩台的造型	90
5.2.4	箱盖螺栓孔凸台的造型	94
5.2.5	箱盖螺栓孔的造型	95
5.2.6	箱盖天窗的造型	96
5.2.7	箱盖肋板的造型	99
5.2.8	箱盖铸造圆角的造型	101
第 6 章	模型装配	103
6.1	概述	103
6.2	模型装配对话框	103
6.3	装配约束类型	105
6.4	装配连接类型	109
6.5	允许假设和强制对齐	110
6.5.1	允许假设	110
6.5.2	强制对齐	111
6.6	元件的复制与阵列	111
6.6.1	元件的复制	111
6.6.2	元件的阵列	112
6.7	全局干涉	114
6.8	减速器的装配应用	114
第 7 章	动画设计	121
7.1	概述	121
7.2	“动画”菜单与工具命令图标	122
7.2.1	“动画”菜单	123
7.2.2	动画模块工具命令图标	123
7.3	减速器的分解及安装动画制作	127
7.3.1	制作子动画	127
7.3.2	制作减速器分解动画	130
7.3.3	制作减速器安装动画	132
7.4	减速器的传动动画制作	132

第 8 章 机构运动仿真	135
8.1 概述	135
8.2 机构设计中的菜单与工具图标	136
8.2.1 机械设计中的菜单	136
8.2.2 机构模块工具命令图标	137
8.3 创建机构	138
8.3.1 建立运动连接	138
8.3.2 使用拖动	140
8.3.3 连接轴设置	140
8.3.4 齿轮副	141
8.3.5 运动分析环境设定	142
8.4 添加驱动器	145
8.5 运行机构仿真	149
8.6 分析仿真结果	150
8.6.1 结果回放	150
8.6.2 测量定义与测量图形绘制	151
8.6.3 轨迹曲线	152
8.7 减速器机构运动仿真实例	152
8.7.1 机构模型建立	152
8.7.2 应用拖动的方法创建运动仿真	153
8.7.3 应用齿轮副的方法创建运动仿真	155
8.7.4 运动仿真的结果输出	155
参考文献	157

1.1 Pro/ENGINEER 软件概述

Pro/ENGINEER 是美国参数技术公司 (Parametric Technology Corporation, PTC) 开发的从设计到制造一体化的新一代三维设计软件, 是产品造型系统。PTC 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 CAD (Computer Aided Design, 计算机辅助设计)、CAE (Computer Aided Engineering, 计算机辅助工程)、CAM (Computer Aided Manufacturing, 计算机辅助制造) 的传统观念, 在 Pro/ENGINEER 中主要强调特征的全相关性, 所有特征按照创建的先后顺序及参照有着严格的父子关系。这种全新的概念已成为当今世界机械 CAD、CAE、CAM 领域的新标准。利用该概念开发出来的第三代机械 CAD、CAE、CAM 产品 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 版更是充分利用网络资源, 是并行工程应用的代表。

Pro/ENGINEER 成为 CAID、CAD、CAE、CAM、PDM 领域最具有代表性的软件, 其产品的总体设计思想体现了 MDA 软件的发展趋势, 在国际 MDA 软件市场上已处于领先地位。已推出的 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 版本采用了新的用户模型作为交互手段, 使得选择和操作的过程大为简化而且功能更加强大。又将三维设计软件的易用性、设计的高效率、功能的实用性推向一个新的顶点。

Pro/ENGINEER 软件的主要特性有以下几点。

(1) 全相关性: Pro/ENGINEER (简称 Pro/E) 的所有模块都是全相关的。这就意味着在产品开发过程中某一处进行的修改, 能够扩展到整个设计中, 同时自动更新所有的工程文档, 包括装配体、设计图纸, 以及制造数据。全相关性鼓励在开发周期的任一点进行修改, 却没有任何损失, 并使并行工程成为可能, 所以能够使开发后期的一些功能提前发挥其作用。

(2) 基于特征的参数化造型: Pro/ENGINEER 使用用户熟悉的特征作为产品几何模型的构造要素。这些特征是一些普通的机械对象, 并且可以按预先设置很容易地进行修改。例如: 设计特征有弧、圆角、倒角等, 它们对工程人员来说是很熟悉的, 因而易于使用。装配、加工、制造以及其他学科都使用这些领域的特征。通过给这些特征设置参数 (不但包括几何尺寸, 还包括非几何属性), 然后修改参数很容易地进行多次设计迭代, 实

现产品开发。

(3) Pro/ENGINEER 建立在统一基层的数据库上,是所谓的单一数据库,就是工程中的资料全部来自一个库,使得每一个独立用户在为一件产品造型而工作,不管他是哪一个部门的。换言之,在整个设计过程的任何一处发生改动,亦可以前后反应在整个设计过程的相关环节上。这种独特的数据结构与工程设计的完整的结合,使得一件产品的设计结合起来。这一优点,使得设计更优化,成品质量更高。

(4) 装配管理: Pro/ENGINEER 的基本结构能够使使用者利用一些直观的命令,例如“啮合”、“插入”、“对齐”等很容易地把零件装配起来,同时保持设计意图。高级的功能支持大型复杂装配体的构造和管理,这些装配体中零件的数量不受限制。

(5) 易于使用: 菜单以直观的方式联级出现,提供了逻辑选项和预先选取的最普通选项,同时还提供了简短的菜单描述和完整的在线帮助,这种形式使得学习和使用更容易。

1.2 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 安装指南

1.2.1 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 安装软件和硬件要求

1. 软件环境要求

Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 不支持 Windows 98 操作系统,因此推荐采用 Windows 2000、Windows NT、Windows XP 或 Windows 2003 操作系统作为运行环境。

2. 硬件要求

(1) CPU: Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 软件支持多种 CPU 芯片,如 Intel 公司的 Pentium 系列及 AMD 公司的 K6、K7 等系列 CPU,建议使用 Pentium III 以上产品。

(2) 内存: 内存是决定运算速度的关键中介,Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 软件要求内存最少为 128MB,建议采用内存配置高于 256MB。

(3) 硬盘: 可以采用 IDE 或 SCSI 接口的硬盘,全部安装 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 软件需要硬盘空间在 2GB 以上。

(4) 主板: 建议采用 AGP 接口的主板。

(5) 显卡: 一般来说,Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 软件对显卡无特殊要求,但显卡要支持 OpenGL,因此显存最低为 16MB,推荐 64MB 或更大。

(6) 网卡: Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 安装要求必须有网卡支持,采用独立或集成网卡都可以。

(7) 显示器: 显示器最小 15 英寸,推荐 17 英寸或更大,要具有 1024×768 分辨率。

(8) 鼠标: 必须使用 3 键滚轮鼠标。

1.2.2 虚拟内存的设置

虚拟内存用硬盘空间做内存来弥补计算机 RAM 空间的缺乏。当物理内存用完后,



虚拟内存管理器选择最近没有用过的,低优先级的内存部分写到交换文件上,这个过程对应用是隐藏的。

就计算机运行速度方面而言,CPU 的 L1 和 L2 缓存速度最快,内存次之,硬盘再次之。但是虚拟内存使用的是硬盘的空间,为什么要使用速度最慢的硬盘来做为虚拟内存呢?因为计算机中所有运行的程序都需要经过内存来执行,如果执行的程序很大或很多,就会导致内存消耗殆尽。而硬盘空间动辄几十个吉字节甚至上百吉字节,为了解决这个问题,Windows 中运用了虚拟内存技术,即拿出一部分硬盘空间来充当内存使用。

Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 安装时可以设置中英文安装环境并可以改变虚拟内存大小。具体步骤如下:

① 在 Windows 系统上,右击“我的电脑”图标,在弹出的菜单中单击“属性”,弹出“系统属性”对话框,如图 1-1 所示。

② 单击“高级”选项卡再单击“性能”选项中的“设置”按钮,弹出“性能选项”对话框,如图 1-2 所示。

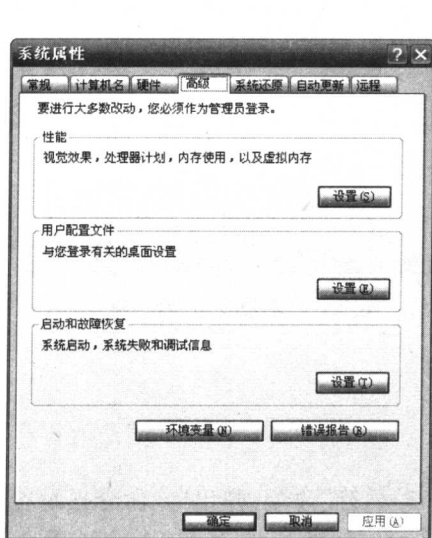


图 1-1 “系统属性”对话框

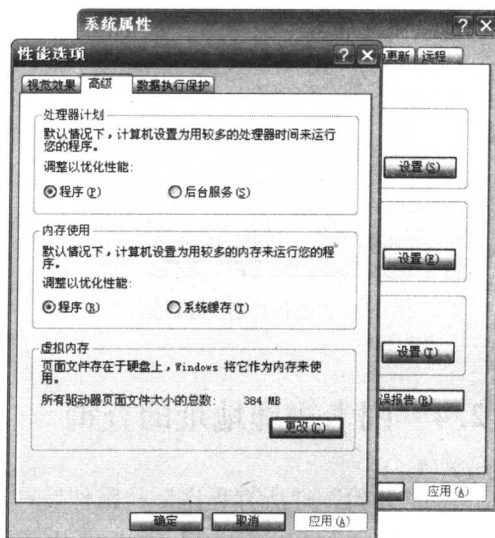


图 1-2 “性能选项”对话框

③ 在“性能选项”对话框中单击“高级”选项中的“更改”按钮,进入如图 1-3 所示的“虚拟内存”对话框。

④ 在“虚拟内存”对话框中,选择需要修改的驱动器名称,在“自定义”文本框中输入虚拟内存的初始值和最大值,单击“确定”按钮,回到“系统属性”对话框,再单击“确定”按钮,完成虚拟内存的设置。

虚拟内存大可以提高 Pro/ENGINEER 软件的运行性能,但是要占驱动器的空间。

根据一般的设置方法,虚拟内存交换文件最小值、最大值同时都可设为内存容量的 1.5 倍,但如果内存本身容量比较大,比如内存是 512MB,那么它占用的空间也是很可观的。所以可以这样设定虚拟内存的基本数值:内存容量在 256MB 以下,就设置为 1.5 倍;在 512MB 以上,设置为内存容量的一半;介于 256MB 与 512MB 之间的设为与内存容

量相同值。

1.2.3、设置简体中文安装环境

右击“我的电脑”→“属性”→“高级”→“新建”命令,设置简体中文变量值如图 1-4 所示,在“变量名”文本框中输入 lang,在“变量值”文本框中输入 chs,单击“确定”按钮完成中文安装环境。这样安装过程会正确显示简体中文,安装后软件运行也会显示简体中文。

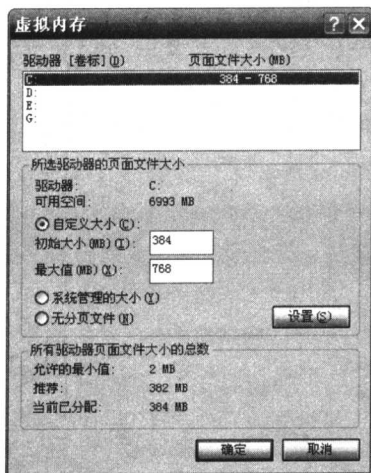


图 1-3 “虚拟内存”对话框



图 1-4 “环境变量”对话框

1.2.4 网卡物理地址的查询

单击“开始”→“所有程序”→“附件”→“C 命令提示符”命令,弹出“C 命令提示符”对话框。在命令行中输入: ipconfig/all,按 Enter 键,在出现的结果中找到 Physical Address(物理地址)下的字符串“00-11-5B-80-A0-6A”,如图 1-5 所示。注意,每台计算机的 Physical Address 都不一样。

1.2.5 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 软件安装许可证文件的生成

Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 安装软件共有 CD1、CD2、CD3 三张光盘,把 CD1crack 目录下的 crack.rar 文件用 WINRAR 解压缩软件解压到硬盘上的任意英文目录下,用记事本打开其中的 lic.dat 文件,然后单击记事本上的“编辑”→“替换”选项,如图 1-6 所示。在“查找内容”文本框中输入“11-22-33-44-55-66”,在“替换为”文本框中输入用刚才得到的网卡号,如本计算机为“00-11-5B-80-A0-6A”,单击“全部替换”按钮,保存文件,退出记事本。然后运行 keygen.bat,生成一个 license.dat 文件,如图 1-7 所示。

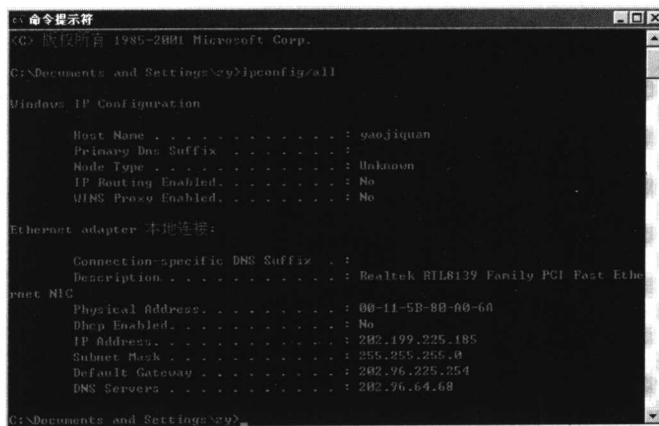
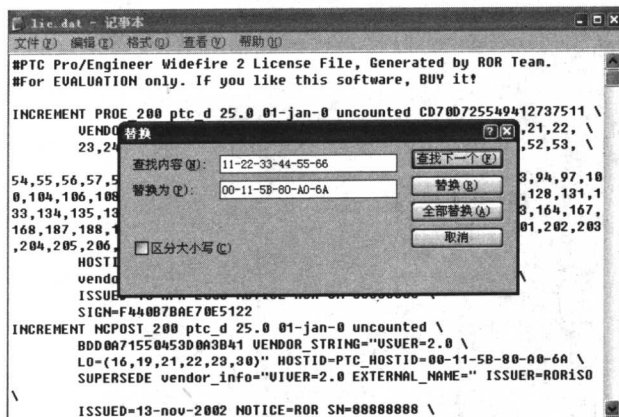


图 1-5 网卡物理地址的查询



1.3 安装 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 软件

可用虚拟光驱安装软件,即用虚拟光驱打开 CD1 镜像,这时安装程序自动运行。也可以采用安装光盘直接安装软件,步骤如下:

① 单击 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 光盘 CD1 上的 SETUP.EXE 文件,打开 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 的安装界面,如图 1-8 所示。

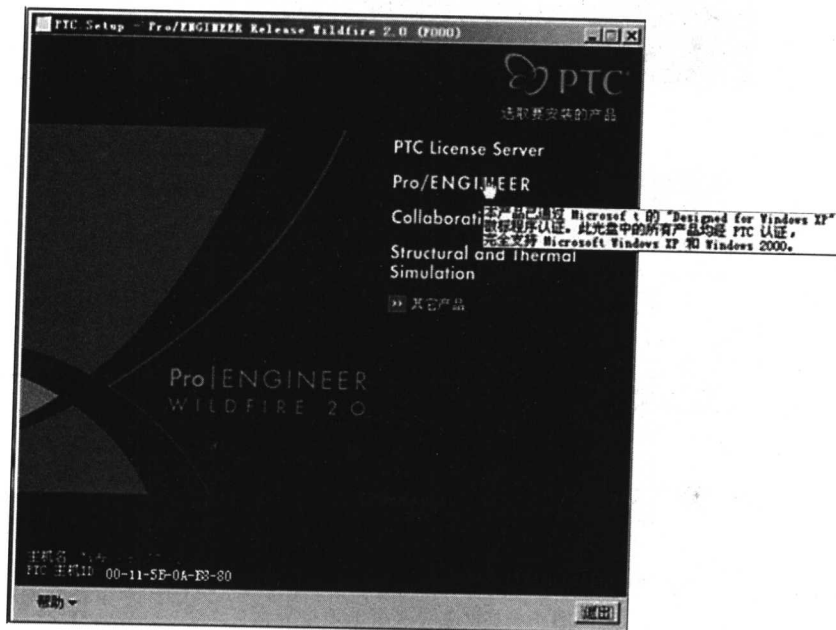


图 1-8 安装程序界面

② 单击 Pro/ENGINEER 选项,进入如图 1-9 所示的界面,选择程序安装的路径,可使用默认路径,也可更改安装的路径,如选择 D:\Program Files\ProeWildfire 2.0,如果 D 盘下没有该文件夹,计算机将自动创建一个文件夹。单击“下一个”按钮,打开“FLEXlm 许可证服务器”对话框,如图 1-10 所示。

③ 如图 1-10 所示,安装 license.dat 文件。单击“添加”按钮,在弹出的“指定许可服务器”对话框中,选择“Locked license file(no server running)”,即没有服务器运行的单机版,然后浏览找到生成的 license.dat 文件,单击“确定”按钮后单击“下一个”按钮,进入如图 1-11 所示安装界面。

④ 如果取默认项的话,就单击“下一个”按钮,进入如图 1-12 所示。单击“安装”按钮,开始安装软件。

软件安装中的界面如图 1-13 所示。

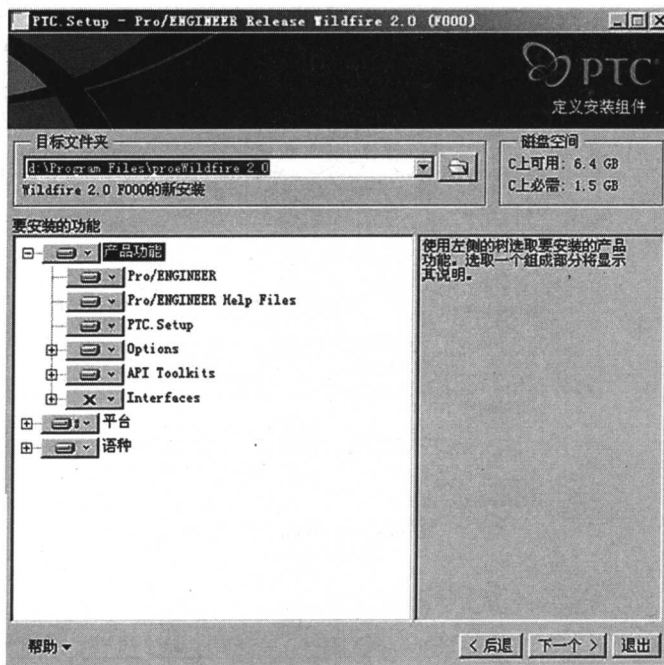


图 1-9 安装程序路径

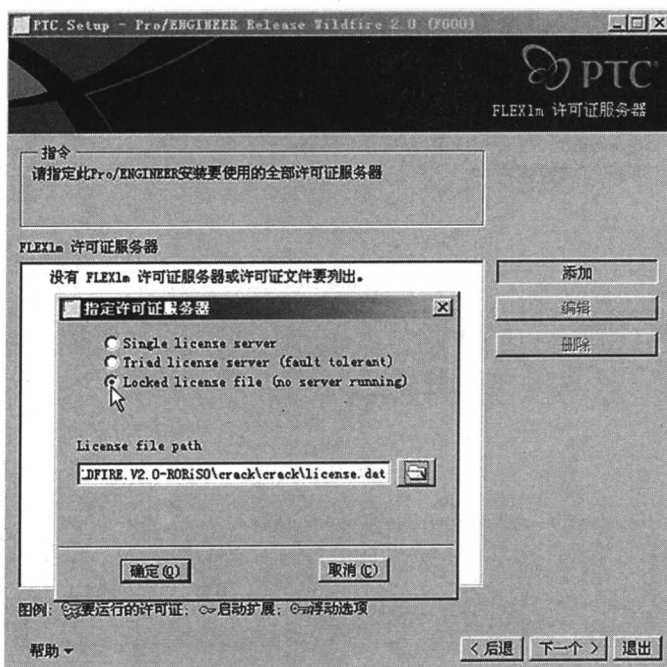


图 1-10 安装 license.dat 文件

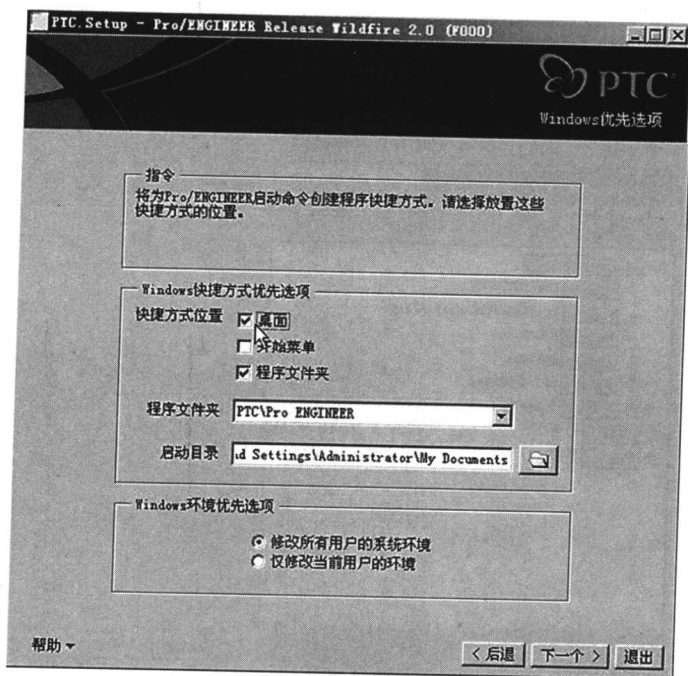


图 1-11 安装程序界面

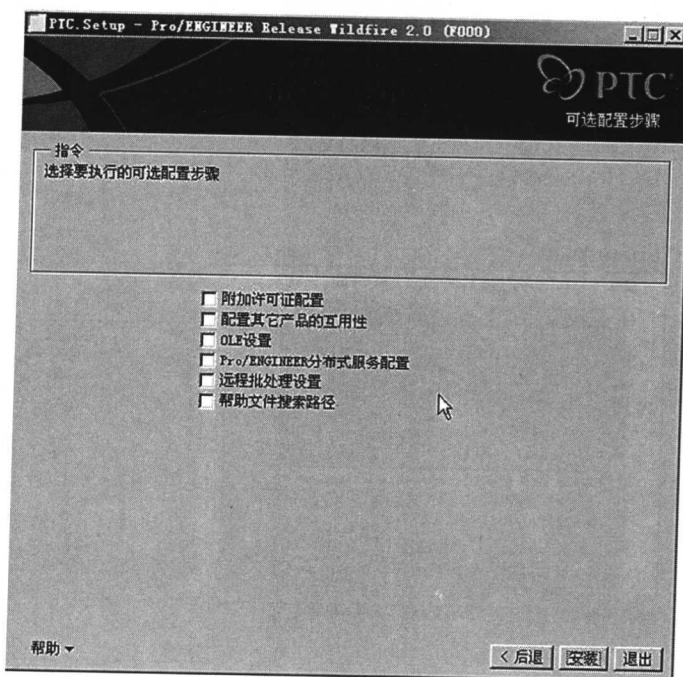


图 1-12 安装程序界面