

PRO/ENGINEER

张忠林 安宏涛 王玉甲 等编著

Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 零件设计完全自学手册



工欲善其事 必先利其器

从零开始 轻松入门 图解案例 清晰直观
实例引导 专业经典 学以致用 注重实践



机械工业出版社
China Machine Press



TH13-39/56D

2008

张忠林 安宏涛 王玉甲 等编著

Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 零件设计完全自学手册



机械工业出版社
China Machine Press

Pro/ENGINEER Wildfire 3.0中文版是PTC公司于2006年4月推出的集CAD/CAE/CAM为一体的全三维参数化机械设计平台,覆盖了工业产品的整个开发过程,在航空、汽车、机械、电器、电子等工业领域的应用非常广泛。

本书从基础知识入手,以实例为牵引,详细介绍了Pro/ENGINEER草绘、建模和装配三大功能模块的基本知识和应用方法,针对常见典型零件,首先进行造型分析和相关命令介绍,然后利用图解形式来讲解工程实例的操作步骤,并适当穿插提示说明和经验技巧。通过对本书的学习,读者能够从零开始,在较短时间内熟悉和掌握Pro/ENGINEER,并具有一定解决实际问题的能力。

本书循序渐进,条理清晰,实例引导,贴近实用,以图解操作的形式更能够激发读者的学习兴趣,提高学习效率。本书不仅适合Pro/ENGINEER初中级读者使用,而且是机械设计工程师、制图员以及从事三维建模工作人员理想的参考书,同时也可作为大专院校相关专业的培训教材。

版权所有,侵权必究。

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER Wildfire 3.0零件设计完全自学手册 / 张忠林, 安宏涛, 王玉甲等编著. —北京: 机械工业出版社, 2008.3

ISBN 978-7-111-23191-2

I. P… II. ①张… ②安… ③王… III. 机械元件—计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 IV. TH13-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第031629号

机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037)

责任编辑: 李华君

北京牛山世兴印刷厂印刷 · 新华书店北京发行所发行

2008年3月第1版第1次印刷

190mm × 260mm · 25.25印张

标准书号: ISBN 978-7-111-23191-2

ISBN 978-7-89482-519-3 (光盘)

定价: 46.00元(附光盘)

凡购本书,如有倒页、脱页、缺页,由本社发行部调换
本社购书热线:(010) 68326294

前言

基本内容

随着现代生活节奏的加快,科技进步日新月异,激烈的竞争要求企业更快地将产品推向市场。CAD/CAM技术是提升产品性能、加快产品研发过程、提高效益的有效手段。同样,CAD/CAM的这种应用也对从业人员提出了新的要求,掌握CAD/CAM软件已经成为其必备的职业技能。Pro/ENGINEER(以下简称为Pro/E)是目前最优秀的面向工业设计的专业CAD/CAM类软件之一,在工业设计领域得到了广泛的应用。

本书介绍了Pro/ENGINEER Wildfire3.0(野火版)中文版的CAD功能,具体包括草绘、建模和装配三大功能模块,内容编排上依次是基本知识、造型分析、相关命令介绍、使用技巧和工程实例。在写作上,以功能为主线,以由浅入深、循序渐进的认知规律为指导,以图解的方式讲解了具体实例的操作设计方法。本书根据作者多年使用Pro/E进行机械产品设计的实践经验,按照案例式教学的写作模式,以实际产品为例,由浅入深、图文并茂,对解决实际问题有很好的指导意义。

全书共14章,主要包括:

- 第1章概述了CAD技术,并介绍了Pro/E软件的相关基础知识;
- 第2章对Pro/E软件的草绘模块作了大致介绍,并给出了一个简单但又非常典型的草绘实例;
- 第3~10章集中介绍了Pro/E软件建模基础知识,并应用于多种典型机械零件造型实例设计,为学习后续内容做好必要的准备;
- 第11~12章介绍了装配功能,给出了滑动轴承和滚动轴承的简单装配设计;
- 第13~14章给出了4个综合实例,诠释了产品造型设计的一般过程。

主要特点

针对目前市面上同类图书单调、呆板的写作风格,本书大胆采用“图解操作”的模式来写作,不仅形式活泼,简单直观,而且信息量大,符合当前读者简便、快捷的学习要求。

具体地讲,本书具有以下鲜明的特点:

- 从零开始,轻松入门;
- 图解案例,清晰直观;
- 图文并茂,操作简单;
- 实例引导,专业经典;
- 学以致用,注重实践。

读者对象

- 学习Pro/E的初、中级人员；
- 大中专院校机械相关专业的学生；
- 从事产品设计、三维建模及机械加工的工程技术人员。

本书既可以作为大中专院校机械专业的教材，也可以作为读者自学的教程，同时也非常适合作为专业人员的参考手册。

配套光盘简介

为了方便读者学习，本书配套提供了多媒体教学光盘，其中包含了本书主要实例源文件，这些文件都被保存在与章节相对应的文件夹中。同时，主要实例的设计过程都被采集成视频录像，相信会为读者的学习带来便利。

注意 由于光盘上的文件都是“只读”的，因此直接修改这些文件是不行的。读者可以先将这些文件复制到硬盘上，去掉文件的“只读”属性，然后再使用。

本书主要由张忠林、安宏涛、王玉甲编著，其中第1~3章由王玉甲编写，第4~7章由安宏涛编写，其余章节由张忠林编写，并负责全书统稿。参加本书编著工作的还有王慧、余运玖、王才东、陈艳飞、管殿柱、宋一兵、温建民、张春丽、赵秋玲、周克媛、张宪海、赵景伟、周同、张轩、赵景波、张洪信、李伟刚等。

感谢您选择了本书，希望我们的努力对您的工作和学习有所帮助，也希望您把对本书的意见和建议告诉我们。

零点工作室网站地址：www.zerobook.net

零点工作室联系信箱：gdz_zero@126.com

零点工作室

2007年9月

点排要主

多媒体

光盘导读

光盘导读



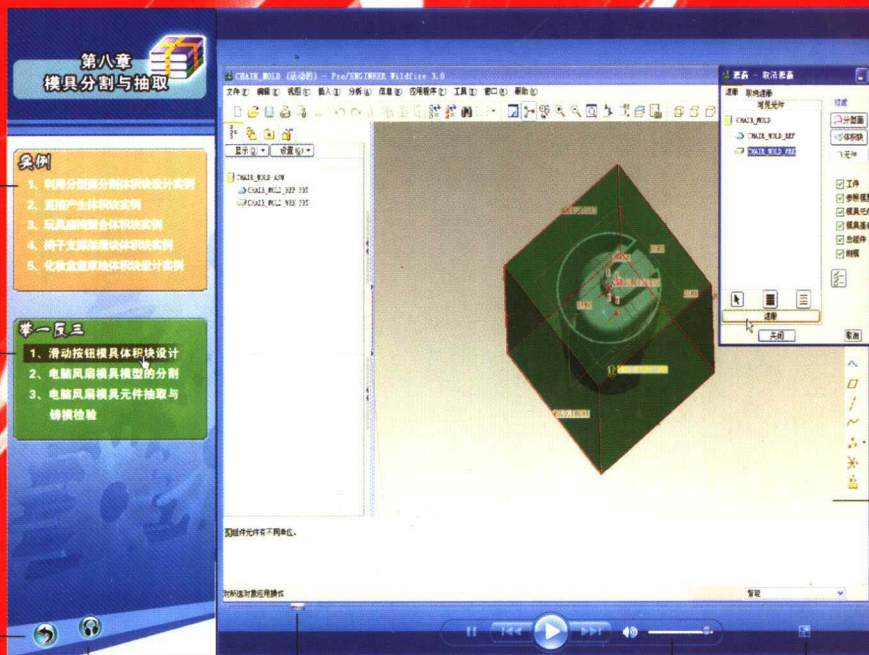
4个功能按钮，
分别打开对应的
内容或文件夹

各章标题，
单击可以打
开本章视频

导航按钮，单击能够显示各章标题

对各章内容的简要说明

静音按钮 退出按钮



本章各实例

1. 利用分型面分割体积块设计实例
2. 直接产生体和抽取实例
3. 模具型腔侧体体积块设计实例
4. 桥子支撑侧体体积块设计实例
5. 化整为零侧体体积块设计实例

本章举一反三

1. 滑动按钮模具体积块设计
2. 电脑风扇模具模型的分割
3. 电脑风扇模具元件抽取与铸模检验

返回主界面

静音按钮

视频播放进度条

视频播放控制按钮

音量调节滑块

全屏播放按钮

视频播放窗口

目 录

前 言

第1章 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0概述	1
1.1 CAD/CAE/CAM技术简介	2
1.2 产品造型技术	2
1.2.1 线框造型技术	2
1.2.2 曲面造型技术	2
1.2.3 实体造型技术	3
1.2.4 参数化和变量化造型技术	3
1.3 Pro/E 软件的造型技术	3
1.4 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0的安装	4
1.4.1 配置环境变量	5
1.4.2 安装Pro/ENGINEER Wildfire 3.0	6
1.4.3 配置虚拟内存	11
1.5 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0的界面	12
1.6 文件操作	18
1.6.1 新建文件	18
1.6.2 打开文件	19
1.6.3 保存文件	19
1.6.4 拭除文件	20
1.6.5 关闭文件	20
1.7 小结	21
1.8 思考与练习	22
第2章 草图绘制	23
2.1 草绘界面	24
2.2 草绘工具栏	24
2.3 草绘编辑工具栏	25
2.4 约束条件工具栏	26
2.5 综合实训——几种典型草图的绘制	27
【实例2-1】 草图绘制实例1——盘类零件平面	27
【实例2-2】 草图绘制实例2——叶片零件平面	30
2.6 小结	34
2.7 思考与练习	35

第3章 连杆设计	36
3.1 连杆零件造型分析	37
3.2 相关命令介绍	37
3.2.1 拉伸	37
3.2.2 定义基准平面	39
3.2.3 镜像特征	44
【实例3-1】 典型连杆的造型设计	45
3.3 小结	50
3.4 思考与练习	51
第4章 盘类零件设计	52
4.1 盘类零件造型分析	53
4.2 相关命令介绍	53
4.2.1 旋转特征	53
4.2.2 阵列	54
4.2.3 孔特征	58
4.3 实例设计	61
【实例4-1】 法兰盘的造型设计	61
【实例4-2】 带轮的造型设计	65
4.4 小结	67
4.5 思考与练习	67
第5章 螺纹零件设计	68
5.1 螺栓螺母造型分析	69
5.2 相关命令介绍	69
5.3 实例设计	71
【实例5-1】 六角头螺栓的造型设计	71
【实例5-2】 螺母的造型设计	74
5.4 小结	78
5.5 思考与练习	78
第6章 轴的设计	79
6.1 轴的造型分析	80
6.2 实例设计	80
【实例6-1】 阶梯轴的造型设计	80
【实例6-2】 曲轴的造型设计	84
6.3 小结	88
6.4 思考与练习	88
第7章 弹簧设计	89
7.1 弹簧的造型分析	90
7.2 相关命令介绍	90

7.3 实例设计	91
【实例7-1】 螺旋弹簧的造型设计	91
【实例7-2】 涡卷形盘簧的造型设计	93
【实例7-3】 圆锥螺旋弹簧的造型设计	95
7.4 小结	97
7.5 思考与练习	97
第8章 齿轮设计	99
8.1 齿轮造型分析	100
8.2 相关命令介绍	100
8.2.1 基准点	100
8.2.2 边界混合工具	101
8.3 实例设计	103
【实例8-1】 直齿圆柱齿轮的造型设计	103
【实例8-2】 斜齿圆柱齿轮的造型设计	111
【实例8-3】 人字齿的造型设计	120
8.4 小结	123
8.5 思考与练习	124
第9章 蜗杆蜗轮设计	125
9.1 蜗杆蜗轮造型分析	126
9.2 实例设计	126
【实例9-1】 蜗杆的造型设计	127
【实例9-2】 蜗轮的造型设计	129
【实例9-3】 螺旋齿廓筒的造型设计	131
9.3 小结	134
9.4 思考与练习	135
第10章 箱体设计	136
10.1 箱体造型分析	137
10.2 实例设计	137
【实例10-1】 简单箱体的造型设计	137
【实例10-2】 分度头箱体的造型设计	140
【实例10-3】 减速器上箱体的造型设计	145
【实例10-4】 减速器下箱体的造型设计	160
10.3 小结	172
10.4 思考与练习	172
第11章 装配设计	174
11.1 装配建模概述	175
11.2 装配约束类型	179
11.3 装配连接类型	180

11.4 装配零件分解图	180
11.5 滑动轴承的设计	182
【实例11-1】 滑动轴承的造型设计	182
11.6 小结	192
11.7 思考与练习	193
第12章 滚动轴承	194
12.1 滚动轴承造型分析	195
12.2 深沟球轴承的造型设计	195
【实例12-1】 深沟球轴承的造型设计	195
12.3 圆柱滚子轴承的造型设计	207
【实例12-2】 圆柱滚子轴承的造型设计	207
12.4 小结	220
12.5 思考与练习	220
第13章 液压缸和气压缸	222
13.1 液压缸造型分析	223
13.2 液压缸的造型设计	223
13.2.1 液压缸缸体零件	224
13.2.2 液压缸前端盖零件	231
13.2.3 液压缸后端盖	237
13.2.4 液压缸活塞杆	240
13.2.5 液压缸缓冲弹簧	243
13.2.6 液压缸进出油嘴	245
13.2.7 液压缸前后盖安装螺栓	249
13.2.8 液压缸各种密封环	249
13.2.9 装配活塞组件	250
13.2.10 装配前端盖组件	253
13.2.11 装配后端盖组件	256
13.2.12 装配缸筒组件	258
13.2.13 装配整个液压缸	261
13.3 气压缸的造型设计	271
13.3.1 创建气压缸前端盖零件	271
13.3.2 创建气压缸后端盖零件	279
13.3.3 创建气压缸缸体	281
13.3.4 创建气压缸活塞杆	282
13.3.5 创建气压缸前后盖安装螺栓	285
13.3.6 创建气压缸各种密封环	285
13.3.7 装配活塞组件	286
13.3.8 装配前端盖组件	290
13.3.9 装配后端盖组件	293

13.3.10 装配整个气压缸	295
13.4 小结	305
13.5 思考与练习	305
第14章 二级圆柱齿轮减速器	307
14.1 二级圆柱齿轮减速器造型分析	308
14.2 二级圆柱齿轮减速器的造型设计	310
14.2.1 齿轮轴1	310
14.2.2 轴承1	317
14.2.3 轴承1内挡	318
14.2.4 齿轮轴1组件	319
14.2.5 齿轮轴2	324
14.2.6 齿轮2	331
14.2.7 轴承1内挡轴套	337
14.2.8 齿轮轴2组件	338
14.2.9 零件轴3	347
14.2.10 齿轮3	350
14.2.11 轴承2	356
14.2.12 挡轴套和轴键	357
14.2.13 齿轮轴3组件	358
14.2.14 减速器上箱体	367
14.2.15 上箱体检修孔组件	367
14.2.16 创建安装零件	368
14.2.17 减速器上箱体组件	370
14.2.18 装配减速器	376
14.3 小结	390
14.4 思考与练习	391

第1章

炼

Pro/ENGINEER

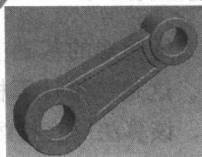
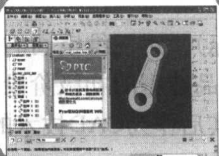
Wildfire 3.0概述

Pro/E软件功能强大,涵盖产品从设计分析到制造的各个方面,分为多个模块,堪称CAD/CAE/CAM软件的典范,而被广泛应用于机械、电子、模具、汽车、家电、航空等领域。

本章简要介绍Pro/E软件的造型特点、造型技术,主要介绍Pro/ENGINEER Wildfire 3.0的安装操作、功能特性、用户界面、基本文件管理、系统配置选项设置等相关内容以及Pro/ENGINEER Wildfire 3.0(以下简称为Pro/E 3.0)软件的基本入门知识。

重点知识

- Pro/E软件的造型技术
- Pro/E 3.0软件的安装特点
- Pro/E 3.0软件的文件管理
- 坐标系和工作平面的使用



1.1 CAD/CAE/CAM技术简介

电子计算机是现代科学技术发展的重大成就之一，现今已经普及应用到各个领域。随着计算机的迅速发展，产品设计和生产的方法也都在发生着显著的变化。CAD/CAE/CAM技术便应运而生，它是计算机技术与数值计算技术、机械设计、制造技术相互结合与渗透，而产生的计算机辅助设计CAD（Computer Aided Design）、计算机辅助工程CAE（Computer Aided Engineering）与计算机辅助制造CAM（Computer Aided Manufacturing）这样一门综合性应用技术。

CAD、CAE、CAM技术的发展，改变了人们设计、制造各种产品的常规方式，有利于发挥设计人员的创造性，三者的有机结合，意味着可以进一步提高设计和生产的效率，实现产品设计、制造、分析的一体化。在设计过程中其优越性主要表现在：

- 设计人员从大量烦琐的重复劳动中解救出来，可以集中精力发挥创造性；
- 缩短了设计周期，减少了设计、计算、制图所需时间，提高了产品设计质量；
- 很容易从多个设计方案中进行分析、比较，遴选最佳方案，实现设计方案的优化；
- 有利于实现产品设计自动化，生产过程自动化以及产品的标准化、通用化和系列化，满足产品的需求；
- CAD、CAE、CAM的一体化，使得产品设计、制造、分析过程形成了一个有机的整体，在经济上和技术上会带来可观产品效益。

Pro/ENGINEER是一款优秀的CAD/CAE/CAM软件，它可为用户提供一个完整、准确地建立和显示三维实体几何形状的方法和工具，具有消隐、着色、浓淡处理、实体参数计算、质量特性计算等功能，从而被广泛应用于机械、电子、模具、汽车、家电、航空等领域。

1.2 产品造型技术

CAD技术的发展与计算机技术、计算机图形化技术的发展密切相关，CAD产品造型技术大致经历了二维造型、线框造型、曲面造型、实体造型、特征造型、基于特征的参数化化和变量化造型等发展阶段。

1.2.1 线框造型技术

线框造型是在二维图形的基础上增加了深度坐标（Z坐标），用三维空间的线条表达设计棱边的造型系统。这是二维计算机绘图技术，也是CAD产品造型的初级阶段，它起步于20世纪50年代后期，该算法一直持续到20世纪70年代末期，其后作为CAD技术的一个分支，相对独立、平稳地发展。

1.2.2 曲面造型技术

进入20世纪70年代，法国人提出了贝塞尔算法，在二维绘图基础上，开发出以表面模型为特点的自由曲面建模方法，也叫表面造型技术，通过在线框造型的基础上添加面的信息，用空间的曲线来表示物体的外表面，用面的集合来表示物体。这是CAD的第一次技术革命。

1.2.3 实体造型技术

20世纪80年代, 由于表面模型技术只能表达形体的表面信息, 难于准确表达产品的其他特性信息如质量、重心、惯性矩等, 对CAE不利, 造成CAE的前处理非常困难。基于CAD/CAE一体化探索, SDRC公司在1979年发布了第一个完全基于实体造型技术的大型CAD/CAE软件——I-DEAS。它通过对点、线、面等集合元素经过旋转等几何变换以及通过定义基本体素, 如立方体、圆柱体、球体、锥体、环状体等, 并利用体素的集合运算(布尔运算)生成实体。由于实体造型技术能够精确表达产品的全部属性, 在理论上利于统一CAD、CAE、CAM的模型表达, 给设计带来了惊人的方便, 因此, 其他CAD系统纷纷仿效。可以说, 实体造型技术的普及应用代表着CAD发展的第二次技术革命。

1.2.4 参数化和变量化造型技术

进入20世纪80年代中期, CV公司内部提出了一种比无约束自由造型更新颖、更好的算法——参数化实体造型技术。其主要的特点是基于特征、全尺寸约束、全数据相关、尺寸驱动设计修改。由于当时的参数化技术处于初级阶段, 还不能提供解决自由曲面的有效工具如实体曲面问题等, 因此CV公司否决了参数化技术方案。策划参数化技术的这些人于是离开了CV公司, 另成立了参数技术PTC公司(Parametric Technology Corp), 开始研制Pro/E的参数化软件, 到了20世纪90年代, 参数化技术成熟起来, 代表了CAD的第三次技术革命。

之后, SDRC公司的开发人员以参数化技术为蓝本, 提出了变量化实体造型技术, 目前流行的CAD技术基础理论主要是以PTC公司的Pro/E为代表的参数化造型理论和以SDRC公司的I-DEAS为代表的变量化造型理论两大流派, 它们都属于基于约束的实体造型技术。

从用户操作和图形显示上, 一般感觉不到特征模型与实体模型的不同, 主要区别表现在内部的数据表示上。表现线框模型、曲面模型、实体模型与特征模型的三维图形如图1-1所示。



图1-1 三种模型的比较

1.3 Pro/E 软件的造型技术

1. 基于特征的参数化造型

在Pro/E中, “特征”是建立模型的基础, 是用一些基本的特征如拉伸、旋转、圆角、

倒角、壳体等作为产品的几何模型的构造要素，通过加入相应参数形成特征。在创建特征时遵循整体的设计思想，一个一个创建特征，然后将特征组合起来，形成零件，再将零件组装起来，实现整个产品设计。建模时尽量使用简单的特征来组合形成模型，越简单以后修改也越容易，这样使设计意图更加有弹性。图1-2所示为特征列表。

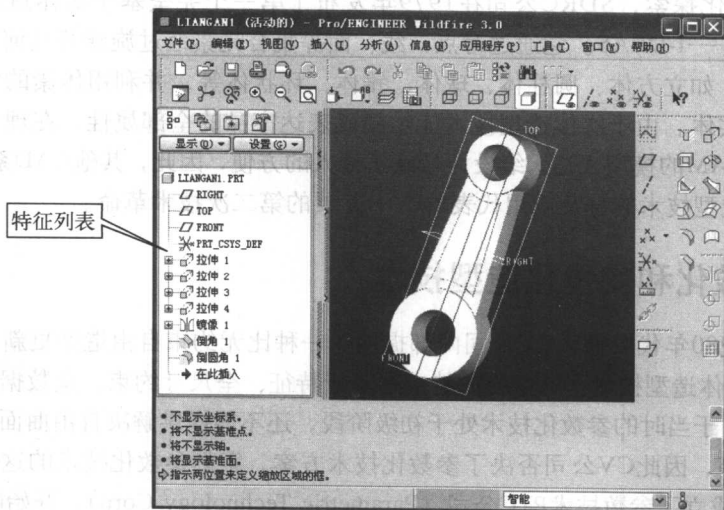


图1-2 零件特征列表

2. 基于全尺寸约束的参数化造型

Pro/E软件是基于全尺寸约束的。其任何特征的约束尺寸不能少于要求的约束尺寸，在实际建模时，往往会因为尺寸不足，而不能形成特征实体，当然也不能因约束过多，而形成过约束。

3. 基于尺寸驱动的参数化造型

Pro/E使用尺寸来驱动特征，通过修改尺寸可以驱动模型，也就是说已建立的模型随尺寸的改变而改变。一般来说，在产品设计的之初，对要设计的模型不可能事先决定全部的细节，尺寸驱动可以很方便地修改模型尺寸，来改变模型形状，满足设计要求，从而为设计带来方便。

4. 基于单一数据库的全相关数据管理的造型技术

Pro/E不像其他传统的CAD/CAM系统是建立在多个数据库上，而是将所有数据都建立在单一的数据库上，Pro/E的所有模块都是全相关的，即在整个设计过程中，任何一处特征参数发生改动，都可以反映在整个设计过程的相关环节上，这就意味着在产品的设计开发过程中，某处特征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、工程图以及制造数据，这样可降低资料转换时间，大大提高设计的效率。

1.4 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0的安装

安装Pro/ENGINEER Wildfire 3.0需获得软件许可证。安装Pro/ENGINEER Wildfire 3.0中文版，需配置操作系统环境变量，然后开始安装。具体步骤如下。

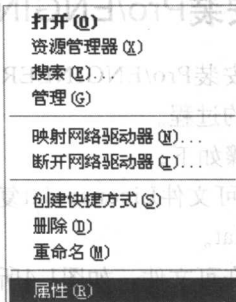
1.4.1 配置环境变量

配置环境变量的目的是将系统语言变量设置为中文语言，其操作过程如图1-3所示。

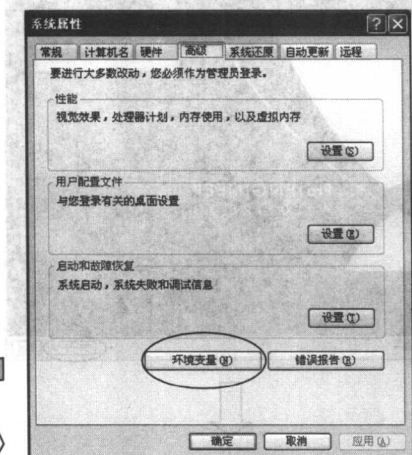
1 鼠标右键单击【我的电脑】图标，打开快捷菜单



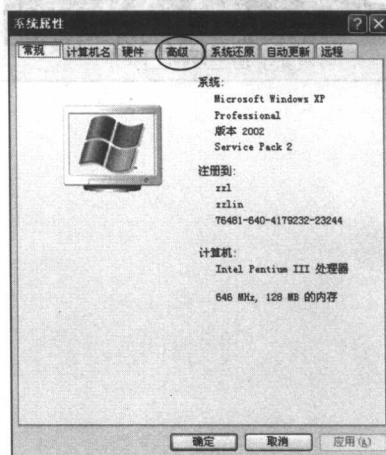
2 选择属性命令



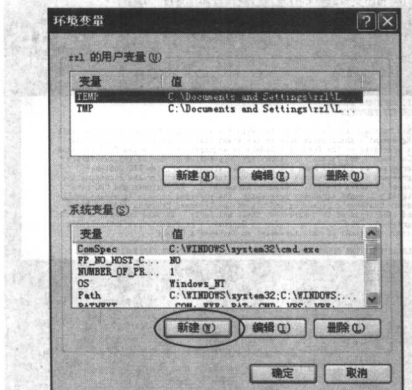
4 选择【环境变量】按钮



3 点击【高级】选项卡



5 选择【新建】按钮



6 将系统语言变量设置为中文语言

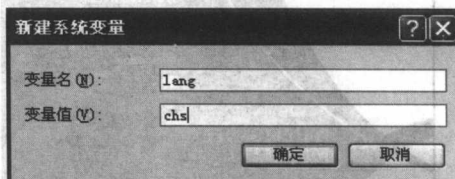


图1-3 配置环境变量

提示 在安装中文版时，一定要将变量设置为中文形式，即变量名选择【lang】，变量值设为【chs】。

1.4.2 安装Pro/ENGINEER Wildfire 3.0

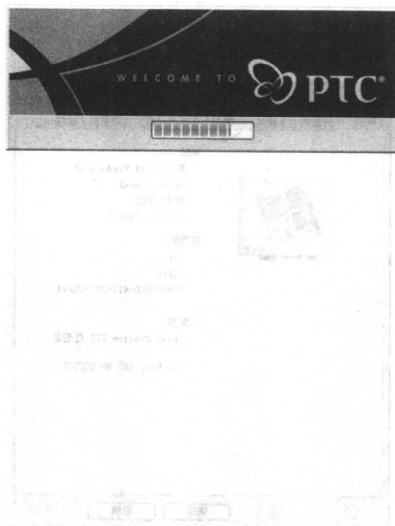
下面以安装Pro/ENGINEER Wildfire 3.0单机版为例，具体讲解安装Pro/ENGINEER Wildfire 3.0的过程。

操作步骤如下。

1) 将许可文件License.dat复制到硬盘的某个位置，如C:\Program Files\proe wildfire 3.0\License.dat。

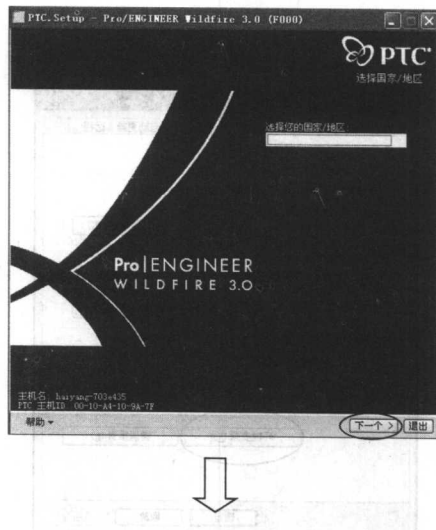
2) 安装许可文件，如图1-4所示。

1 将安装光盘CD1插入光驱中，自动启动安装界面



4 安装界面

2 选择国家或地区



3 接受许可证

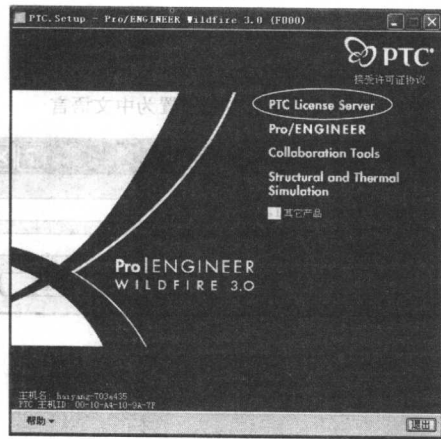
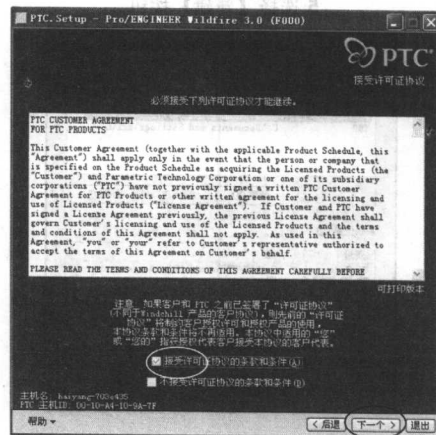


图1-4 安装许可文件