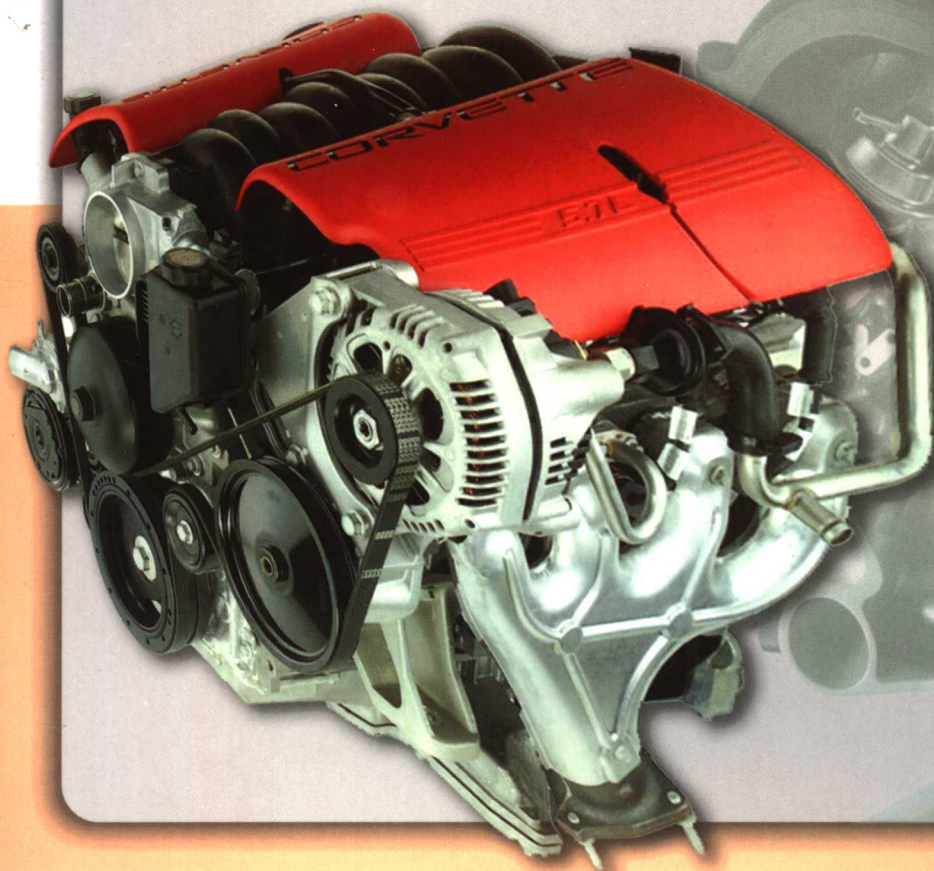


计算机工程应用系列丛书



ANSYS

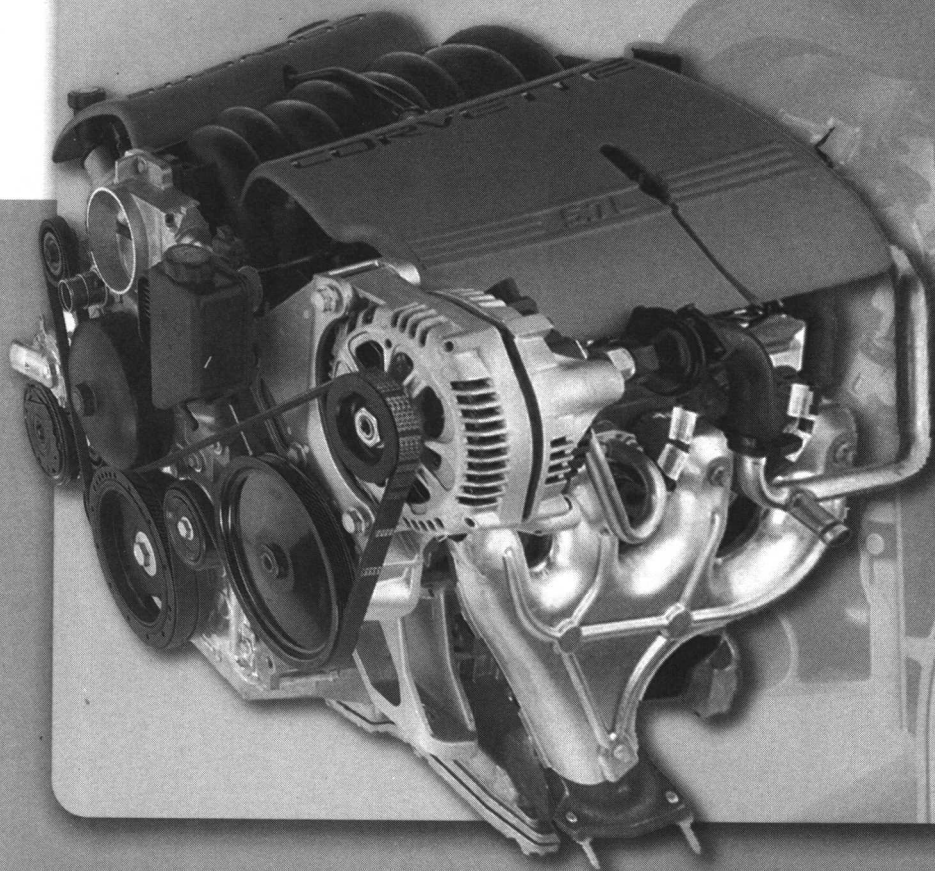
热分析教程与实例解析



CD-ROM 随书配盘内含书中范例

张朝晖 主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



ANSYS **热分析教程与实例解析**

张朝晖 主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书是讲述通用有限元分析软件 ANSYS 10.0 在热分析工程领域中应用的学习教程, 全书共分两大篇, 即 ANSYS 10.0 热分析基本教程篇和 ANSYS 10.0 热分析实例解析篇, 共 14 章, 内容主要包括 ANSYS 10.0 热分析简介、热分析基础知识、稳态热分析、瞬态热分析、辐射热分析、相变分析、热应力分析和流体热分析等内容。

本书按照深入浅出的原则, 通过图形用户界面和命令流方式对不同的工程应用问题进行了详细讲解, 本书的主要特色是通过“提示”的形式为读者提供了大量的分析方法和技巧。

本书适合理工院校相关专业的硕士研究生、博士研究生及教师使用, 可以作为 ANSYS 学习教材供高等院校学生及科研院所研究人员使用, 也可以作为从事热分析领域科学技术研究的工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

ANSYS 热分析教程与实例解析/张朝晖主编. —北京:

中国铁道出版社, 2007. 2

(计算机工程应用系列丛书)

ISBN 978-7-113-07593-4

I. A... II. 张... III. 热分析—有限元分析—应用程序,
ANSYS—研究生—教材 IV. 0657. 7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 023529 号

书 名: ANSYS 热分析教程与实例解析

作 者: 张朝晖

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)

策划编辑: 严晓舟 吴 楠

责任编辑: 苏 茜 吴 楠 王春霞

封面设计: 路 瑶

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16 印张: 28.25 字数: 658 千

版 本: 2007 年 5 月第 1 版 2007 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 1~5 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-07593-4/TP·2259

定 价: 49.00 元 (附赠光盘)

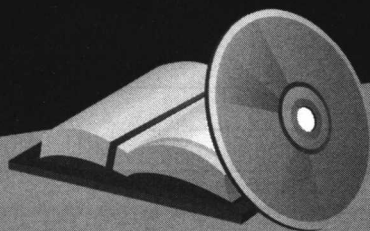
版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社计算机图书批销部调换。

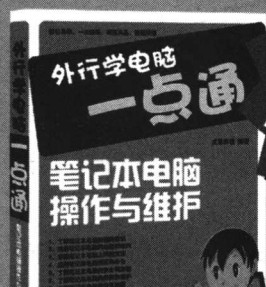
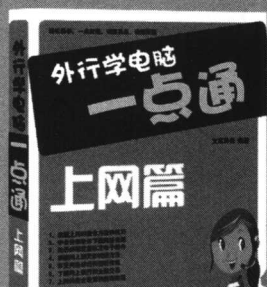
系列丛书

外行学电脑

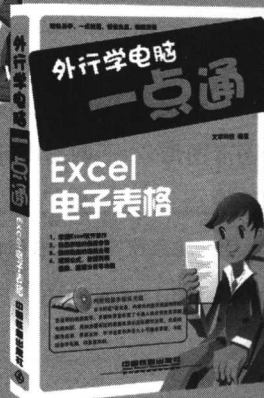
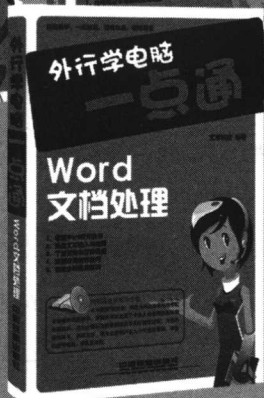
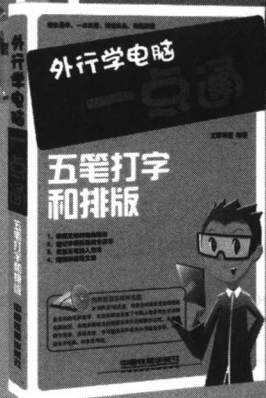
一点通



学通光盘
易就光教
松一点送
轻一赠动



16开
双色印刷



前言

ANSYS 软件是集结构、流体、电场、磁场、声场、热分析于一体的大型通用有限元分析软件。它由世界上最大的有限元分析软件公司之一的美国 ANSYS 公司开发,能与多数 CAD 软件接口,实现数据的共享和交换,如 Pro/ENGINEER、NASTRAN、Alogor、I-DEAS、AutoCAD 等,是现代产品设计中的高级 CAD 工具之一,也是迄今为止世界范围内唯一通过 ISO9001 质量体系认证的分析设计类软件。在 ANSYS 公司相继收购 ICEM、CFX、CENTURY DYNAMICS、AAVID THERMAL、FLUENT 等世界著名有限元分析程序制造公司并将其产品和 ANSYS 整合之后,ANSYS 实际上已成为世界上最通用和有效的商用有限元软件。

随着 ANSYS 版本的不断更新,其核心技术不断完善,其应用领域也日益广泛。目前 ANSYS 可广泛应用于机械制造、石油化工、航空航天、汽车交通、土木工程、水利水电、国防军工、电子工程、生物医学、日用家电及能源、造船和地矿等一般的工业和科学研究领域。

本书的意义

本书在一定的理论描述的基础上,通过大量的、丰富的实例对 ANSYS 10.0 有限元软件的热分析模块进行了详细而具体的介绍,将对 ANSYS 10.0 软件热分析模块的学习溶入实际工程问题的解决过程之中,全书内容简洁、明快,给人耳目一新的感觉。

本书所有例题均经过精心设计与筛选,代表性强,并具有实际的工程应用背景,每个例题都通过图形用户界面及命令流两种方式向读者作了详细的介绍。对于渴望入门的初学者来说,通过对第一篇相关知识的学习,可以在较短的时间内快速入门;对于希望解决实际工程问题的高级用户来说,可以通过参考第二篇中类似例题的分析思路和求解过程圆满完成任务。

本书内容丰富、结构清晰,所举实例代表性强,具有较强的工程实用价值。

本书导读

本书分为两篇,共 14 章,其中第一篇是 ANSYS 10.0 热分析基本教程,主要介绍 ANSYS 10.0 软件的基本知识、基本操作及应用 ANSYS 10.0 进行稳态热分析、瞬态热分析、辐射热分析、相变分析、热应力分析及流体热分析的基本步骤。第二篇是 ANSYS 10.0 热分析实例教程,主要介绍应用 ANSYS 10.0 进行稳态热分析、瞬态热分析、辐射热分析、相变分析、热应力分析及流体热分析的工程应用实例。

本书约定

本书以 Windows XP 为操作平台介绍了 ANSYS 软件,其他可以兼容的平台包括: Windows NT、Windows 2000。为了便于阅读理解,本书作如下约定:

- 本书中出现的菜单、命令均为英文并附有中文注释。此外,为了语句更简洁易懂,本书用“|”表示上下级菜单或命令的关联,比如 Utility Menu | File | Resume From,表示选择工具菜单中的 File 菜单,执行其中的 Resume From 命令;又如 Main Menu

| Preprocessor | Modeling | Reflect | Lines, 表示在主菜单中依次选择 Preprocessor、Modeling、Reflect、Lines 菜单, 最后出现 Reflect Lines 菜单, 其他依此类推。

- 在没有特别指明时, “单击”、“双击”和“拖动”表示用鼠标左键单击、双击和拖动。
- 为统一起见, 本书所有命令流中的标点符号均采用中文格式, 读者在练习过程中需将其修正为英文格式。
- 命令流中“!”号后面的中文为解释说明部分, 读者在使用命令流过程中不必输入。

本书由北京理工大学的张朝晖负责策划和主要编写, 作者根据多年的教学经验、使用心得以及多部 ANSYS 及其相关著作的编写思路总结, 编著了本书, 全书实例具有很好的实践操作可行性和很强的参考实用性。

本书在编写过程中还得到了王鲁、李树奎、李云凯、苏铁键、王琳、苗杰、于晓东、苗凯、廖秋尽等同志的大力支持与帮助, 在此一并表示感谢!

由于编者水平有限, 时间仓促, 书中不足之处在所难免, 恳请广大读者批评指正, 也欢迎业内人士、专家来电来函共同探讨。

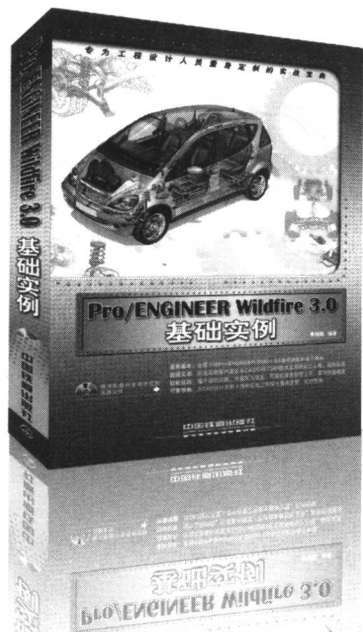
作者的 E-mail: zhang@bit.edu.cn

编 者

2007 年 1 月

专为工程设计人员量身定制的实战宝典

Pro/E 新实战



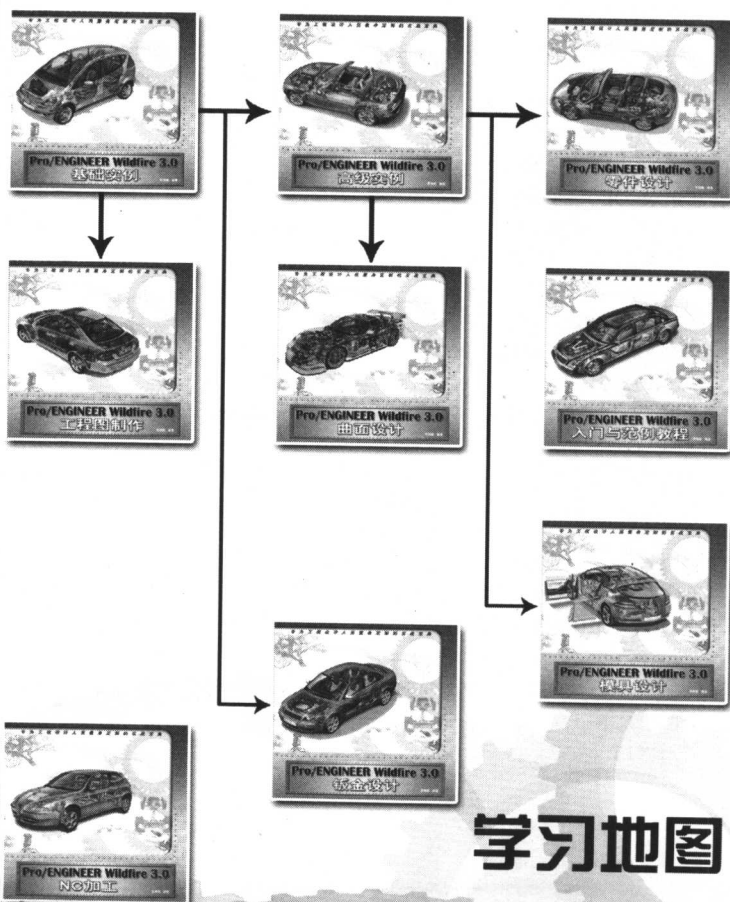
丛书简介

本套丛书沿袭“Pro/E 实战”传统，以实例为基础，以简单为原则，完全针对Pro/ENGINEER Wildfire 3.0各个模块，使读者领略Pro/ENGINEER Wildfire 3.0的强大功能与魅力。

本套丛书集作者多年开发产品之心得，具有很强的可操作性和实用性，适合初学者学习，亦适用于CAD设计开发人员和学生。

丛书特色

- ★最新版本：全面介绍Pro/ENGINEER Wildfire 3.0各项功能和各个模块
- ★超强实用：所选范例集作者多年CAD/CAE/CAM技术应用研究之心得，高效实用
- ★轻松玩转：操作说明详细，内容深入浅出，可使初学者轻松上手，高手快速精进
- ★对象明确：为CAD设计开发人员和在校工科学生量身定做，针对性强



学习地图

目 录

第一篇 ANSYS 10.0 热分析基本教程

第 1 章 概述	1
1-1 ANSYS 10.0 简介	2
1-1-1 ANSYS 10.0 发展过程	2
1-1-2 ANSYS 10.0 技术特点	2
1-1-3 ANSYS 10.0 使用环境	2
1-1-4 ANSYS 10.0 程序功能	3
1-1-5 ANSYS 10.0 创新之处	3
1-1-6 ANSYS 10.0 文件系统	6
1-2 ANSYS 10.0 基本操作	6
1-2-1 ANSYS 10.0 启动与设置	6
1-2-2 ANSYS 10.0 用户界面	7
1-2-3 退出 ANSYS 10.0	9
1-3 ANSYS 10.0 热分析	9
1-3-1 ANSYS 10.0 热分析概述	10
1-3-2 ANSYS 10.0 热分析基本原理	10
1-4 ANSYS 10.0 耦合场分析	11
第 2 章 热分析基础知识	17
2-1 热分析符号与单位	18
2-2 传热学经典理论	18
2-3 三种基本热传递方式	19
2-3-1 热传导	19
2-3-2 对流	19
2-3-3 辐射	20
2-4 热分析材料基本属性	20
2-4-1 比热容 (Specific Heat)	20
2-4-2 焓 (Enthalpy)	20
2-4-3 生热率 (Heat Generation Rate)	21
2-5 边界条件与初始条件	21
2-5-1 三类边界条件	21
2-5-2 初始条件	21
2-6 热载荷	22

热分析教程与实例解析

2-7 稳态与瞬态热分析	22
2-7-1 稳态传热	22
2-7-2 瞬态传热	23
2-8 线性与非线性热分析	23
第 3 章 稳态热分析	25
3-1 稳态热分析的应用	26
3-2 热分析单元	26
3-3 稳态热分析基本步骤	30
3-3-1 建立有限元模型	30
3-3-2 施加载荷	33
3-3-3 求解	49
3-3-4 后处理	54
第 4 章 瞬态热分析	57
4-1 瞬态热分析的应用	58
4-2 瞬态热分析单元	58
4-3 瞬态热分析基本步骤	58
4-3-1 建立有限元模型	58
4-3-2 施加载荷计算	60
4-3-3 求解	63
4-3-4 后处理	64
第 5 章 辐射热分析	67
5-1 辐射热分析的应用	68
5-2 辐射热分析常用单元	68
5-3 辐射热分析基本概念	68
5-3-1 黑体	68
5-3-2 灰体	69
5-3-3 角系数	70
5-4 热辐射公式	70
5-4-1 角系数的计算	70
5-4-2 热辐射计算方程	71
5-5 辐射热分析求解方法	71
5-5-1 非隐藏法与隐藏法	71
5-5-2 点-点问题	72
5-5-3 点-面问题	73
5-5-4 面-面问题及 AUX12 矩阵生成器	73
5-6 空间节点的使用	79

第 6 章 相变分析	81
6-1 相变分析简介	82
6-2 相变分析应注意的问题	82
第 7 章 热应力分析	87
7-1 热应力分析简介	88
7-2 热应力分析单元	88
7-2-1 直接法进行热应力分析单元	88
7-2-2 间接法进行热应力分析单元	88
7-3 热应力分析基本步骤	89
7-3-1 直接法进行热应力分析基本步骤	89
7-3-2 间接法进行热应力分析基本步骤	105
第 8 章 流体热分析	107
8-1 FLOTRAN 热分析简介	108
8-1-1 FLOTRAN 热分析的功能	108
8-1-2 FLOTRAN 热分析的基本要求	108
8-2 FLOTRAN 热分析求解	109
8-2-1 FLOTRAN 热分析求解内容	109
8-2-2 FLOTRAN 热分析方法	109
8-2-3 FLOTRAN 热分析的基本步骤	110

第二篇 ANSYS 10.0 热分析实例解析

第 9 章 稳态热分析实例详解	113
9-1 实例 1——短圆柱体的热传导过程	114
9-1-1 问题描述	114
9-1-2 问题分析	114
9-1-3 2D 建模求解步骤	114
9-1-4 3D 建模求解步骤	122
9-2 实例 2——长空心圆柱体的热传导过程	128
9-2-1 问题描述	128
9-2-2 问题分析	128
9-2-3 求解步骤	128
9-3 实例 3——保温筒的对流传热过程	133
9-3-1 问题描述	133
9-3-2 问题分析	134



热分析教程与实例解析

9-3-3 求解步骤	134
9-4 实例 4——高温炉炉壁的热传导过程	141
9-4-1 问题描述	141
9-4-2 问题分析	142
9-4-3 求解步骤	142
9-5 实例 5——自适应网格法分析矩形截面梁的对流传热过程	148
9-5-1 问题描述	148
9-5-2 问题分析	149
9-5-3 求解步骤	149
9-6 实例 6——长圆柱体圆周受谐响应热载荷	154
9-6-1 问题描述	154
9-6-2 问题分析	154
9-6-3 求解步骤	154
9-7 实例 7——导管和罐体结合处的稳态热分析	160
9-7-1 问题描述	160
9-7-2 问题分析	161
9-7-3 求解步骤	161

第 10 章 瞬态热分析实例详解..... 173

10-1 实例 1——钢球瞬态传热过程分析	174
10-1-1 问题描述	174
10-1-2 问题分析	174
10-1-3 求解步骤	174
10-2 实例 2——型材瞬态传热过程分析	186
10-2-1 问题描述	186
10-2-2 问题分析	187
10-2-3 求解步骤	187
10-3 实例 3——平板承受热载荷	195
10-3-1 问题描述	195
10-3-2 问题分析	196
10-3-3 求解步骤	196
10-4 实例 4——半无限大体受线性变化的温度载荷	203
10-4-1 问题描述	203
10-4-2 问题分析	203
10-4-3 求解步骤	204
10-5 实例 5——高温铜导线冷却过程分析	210
10-5-1 问题描述	210
10-5-2 问题分析	211
10-5-3 求解步骤	211



10-6 实例 6——带轮淬火过程分析	216
10-6-1 问题描述	216
10-6-2 问题分析	218
10-6-3 求解步骤	218
第 11 章 辐射热分析实例详解	239
11-1 实例 1——黑体辐射	240
11-1-1 问题描述	240
11-1-2 问题分析	240
11-1-3 求解步骤	240
11-2 实例 2——等轴同心圆柱面的辐射传热	245
11-2-1 问题描述	245
11-2-2 问题分析	245
11-2-3 求解步骤	245
11-3 实例 3——等轴同心圆柱体的辐射传热	256
11-3-1 问题描述	256
11-3-2 问题分析	257
11-3-3 求解步骤	257
11-4 实例 4——型钢的热辐射过程	268
11-4-1 问题描述	268
11-4-2 问题分析	268
11-4-3 求解步骤	268
第 12 章 相变分析实例详解	279
12-1 实例 1——水结冰过程分析	280
12-1-1 问题描述	280
12-1-2 问题分析	280
12-1-3 求解步骤	281
12-2 实例 2——冰融化过程分析	293
12-2-1 问题描述	293
12-2-2 问题分析	294
12-2-3 求解步骤	294
12-3 实例 3——铸造过程热分析	304
12-3-1 问题描述	304
12-3-2 问题分析	305
12-3-3 求解步骤	305
第 13 章 热应力分析实例详解	319
13-1 实例 1——圆筒内部热应力分析	320

热分析教程与实例解析

13-1-1	问题描述	320
13-1-2	问题分析	320
13-1-3	间接法求解步骤	320
13-1-4	直接法求解步骤	328
13-2	实例 2——冷却栅管的热应力分析	333
13-2-1	问题描述	333
13-2-2	问题分析	334
13-2-3	求解步骤	334
13-3	实例 3——两无限长平板热膨胀分析	345
13-3-1	问题描述	345
13-3-2	问题分析	346
13-3-3	求解步骤	346
13-4	实例 4——包含焊缝的金属板热膨胀分析	352
13-4-1	问题描述	352
13-4-2	问题分析	353
13-4-3	求解步骤	353
13-5	实例 5——连杆热应力分析	366
13-5-1	问题描述	366
13-5-2	问题分析	367
13-5-3	求解步骤	367
13-6	实例 6——热喷涂过程中熔滴在基体表面沉积凝固后的残余应力分析	382
13-6-1	问题描述	382
13-6-2	问题分析	383
13-6-3	求解步骤	384
13-7	实例 7——滑块滑动摩擦生热分析	399
13-7-1	问题描述	399
13-7-2	问题分析	400
13-7-3	求解步骤	400

第 14 章 FLOTRAN 热分析实例详解413

14-1	实例 1——层流流体受均匀壁面热通量	414
14-1-1	问题描述	414
14-1-2	问题分析	414
14-1-3	求解步骤	415
14-2	实例 2——空腔中空气的热稳态层流分析	429
14-2-1	问题描述	429
14-2-2	问题分析	429
14-2-3	求解步骤	429

Chapter



概述

本章提示:

本章向读者介绍 ANSYS 10.0 的发展过程、技术特点、使用环境、程序功能、创新之处、文件系统、基本操作以及 ANSYS 10.0 的热分析功能、热分析基本原理和 ANSYS 10.0 中与热相关的耦合场分析的方法和单元。

学习目标:

通过本章的学习,要求读者掌握 ANSYS 10.0 的基本操作、热分析基本概念、热分析单元以及与热分析相关的耦合场单元,熟悉 ANSYS 10.0 热分析基本原理。

1-1 ANSYS 10.0 简介

ANSYS 程序是融结构、热、流体、电磁、声学于一体的大型通用有限元商用分析软件,可广泛应用于核工业、铁道、石油化工、航空航天、机械制造、能源、电子、造船、汽车交通、国防军工、土木工程、生物医学、轻工、地矿、水利、日用家电等一般工业及科学研究。该软件可在大多数计算机和操作系统中运行,从 PC 到工作站直至巨型计算机,ANSYS 文件在其所有的产品系列和工作平台上均兼容;该软件基于 Motif 的菜单系统使用户能够通过对话框、下拉菜单和子菜单进行数据输入和功能选择,此举大大方便了用户的操作。它由世界上最大的有限元分析软件公司之一的美国 ANSYS 公司开发,能与多数 CAD 软件接口,实现数据的共享和交换,是现代产品设计中的高级 CAD 工具之一,也是迄今为止世界范围内唯一通过 ISO9001 质量体系认证的分析设计类软件。

在 ANSYS 公司相继收购 ICEM、CFX、CENTURY DYNAMICS、AAVID THERMAL、FLUENT 等世界著名有限元分析程序制造公司,并将其产品和 ANSYS 整合之后,ANSYS 实际上已成为世界上最通用和有效的商用有限元软件。

1-1-1 ANSYS 10.0 发展过程

ANSYS 公司是由美国匹兹堡大学的 John Swanson 博士在 1970 年创建的,其总部位于美国宾夕法尼亚州的匹兹堡,目前是世界 CAE 行业最大的公司。30 余年来,ANSYS 公司一直致力于设计分析软件的开发,不断吸取新的计算方法和计算技术,领导着世界有限元技术的发展。

ANSYS 程序的最初版本与最新版本 ANSYS 10.0 相比有很大区别,最初版本仅仅提供了热分析和线性分析功能,是一个批处理程序,而且只能在大型计算机上使用。20 世纪 70 年代初,随着非线性、子结构以及更多的单元类型的加入,ANSYS 程序发生了很大的变化,新技术的融入进一步满足了用户的需求;70 年代末,交互方式的加入是该软件最为显著的变化,此举使得模型生成和结果评价大为简化。

1-1-2 ANSYS 10.0 技术特点

与其他的有限元计算软件相比,ANSYS 具有以下技术特征:能实现多场及多场耦合功能;集前后处理、分析求解及多场分析于一体;独一无二的优化功能,唯一具有流场优化功能的 CFD 软件;具有强大的非线性分析功能;具备快速求解器;最早采用并行计算技术的 FEA 软件;从微机、工作站、大型机直至巨型机所有硬件平台上全部数据文件兼容;支持从 PC、WS 到巨型机的所有硬件平台;从微机、工作站、大型机直至巨型机所有硬件平台上具有统一用户界面;可与大多数的 CAD 软件集成并有接口;可进行智能网格划分;具有多层次多框架的产品系列;具备良好的用户开发环境。

1-1-3 ANSYS 10.0 使用环境

ANSYS 程序是一个功能强大的有限元计算分析软件包。它可运行于 PC、NT 工作站、UNIX 工作站以及巨型计算机等各类计算机及操作系统中,其数据文件在其所有的产品系列

和工作平台上均兼容。该软件有多种不同版本,目前最新版本为 ANSYS 10.0 版,其微机版本要求的操作系统为 Windows 95/98/2000、Windows NT 及 Windows XP,也可运行于 UNIX 系统下;微机版的基本硬件要求为:显示分辨率为 1024×768,显示内存为 2MB 以上,硬盘大于 350MB,推荐使用 17 英寸显示器。

ANSYS 多物理场耦合的功能,允许在同一模型上进行各种耦合计算,如:热-结构耦合、热-电耦合、磁-结构耦合以及热-电-磁-流体耦合,同时在 PC 上生成的模型可运行于工作站及巨型计算机上,所有这一切就保证了 ANSYS 用户对多领域工程问题的求解。

ANSYS 可与多种先进的 CAD(如 AutoCAD、Pro/ENGINEER、NASTRAN、Alogor、I-DEAS 等)软件共享数据,利用 ANSYS 的数据接口,可以精确地将在 CAD 系统下生成的几何模型数据传输到 ANSYS,并通过必要的修补可准确地在该模型上划分网格并进行求解,这样就可以节省用户在创建模型的过程中所花费的大量时间,使用户的工作效率大幅度提高。

1-1-4 ANSYS 10.0 程序功能

ANSYS 程序主要包括 3 个部分:前处理模块,求解模块和后处理模块。前处理模块提供了一个强大的实体建模及网格划分工具,用户可以方便地构造有限元模型;求解模块包括结构分析(结构线性分析、结构非线性分析和结构高度非线性分析)、热分析、流体动力学分析、电磁场分析、声场分析、压电分析以及多物理场的耦合分析,可模拟多种物理介质的相互作用,具有灵敏度分析及优化分析能力;后处理模块可将计算结果以彩色等值线显示、梯度显示、矢量显示、粒子流显示、立体切片显示、透明及半透明显示等图形方式显示出来,也可将计算结果以图表、曲线形式显示或输出。ANSYS 程序提供了 100 种以上的单元类型,用来模拟实际工程中的各种结构和材料。

启动 ANSYS,进入 ANSYS 图形用户界面。从开始平台(主菜单)可以进入各处理模块:PREP7(通用前处理模块),SOLUTION(求解模块),POST1(通用后处理模块),POST26(时间历程后处理模块)。

1-1-5 ANSYS 10.0 创新之处

1. 新功能

ANSYS 10.0 秉承 Workbench 主旋律,提供给用户可供选择的全自动或个人控制的强大功能,新版本在核心的网格处理技术上有十足的增强,可实现在 ANSYS Workbench 各个应用程序间共享网格。另外,双向参数互动的 CAD 接口的稳健性也得到了提高。ANSYS ICEM CFD 10.0 通过混合网格剖分新功能和 CAD 模型细节处理功能,提供了完整的一系列网格划分工具用来模拟真实世界。

在机械应用领域,ANSYS 10.0 增加了旋转机械的陀螺效应,从而提高了 ANSYS 对涡轮机械和其他旋转结构的转子动力学分析的能力。在转子结构的动力分析中,ANSYS 10.0 可以通过 CORIOLIS 命令在静止或旋转参考系中考虑惯性效应。在具有不同角速度的多载荷步模态分析中,可以生成坎贝尔(COMPABELL)图显示自然频率的变化。随着新的接触单元 CONTA176 的加入及其他接触单元功能的扩充,ANSYS 10.0 在解决接触工程问题上的功能日益强化。

热分析教程与实例解析

在高频电磁领域, 10.0 版本提供了一个新的模式端口。此端口大大简化了集成电路(IC)、射频识别(RFID)和射频微机电系统(MEMS)等多种设备分析传输端口的建模过程。标准算例显示, 利用此端口建模, 可以显著缩小模型尺寸, 在保证精确的频域计算结果的前提下, 节约 30%~50% 的求解时间和内存需求。

在流体动力学领域, ANSYS CFX 10.0 的一个显著进步是在全球首次发布具有预测层流向湍流转换的商业 CFD 软件, 这就是新增的 Menter-Langtry γ - θ 模型。结合 ANSYS CFX 和涡轮专用的前后处理 CFD 功能, ANSYS 10.0 版本提供了涡轮机械设计和分析完整的解决方案。10.0 加入了旋转机械和叶片设计工具, 丰富了 Workbench 环境下的行业化功能。即针对旋转机械叶片构件的高效三维设计工具 ANSYS BladeModeler; 以及高质量的叶片设计六面体网格划分工具 ANSYS TurboGrid。

在耦合场领域, 10.0 版本为复杂的流固耦合(FSI)问题提供了更完善的解决方案。整合了世界一流的应力分析和流体分析技术, 形成了一套完整的 FSI 解决方案。通过适合于特定要求的网格划分, 一个单一的几何体可以应用于两种场。它通过将 ANSYS Mechanical 与 ANSYS CFX 进行无缝集成来完成真实的流固耦合分析。用户使用多场耦合求解器 MFX 可进行模型运动或变形状态中的瞬态或稳态流固耦合分析, 例如航空器飞行状态中的结构变形和土木工程结构中由于空气的流动而产生的机械振动。

2. 新单元

ANSYS 10.0 提供了如表 1-1 所示的新单元。

表 1-1 ANSYS 10.0 提供的新单元

单元类型	功 能
SURF156	3D 表面线载荷效应结构单元, 用于 3D 结构分析
CONTA176	3D 线-线接触单元, 用于杆、梁结构接触分析
INTER202	2D-4 节点线性界面单元, 用于 2D 界面分离和断裂分析
INTER203	2D-6 节点非线性界面单元, 用于 2D 界面分离和断裂分析
INTER204	3D-16 节点非线性界面单元, 用于 3D 界面分离和断裂分析
INTER205	3D-8 节点线性界面单元, 用于 3D 界面分离和断裂分析

ANSYS 10.0 不支持的单元如表 1-2 所示。

表 1-2 ANSYS 10.0 不支持的单元

单元类型	可替代的单元类型
HYPER56	PLANE182
HYPER58	SOLID185
HYPER74	PLANE183
HYPER84	PLANE182、PLANE183
HYPER86	SOLID185
HYPER158	SOLID187