



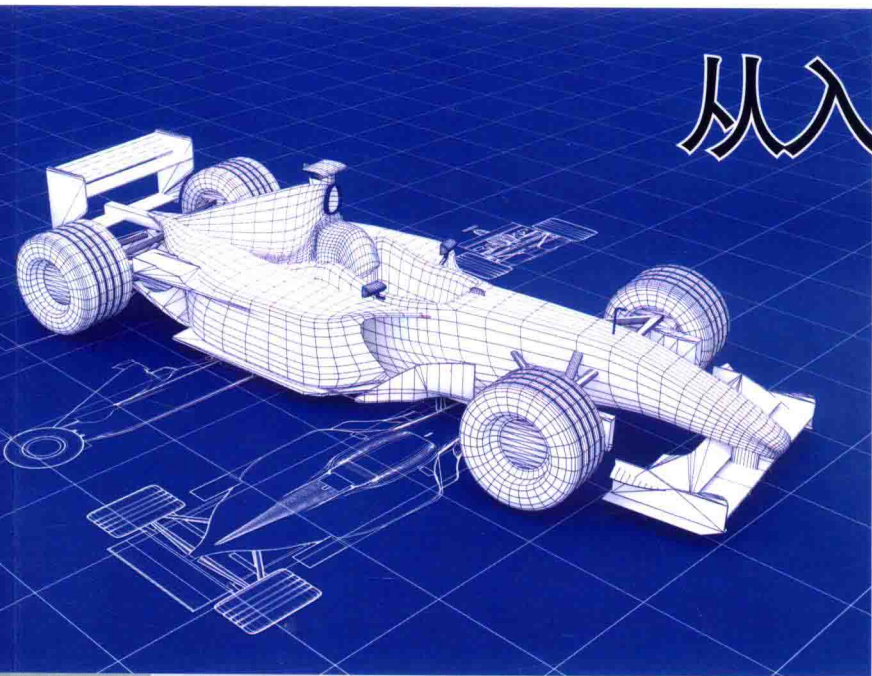
清华社“视频大讲堂”大系

CAD/CAM/CAE技术视频大讲堂

百万工程师  
的首选学习模式  
看视频演示+做经典实例+多交流请教

# ANSYS 15.0 有限元分析 从入门到精通

CAD/CAM/CAE技术联盟◎编著



**40集(段)**  
**高清自学视频**  
**40个案例 实例实践**  
**用实例学习**  
**更专业**

**视频演示** 40集(段) 高清多媒体教学视频, 全程实例操作演示, 让学习效率更高!

**典型案例** 40个不同类型、大小的实例、实践, 用实例学习更专业!

**超值赠送**

20多个工程图纸案例及配套视频, 总计480分钟。



清华大学出版社



清华社“视频大讲堂”大系

CAD/CAM/CAE技术视频大讲堂

# ANSYS 15.0 有限元分析从入门到精通

CAD/CAM/CAE 技术联盟 编著

清华大学出版社

北 京

## 内 容 简 介

《ANSYS 15.0 有限元分析从入门到精通》以 ANSYS 15.0 为依据,对 ANSYS 分析的基本思路、操作步骤和应用技巧进行了详细介绍,并结合典型工程应用实例详细讲述了 ANSYS 具体工程应用方法。书中尽量避开了烦琐的理论描述,从实际应用出发,结合作者使用该软件的经验,实例部分采用 GUI 方式一步步地对操作过程和步骤进行了讲解。为了帮助读者熟悉 ANSYS 的相关操作命令,在每个实例的后面都列出了分析过程的命令流文件。

本书分为 5 篇,共 24 章,第 1 篇为操作基础篇,共 6 章,详细介绍了 ANSYS 分析全流程的基本步骤和方法;第 2 篇为专题实例篇,共 9 章,讲解了各种分析专题的参数设置方法与技巧;第 3 篇为热分析篇,共 2 章,分别介绍了热分析、热辐射和相变分析;第 4 篇为电磁分析篇,共 4 章,分别介绍了电磁场分析、二维磁场分析、三维磁场分析和电场分析;第 5 篇为耦合场分析篇,共 3 章,分别介绍了耦合场分析、直接耦合场分析和多场求解-MFS 单码的耦合分析。

本书适用于 ANSYS 软件的初、中级用户,以及有初步使用经验的技术人员;可作为理工科类院校相关专业的本科生、研究生及教师学习 ANSYS 软件的培训教材;也可作为从事结构分析相关行业的工程技术人员使用 ANSYS 软件的参考书。

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 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

ANSYS 15.0 有限元分析从入门到精通/CAD/CAM/CAE 技术联盟编著. —北京:清华大学出版社,2016  
(清华社“视频大讲堂”大系·CAD/CAM/CAE 技术视频大讲堂)  
ISBN 978-7-302-41372-1

I. ①A… II. ①C… III. ①有限元分析-应用软件 IV. ①O241.82-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 209098 号

责任编辑:赵洛育

封面设计:李志伟

版式设计:魏 远

责任校对:王 云

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印装者:三河市中晟雅豪印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:203mm×260mm 印 张:41.25 插 页:5 字 数:1191 千字  
(附 DVD 光盘 1 张)

版 次:2016 年 1 月第 1 版

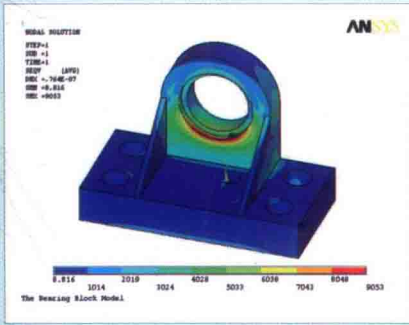
印 次:2016 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:79.80 元

产品编号:062251-01

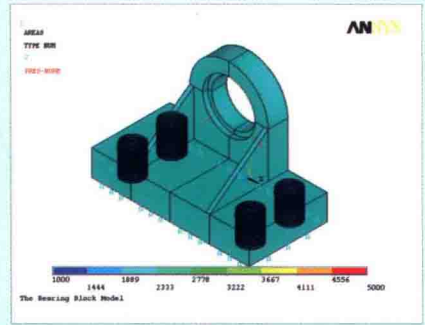




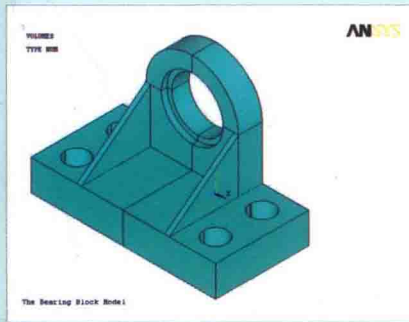
轴承座计算结果后处理1



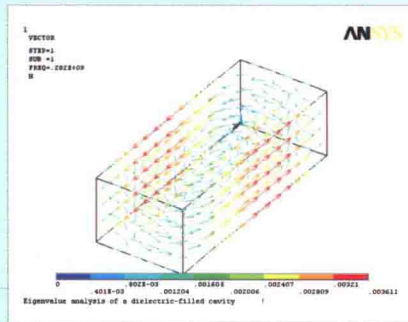
轴承座计算结果后处理2



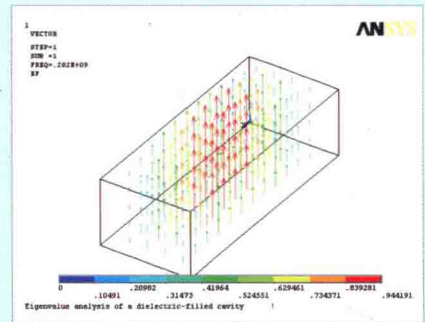
轴承座的载荷和约束施加



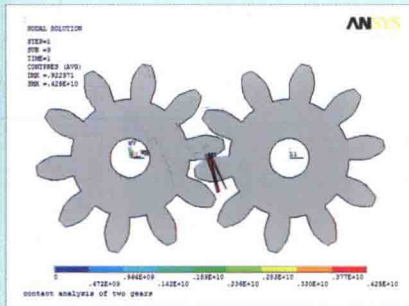
轴承座的实体建模



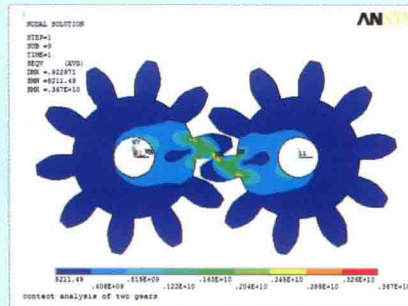
腔体高频模态分析1



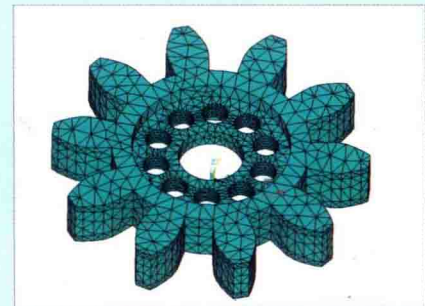
腔体高频模态分析2



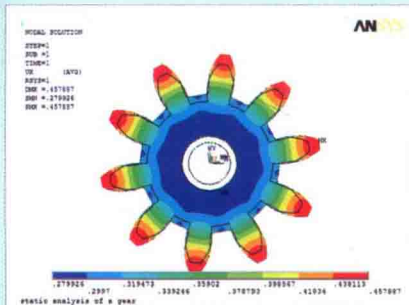
齿轮副的接触分析1



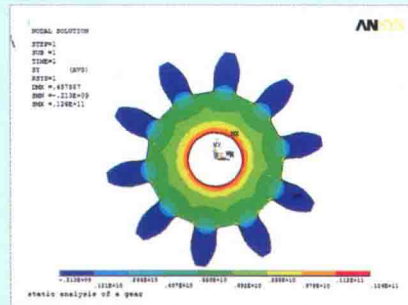
齿轮副的接触分析2



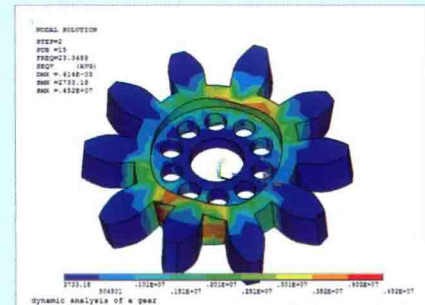
高速齿轮模态分析1



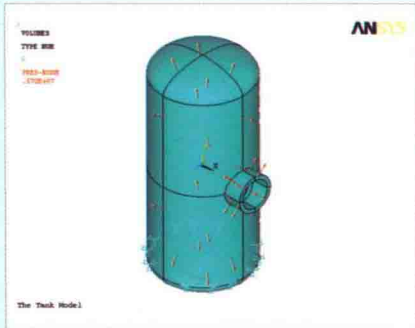
高速齿轮应力分析1



高速齿轮应力分析2



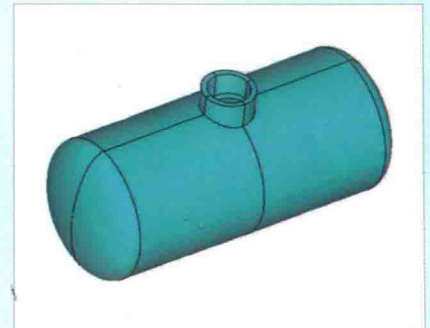
高速齿轮模态分析2



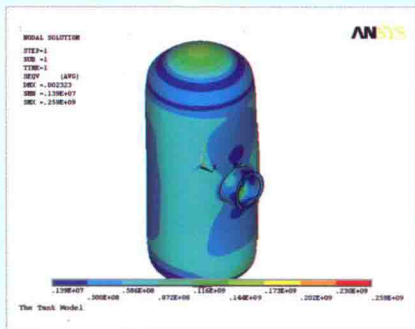
储液罐的载荷和约束施加



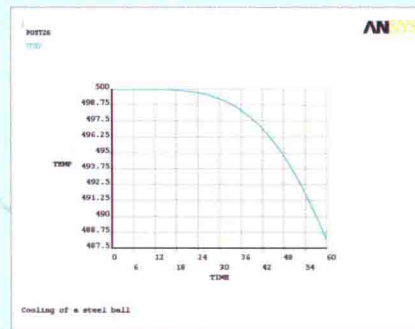
储液罐计算结果后处理1



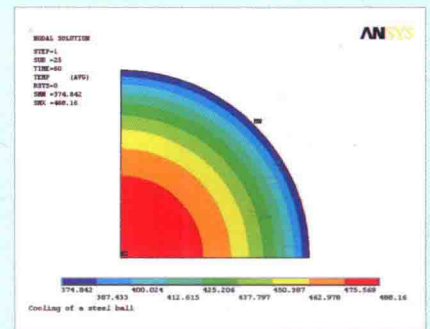
储液罐的实体建模



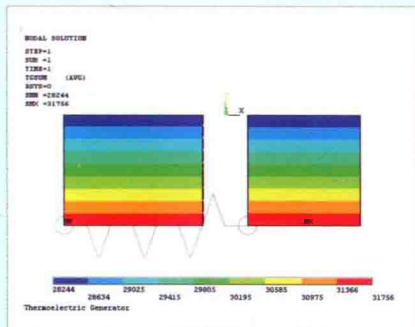
储液罐计算结果后处理2



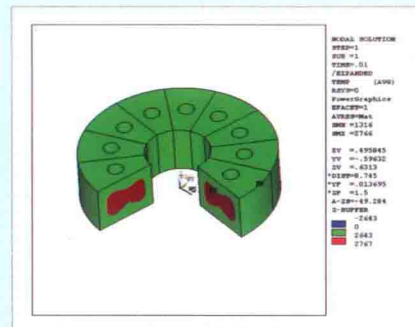
钢球淬火过程温度分析1



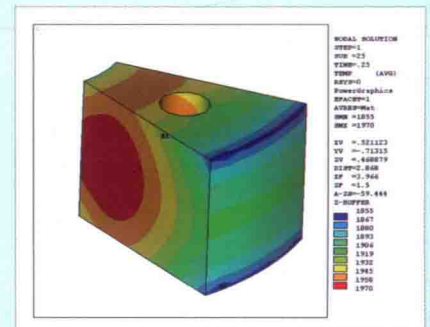
钢球淬火过程温度分析2



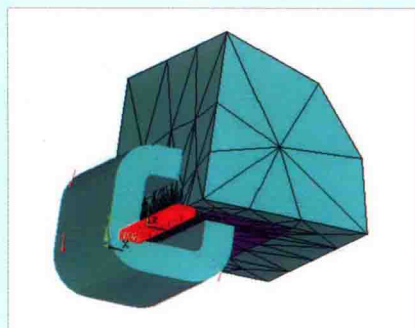
热电发电机耦合分析



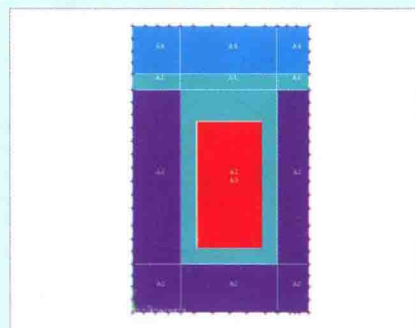
某零件铸造过程分析1



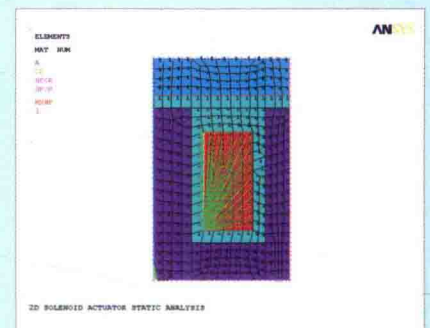
某零件铸造过程分析2



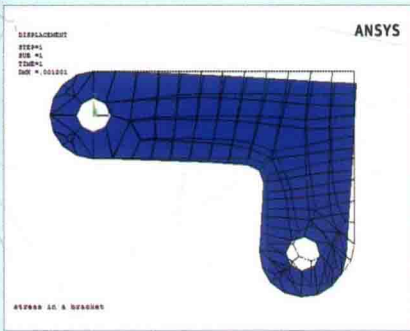
三维螺线管静态磁分析



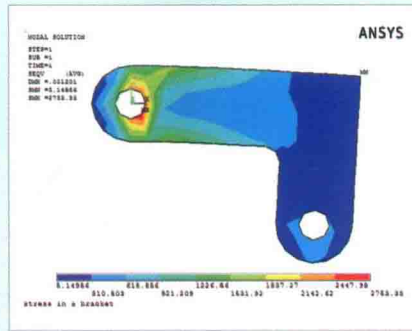
二维螺线管制动器内瞬态磁场的分析1



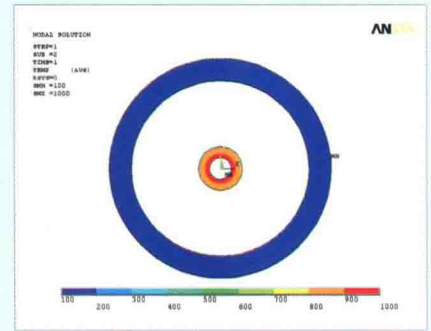
二维螺线管制动器内瞬态磁场的分析2



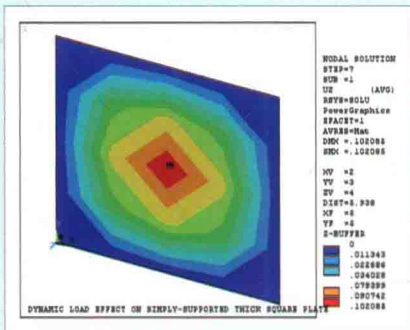
螺托架受力分析



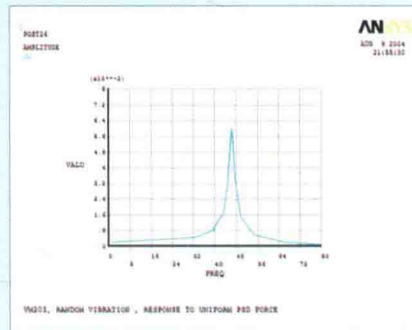
托架受力分析



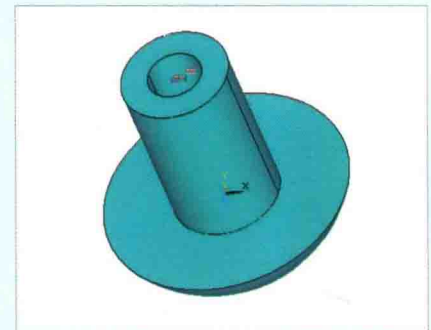
两同心圆柱体间热辐射分析



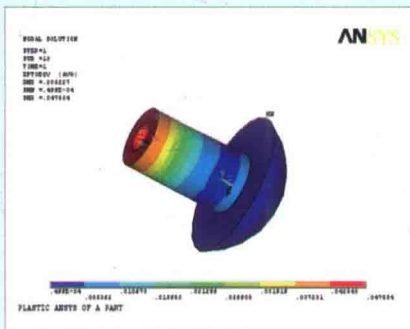
支撑平板动力效果谱分析1



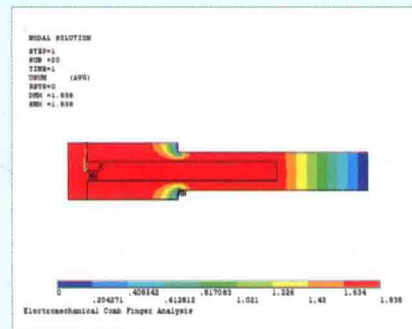
支撑平板动力效果谱分析2



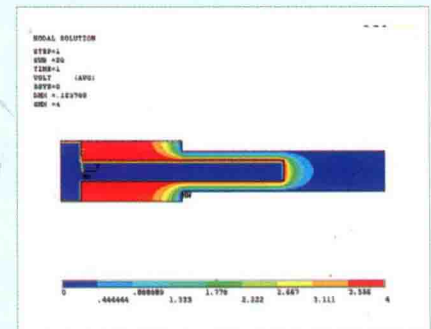
铆钉冲压应力分析1



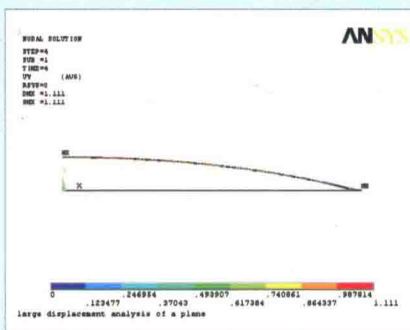
铆钉冲压应力分析2



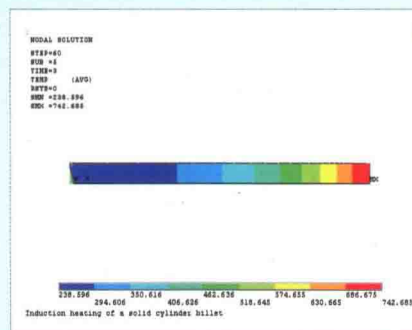
梳齿式电机耦合分析1



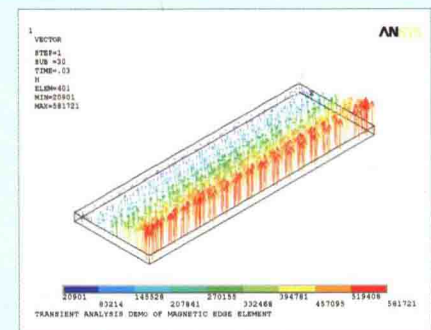
梳齿式电机耦合分析2



圆盘边缘屈曲分析

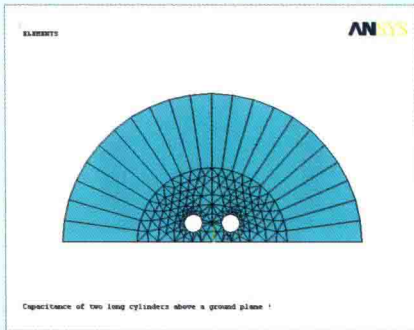


圆钢坯的感应加热分析

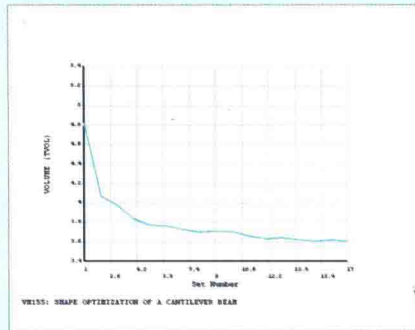


电动机沟槽中瞬态磁场分布

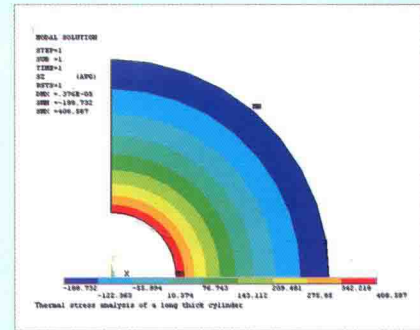




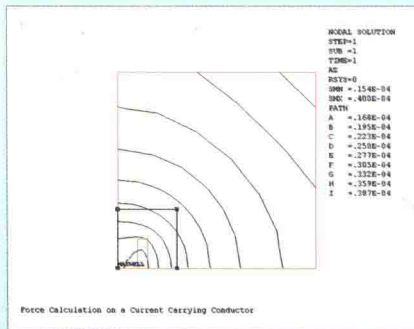
电容计算



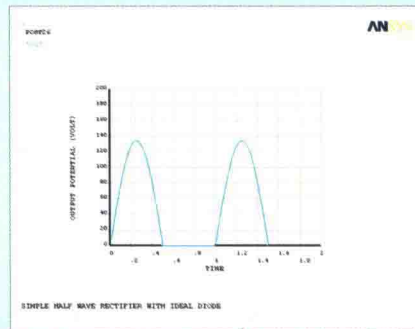
梁结构优化设计



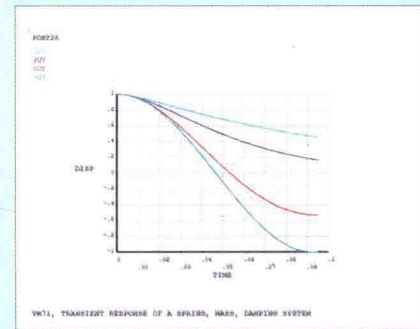
厚壁圆筒的热应力分析



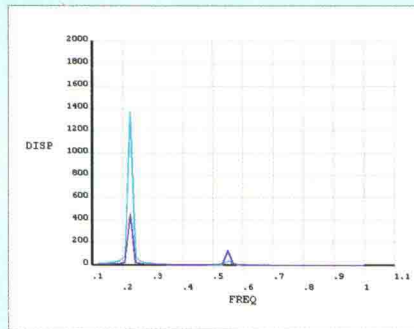
载流导体的电磁力分析



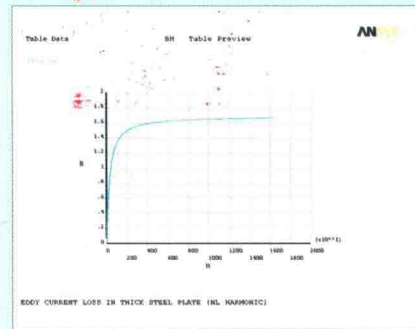
瞬态电路分析



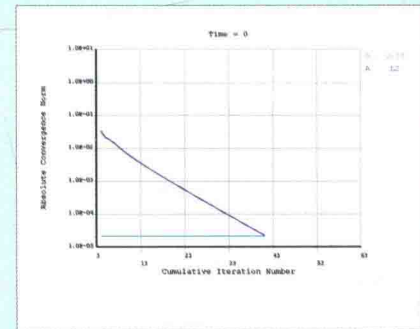
弹簧阻尼系统的自由振动分析



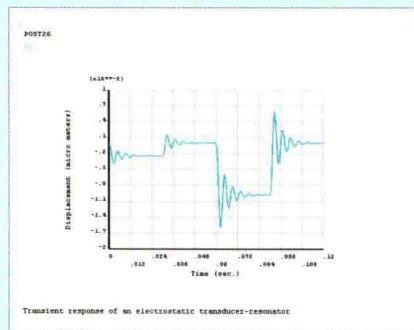
弹簧质子系统的谐响应分析



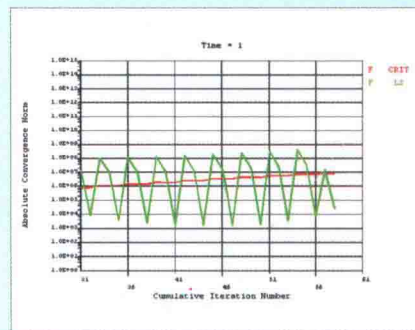
二维非线性谐波分析1



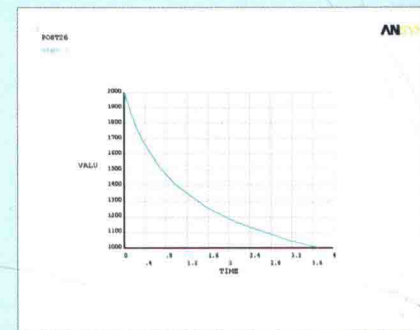
二维非线性谐波分析2



机电-电路耦合分析实例



圆盘边缘屈曲分析



长方体形坯料空冷过程分析

# 前言

Preface



现代工业的典型特征是大量使用计算机进行操作，无论是产品的开发、设计，还是分析、制造过程中，计算机的应用都极大地提高了工作效率和质量。计算机辅助工程（CAE）就是其中必不可少的一个环节，它是计算机技术和现代工程方法的完美结合。

有限元法作为数值计算方法是在工程分析领域应用较为广泛的一种计算方法，自 20 世纪中叶以来，以其独有的计算优势得到了广泛发展和应用，同时也出现了不同的有限元算法，并由此产生了一批非常成熟的通用和专业有限元商业软件。随着计算机技术的飞速发展，各种工程软件也得以广泛应用。ANSYS 软件以它的多物理场耦合分析功能而成为 CAE 软件的应用主流，在工程分析中得到了较为广泛的应用。

ANSYS 软件是美国 ANSYS 公司研制的大型通用有限元分析（FEA）软件，是世界范围内增长最快的 CAE 软件，能够进行包括结构、热、声、流体以及电磁场等学科的研究，在核工业、铁道、石油化工、航空航天、机械制造、能源、汽车交通、国防军工、电子、土木工程、造船、生物医药、轻工、地矿、水利、家用电器等领域有着广泛的应用。ANSYS 因其功能强大，操作简单方便，现已成为国际最流行的有限元分析软件，并且在历年 FEA 评比中均名列第一。目前，中国一百多所理工学院已采用 ANSYS 软件进行有限元分析或者作为标准教学软件。

## 一、编写目的

鉴于 ANSYS 软件强大的功能和深厚的工程应用底蕴，我们力图编写一本全方位介绍 ANSYS 软件在各个工程行业应用情况的书籍，但因篇幅有限，我们着重选择 ANSYS 经常应用的几个方面，利用 ANSYS 大体知识脉络作为线索，以实例作为“抓手”，帮助读者掌握利用 ANSYS 软件进行工程分析的基本技能和技巧。

## 二、本书特点

### ☑ 专业性强

本书的编者都是高校从事计算机图形教学研究多年的一线人员，具有丰富的教学实践经验与教材编写经验，有一些执笔者是国内 ANSYS 图书出版界知名的作者，前期出版的一些相关书籍经过市场检验很受读者欢迎。多年的教学工作使他们能够准确地把握学生的心理与实际需求，本书是作者总结多年的设计经验以及教学的心得体会，历时多年的精心准备，力求全面、细致地展现 ANSYS 软件在工程分析应用领域的各种功能和使用方法。

### ☑ 涵盖面广

就本书而言，我们的目的是编写一本对工科各专业具有普遍适用性的基础应用学习书籍。因为读者的专业学习方向不同，我们不可能机械地将本书归类为结构、热力学或电磁学的某一个专业领域内，又因为有的读者可能不只是在某一个专业方向内应用，所以我们在本书中对知识点的讲解尽量全面，在一本书的篇幅内，包罗了 ANSYS 软件常用的全部功能的讲解，内容涵盖了 ANSYS 分析基本流程、





机械与结构分析、热力学分析、电磁学分析和耦合场分析等知识。对每个知识点，我们不求过于深入，只要求读者能够掌握可以满足一般工程分析的知识即可，并且在语言上尽量做到浅显易懂，言简意赅。

## ☑ 实例丰富

本书的实例不管是数量还是种类，都非常丰富。从数量上说，本书结合大量的工程分析实例，详细讲解了 ANSYS 知识要点，全书包含 40 个大型工程案例，让读者在学习案例的过程中潜移默化地掌握 ANSYS 软件操作技巧。从种类上说，针对本书专业面宽泛的特点，我们在组织实例的过程中，注意实例的行业分布广泛性，以普通机械和结构分析为主，辅助一些热力学分析、电磁学分析和耦合场分析等工程方向的实例。

## ☑ 突出提升技能

本书从全面提升 ANSYS 工程分析能力的角度出发，结合大量的案例来讲解如何利用 ANSYS 软件进行有限元分析，使读者了解计算机辅助分析并能够独立地完成各种工程分析。

本书中有很多实例本身就是工程分析项目案例，经过作者精心提炼和改编，不仅保证了读者能够学好知识点，更重要的是能够帮助读者掌握实际的操作技能，同时培养工程分析实践能力。



Note

## 三、本书的基本内容

本书以 ANSYS 15.0 为依据，对 ANSYS 分析的基本思路、操作步骤、应用技巧进行了详细介绍，并结合典型工程应用实例详细讲述了 ANSYS 具体工程应用方法。

书中尽量避开了繁琐的理论描述，从实际应用出发，结合作者使用该软件的经验，实例部分采用 GUI 方式一步一步地对操作过程和步骤进行讲解。为了帮助用户熟悉 ANSYS 的相关操作命令，在实例的后面还列出了分析过程的命令流文件。

本书分为 5 篇，第 1 篇为操作基础篇，详细介绍 ANSYS 分析全流程的基本步骤和方法，共 6 章，依次介绍 ANSYS 概述、几何建模、划分网格、施加载荷、求解、后处理。

第 2 篇为专题实例篇，按不同的分析专题讲解各种分析专题的参数设置方法与技巧，共 9 章，依次介绍结构静力分析、模态分析、谐响应分析、瞬态动力学分析、谱分析、非线性分析、结构屈曲分析、接触问题分析、结构优化。

第 3 篇为热分析篇，共 2 章，依次介绍热分析、热辐射和相变分析。

第 4 篇为电磁分析篇，共 4 章，依次介绍电磁场分析、二维磁场分析、三维磁场分析、电场分析。

第 5 篇为耦合场分析篇，共 3 章，依次介绍耦合场分析、直接耦合场分析、多场求解-MFS 单码的耦合分析。

除利用传统的书面讲解外，本书还随书配送了多媒体学习光盘。光盘中包含全书讲解实例和练习实例的源文件和素材，并制作了全程所有实例的同步 AVI 文件。为了增强教学效果，更进一步方便读者的学习，作者亲自对实例动画进行了配音讲解，读者可以像看电影一样轻松愉悦地学习本书。

## 四、关于本书的服务

### 1. 安装软件的获取

按照本书上的实例进行操作练习，以及使用 ANSYS 进行有限元分析时，需要事先在电脑上安装相应的软件。读者可从网络中下载相应软件，或者从当地电脑城、软件经销商处购买。

### 2. 关于本书的技术问题或有关本书信息的发布

读者朋友遇到有关本书的技术问题，可以登录 [www.tup.com.cn](http://www.tup.com.cn)，找到该书后单击下部的“网络资源”下载，看该书的留言是否已经对相关问题进行了回复，如果没有请直接留言或者将问题发到邮箱 [wjn760520@126.com](mailto:wjn760520@126.com) 或 [CADCAMCAE7510@163.com](mailto:CADCAMCAE7510@163.com)，我们将及时回复。



### 3. 关于本书光盘的使用

本书光盘可以放在电脑 DVD 格式光驱中使用, 其中的视频文件可以用播放软件进行播放, 但不能在家用 DVD 播放机上播放, 也不能在 CD 格式光驱的电脑上使用(现在 CD 格式的光驱已经很少)。如果光盘仍然无法读取, 最快的办法是建议换一台电脑读取, 然后复制过来, 极个别光驱与光盘不兼容的现象是有的。另外, 盘面有脏物建议要先行擦拭干净。



Note

## 五、关于作者

本书由 CAD/CAM/CAE 技术联盟组织编写。CAD/CAM/CAE 技术联盟是一个 CAD/CAM/CAE 技术研讨、工程开发、培训咨询和图书创作的工程技术人员协作联盟, 包含 20 多位专职和众多兼职 CAD/CAM/CAE 工程技术专家。其中赵志超、张辉、赵黎黎、朱玉莲、徐声杰、张琪、卢园、杨雪静、孟培、闫聪聪、李兵、甘勤涛、孙立明、李亚莉、王敏、宫鹏涵、左昉、李谨等参与了具体章节的编写工作, 对他们的付出表示真诚的感谢。

CAD/CAM/CAE 技术联盟负责人由 Autodesk 中国认证考试中心首席专家担任, 全面负责 Autodesk 中国官方认证考试大纲制定、题库建设、技术咨询和师资力量培训工作, 成员精通 Autodesk 系列软件。其创作的很多教材成为国内具有引导性的旗帜作品, 在国内相关专业方向图书创作领域具有举足轻重的地位。

## 六、致谢

在本书的写作过程中, 策划编辑刘利民先生和杨静华女士给予了很大的帮助和支持, 提出了很多中肯的建议, 在此表示感谢。同时, 还要感谢清华大学出版社的所有编审人员为本书的出版所付出的辛勤劳动。本书的成功出版是大家共同努力的结果, 谢谢所有给予支持和帮助的人们。



编者

# 目 录

## Contents



## 第 1 篇 操作基础篇

第 1 章 ANSYS 15.0 入门.....2	2.3.4 相加.....31
1.1 ANSYS 15.0 的用户界面.....3	2.3.5 相减.....31
1.2 ANSYS 文件系统.....4	2.3.6 利用工作平面做减运算.....32
1.2.1 文件类型.....4	2.3.7 搭接.....33
1.2.2 文件管理.....5	2.3.8 分割.....33
1.3 ANSYS 分析过程.....8	2.3.9 粘接(或合并).....33
1.3.1 建立模型.....8	2.4 编辑几何模型.....34
1.3.2 加载并求解.....8	2.4.1 按照样本生成图元.....34
1.3.3 后处理.....9	2.4.2 由对称映像生成图元.....35
1.4 实例入门——托架受力分析.....9	2.4.3 将样本图元转换坐标系.....35
1.4.1 分析实例描述.....9	2.4.4 实体模型图元的缩放.....35
1.4.2 建立模型.....10	2.5 自底向上创建几何模型.....36
1.4.3 查看计算结果.....19	2.5.1 关键点.....37
第 2 章 几何建模.....21	2.5.2 硬点.....38
(  视频讲解: 20 分钟 )	2.5.3 线.....39
2.1 坐标系简介.....22	2.5.4 面.....41
2.1.1 总体和局部坐标系.....22	2.5.5 体.....43
2.1.2 显示坐标系.....24	2.6 实例——储液罐的实体建模.....44
2.1.3 节点坐标系.....24	2.6.1 GUI 方式.....44
2.1.4 单元坐标系.....25	2.6.2 命令流方式.....48
2.1.5 结果坐标系.....26	2.7 自顶向下创建几何模型(体素)....49
2.2 工作平面的使用.....26	2.7.1 创建面体素.....49
2.2.1 定义一个新的工作平面.....27	2.7.2 创建实体体素.....50
2.2.2 控制工作平面的显示和样式.....27	2.8 实例——轴承座的实体建模.....51
2.2.3 移动工作平面.....27	2.8.1 GUI 方式.....52
2.2.4 旋转工作平面.....28	2.8.2 命令流方式.....57
2.2.5 还原一个已定义的工作平面.....28	2.9 从 IGES 文件中将几何模型 导入 ANSYS.....59
2.3 布尔操作.....28	第 3 章 划分网格.....60
2.3.1 布尔运算的设置.....29	(  视频讲解: 11 分钟 )
2.3.2 交运算.....29	3.1 有限元网格概论.....61
2.3.3 两两相交.....30	





Note

3.2 设定单元属性.....61	3.10 编号控制.....97
3.2.1 生成单元属性表.....61	3.10.1 合并重复项.....97
3.2.2 在划分网格之前分配单元属性.....62	3.10.2 编号压缩.....98
3.3 网格划分的控制.....64	3.10.3 设定起始编号.....98
3.3.1 ANSYS 网格划分工具 (MeshTool).....64	3.10.4 编号偏差.....99
3.3.2 单元形状.....64	3.11 实例——轴承座的网格划分.....99
3.3.3 选择自由或映射网格划分.....65	3.11.1 GUI 方式.....100
3.3.4 控制单元边中节点的位置.....66	3.11.2 命令流方式.....104
3.3.5 划分自由网格时的单元尺寸 控制 (SmartSizing).....66	<b>第 4 章 施加载荷.....106</b>
3.3.6 映射网格划分中单元的默认 尺寸.....67	4.1 载荷概论.....107
3.3.7 局部网格划分控制.....68	4.1.1 什么是载荷.....107
3.3.8 内部网格划分控制.....68	4.1.2 载荷步、子步和平衡迭代.....108
3.3.9 生成过渡棱锥单元.....70	4.1.3 时间参数.....109
3.3.10 将退化的四面体单元转化为 非退化的形式.....70	4.1.4 阶跃载荷与坡道载荷.....109
3.3.11 执行层网格划分.....70	4.2 施加载荷.....110
3.4 自由网格划分和映射网格划分 控制.....71	4.2.1 载荷分类.....110
3.4.1 自由网格划分.....71	4.2.2 轴对称载荷与反作用力.....115
3.4.2 映射网格划分.....72	4.2.3 利用表格施加载荷.....116
3.5 给实体模型划分有限元网格.....77	4.2.4 利用函数施加载荷和边界 条件.....118
3.5.1 用 xMESH 命令生成网格.....77	4.3 实例——轴承座的载荷和约束 施加.....120
3.5.2 生成带方向节点的梁单元网格.....77	4.3.1 GUI 方式.....120
3.5.3 在分界线或者分界面处生成单位 厚度的界面单元.....79	4.3.2 命令流方式.....123
3.6 实例——储液罐的网格划分.....79	4.4 设定载荷步选项.....124
3.6.1 GUI 方式.....79	4.4.1 通用选项.....124
3.6.2 命令流方式.....83	4.4.2 动力学分析选项.....127
3.7 延伸和扫掠生成有限元模型.....83	4.4.3 非线性选项.....128
3.7.1 延伸 (Extrude) 生成网格.....84	4.4.4 输出控制.....128
3.7.2 扫掠 (VSWEEP) 生成网格.....86	4.4.5 Biot-Savart 选项.....129
3.8 修正有限元模型.....88	4.4.6 谱分析选项.....130
3.8.1 局部细化网格.....88	4.4.7 创建多载荷步文件.....130
3.8.2 移动和复制节点及单元.....91	4.5 实例——储液罐的载荷和约束 施加.....131
3.8.3 控制面、线和单元的法向.....91	4.5.1 GUI 方式.....131
3.8.4 修改单元属性.....92	4.5.2 命令流方式.....134
3.9 直接通过节点和单元生成有限元 模型.....93	<b>第 5 章 求解.....137</b>
3.9.1 节点.....93	5.1 求解概论.....138
3.9.2 单元.....95	5.1.1 使用直接求解法.....138
	5.1.2 使用其他求解器.....139
	5.1.3 获得解答.....139







5.2 利用特定的求解控制器指定求解类型 .....	140	6.2.1 将数据结果读入数据库 .....	149
5.2.1 使用 Abridged Solution 菜单选项 .....	140	6.2.2 图像显示结果 .....	155
5.2.2 使用求解控制对话框 .....	140	6.2.3 列表显示结果 .....	162
5.3 多载荷步求解 .....	141	6.2.4 将结果旋转到不同坐标系中并显示 .....	164
5.3.1 多重求解法 .....	142	6.3 实例——轴承座计算结果后处理 .....	165
5.3.2 使用载荷步文件法 .....	142	6.3.1 GUI 方式 .....	165
5.3.3 使用数组参数法 (矩阵参数法) .....	143	6.3.2 命令流方式 .....	169
5.4 实例——轴承座和储液罐模型求解 .....	144	6.4 时间历程后处理 (POST26) .....	169
第 6 章 后处理 .....	146	6.4.1 定义和储存 POST26 变量 .....	170
6.1 后处理概述 .....	147	6.4.2 检查变量 .....	172
6.1.1 结果文件 .....	148	6.4.3 POST26 后处理器的其他功能 .....	174
6.1.2 后处理可用的数据类型 .....	148	6.5 实例——储液罐计算结果后处理 .....	175
6.2 通用后处理器 (POST1) .....	149	6.5.1 GUI 方式 .....	175
		6.5.2 命令流方式 .....	178



Note

## 第 2 篇 专题实例篇

第 7 章 结构静力分析 .....	180	第 9 章 谐响应分析 .....	219
(  视频讲解: 24 分钟)		(  视频讲解: 10 分钟)	
7.1 结构静力概论 .....	181	9.1 谐响应分析概论 .....	220
7.2 实例——高速齿轮应力分析 .....	181	9.1.1 Full Method (完全法) .....	220
7.2.1 分析问题 .....	181	9.1.2 Reduced Method (减缩法) .....	221
7.2.2 建立模型 .....	182	9.1.3 Mode Superposition Method (模态叠加法) .....	221
7.2.3 定义边界条件并求解 .....	197	9.1.4 3 种方法的共同局限性 .....	221
7.2.4 查看结果 .....	199	9.2 实例——弹簧质子系统的谐响应分析 .....	221
7.2.5 命令流执行方式 .....	203	9.2.1 问题描述 .....	222
第 8 章 模态分析 .....	204	9.2.2 建立模型 .....	222
(  视频讲解: 28 分钟)		9.2.3 分析模型 .....	228
8.1 模态分析概论 .....	205	9.2.4 观察结果 .....	230
8.2 实例——高速齿轮模态分析 .....	205	9.2.5 命令流方式 .....	233
8.2.1 分析问题 .....	205	第 10 章 瞬态动力学分析 .....	234
8.2.2 建立模型 .....	205	(  视频讲解: 12 分钟)	
8.2.3 进行模态设置、定义边界条件并求解 .....	212	10.1 瞬态动力学概论 .....	235
8.2.4 查看结果 .....	215		
8.2.5 命令流模式 .....	218		



Note


10.1.1 Full Method (完全法) .....	235	12.2 实例——铆钉冲压应力分析 .....	281
10.1.2 Mode Superposition Method (模态叠加法) .....	235	12.2.1 分析问题 .....	281
10.1.3 Reduced Method (减缩法) .....	236	12.2.2 建立模型 .....	281
10.2 实例——弹簧阻尼系统的自由 振动分析 .....	236	12.2.3 定义边界条件并求解 .....	288
10.2.1 分析问题 .....	236	12.2.4 查看结果 .....	290
10.2.2 建立模型 .....	237	12.2.5 命令流 .....	294
10.2.3 进行瞬态动力分析设置、定义 边界条件并求解 .....	242	<b>第 13 章 结构屈曲分析 .....</b>	<b>295</b>
10.2.4 查看结果 .....	246	13.1 结构屈曲概论 .....	296
10.2.5 命令流模式 .....	249	13.2 实例——圆盘边缘屈曲分析 .....	296
<b>第 11 章 谱分析 .....</b>	<b>250</b>	13.2.1 分析问题 .....	296
( 视频讲解: 22 分钟)		13.2.2 建立模型 .....	296
11.1 谱分析概论 .....	251	13.2.3 定义边界条件并求解 .....	300
11.1.1 响应谱 .....	251	13.2.4 查看结果 .....	304
11.1.2 动力设计分析方法 (DDAM) .....	251	13.2.5 命令流 .....	309
11.1.3 功率谱密度 (PSD) .....	251	<b>第 14 章 接触问题分析 .....</b>	<b>310</b>
11.2 实例——支撑平板动力效果谱 分析 .....	252	( 视频讲解: 31 分钟)	
11.2.1 问题描述 .....	252	14.1 接触问题概论 .....	311
11.2.2 建立模型 .....	252	14.1.1 一般分类 .....	311
11.2.3 命令流方式 .....	271	14.1.2 接触单元 .....	311
<b>第 12 章 非线性分析 .....</b>	<b>272</b>	14.2 实例——齿轮副的接触分析 .....	312
( 视频讲解: 11 分钟)		14.2.1 分析问题 .....	312
12.1 非线性分析概论 .....	273	14.2.2 建立模型 .....	312
12.1.1 非线性行为的原因 .....	273	14.2.3 定义边界条件并求解 .....	323
12.1.2 非线性分析的基本信息 .....	274	14.2.4 查看结果 .....	325
12.1.3 几何非线性 .....	276	14.2.5 命令流方式 .....	327
12.1.4 材料非线性 .....	277	<b>第 15 章 结构优化 .....</b>	<b>328</b>
12.1.5 其他非线性问题 .....	281	( 视频讲解: 24 分钟)	
		15.1 结构优化设计概论 .....	329
		15.2 实例——梁结构优化设计 .....	330
		15.2.1 问题描述 .....	330
		15.2.2 命令流方式 .....	347

## 第 3 篇 热分析篇


<b>第 16 章 稳态热分析与瞬态热分析 .....</b>	<b>350</b>	16.2 热载荷和边界条件的类型 .....	352
( 视频讲解: 28 分钟)		16.2.1 概述 .....	352
16.1 热分析概论 .....	351	16.2.2 热载荷和边界条件注意事项 .....	353
16.1.1 热分析的特点 .....	351	16.3 稳态热分析概述 .....	353
16.1.2 热分析单元 .....	352	16.3.1 稳态热分析定义 .....	353





16.3.2 稳态热分析的控制方程 .....	353	17.2 实例——两同心圆柱体间热辐射	
16.4 瞬态热分析概述 .....	354	分析 .....	377
16.4.1 瞬态热分析特性 .....	354	17.2.1 问题描述 .....	377
16.4.2 瞬态热分析前处理考虑		17.2.2 问题分析 .....	378
因素 .....	354	17.2.3 GUI 操作步骤 .....	378
16.4.3 控制方程 .....	354	17.2.4 APDL 命令流程序 .....	390
16.4.4 初始条件的施加 .....	355	17.3 实例——一长方体形坯料空冷	
16.5 稳态热分析实例——换热管的		过程分析 .....	390
热分析 .....	356	17.3.1 问题描述 .....	390
16.5.1 GUI 分析过程 .....	356	17.3.2 问题分析 .....	390
16.5.2 命令流方式 .....	366	17.3.3 GUI 操作步骤 .....	391
16.6 瞬态热分析实例——钢球淬火		17.3.4 APDL 命令流程序 .....	396
过程温度分析 .....	366	17.4 相变分析概述 .....	396
16.6.1 GUI 分析过程 .....	366	17.4.1 相和相变 .....	396
16.6.2 命令流方式 .....	375	17.4.2 潜在热量和焓 .....	396
17.4.3 相变分析基本思路 .....	397	17.5 实例——某零件铸造过程	
第 17 章 热辐射和相变分析 .....	376	分析 .....	399
(  视频讲解: 51 分钟)		17.5.1 问题描述 .....	399
17.1 热辐射基本理论及在 ANSYS 中的		17.5.2 问题分析 .....	399
处理方法 .....	377	17.5.3 GUI 操作步骤 .....	400
17.1.1 热辐射特性 .....	377	17.5.4 APDL 命令流程序 .....	410
17.1.2 ANSYS 中热辐射的处理			
方法 .....	377		

## 第 4 篇 电磁分析篇

第 18 章 电磁场有限元分析简介 .....	412	19.2 实例——载流导体的电磁力	
18.1 电磁场有限元分析概述 .....	413	分析 .....	420
18.1.1 电磁场中常见边界条件 .....	413	19.2.1 问题描述 .....	420
18.1.2 ANSYS 电磁场分析对象 .....	413	19.2.2 GUI 操作方法 .....	421
18.1.3 电磁场单元概述 .....	414	19.2.3 命令流实现 .....	433
18.1.4 电磁宏 .....	415	19.3 二维谐波磁场分析中要用到的	
18.2 远场单元及远场单元的使用 .....	416	单元 .....	433
18.2.1 远场单元 .....	417	19.4 实例——二维非线性谐波分析 .....	433
18.2.2 使用远场单元的注意事项 .....	417	19.4.1 问题描述 .....	433
第 19 章 二维磁场分析 .....	419	19.4.2 GUI 操作方法 .....	434
(  视频讲解: 67 分钟)		19.4.3 命令流实现 .....	442
19.1 二维静态磁场分析中要用到的		19.5 二维瞬态磁场分析中要用到的	
单元 .....	420	单元 .....	442



19.6 实例——二维螺线管制动器内瞬态磁场的分析.....443	21.2.1 问题描述.....489
19.6.1 问题描述.....443	21.2.2 创建物理环境.....490
19.6.2 创建物理环境.....444	21.2.3 建立模型、赋予特性、划分网格.....491
19.6.3 建立模型、赋予特性、划分网格.....446	21.2.4 加边界条件和载荷.....493
19.6.4 加边界条件和载荷.....451	21.2.5 求解.....494
19.6.5 求解.....453	21.2.6 查看计算结果.....495
19.6.6 命令流实现.....456	21.2.7 命令流实现.....497
<b>第 20 章 三维磁场分析.....457</b>	<b>21.3 h 方法静电场分析中用到的单元.....498</b>
( 视频讲解: 36 分钟)	<b>21.4 实例——电容计算.....498</b>
20.1 三维静态磁场标量法分析中要用到的单元.....458	21.4.1 问题描述.....498
20.2 实例——三维螺线管静态磁场分析.....459	21.4.2 创建物理环境.....499
20.2.1 问题描述.....459	21.4.3 建立模型、赋予特性、划分网格.....501
20.2.2 创建物理环境.....460	21.4.4 加边界条件和载荷.....505
20.2.3 建立模型、赋予特性、划分网格.....463	21.4.5 求解.....507
20.2.4 加边界条件和载荷.....467	21.4.6 命令流实现.....508
20.2.5 求解.....470	<b>21.5 电路分析中要用到的单元.....508</b>
20.2.6 查看计算结果.....470	21.5.1 使用 CIRCUI24 单元.....508
20.2.7 命令流实现.....472	21.5.2 使用 CIRCUI25 单元.....511
20.3 棱边单元边方法中用到的单元.....473	<b>21.6 实例——瞬态电路分析.....512</b>
20.4 实例——电动机沟槽中瞬态磁场分布.....473	21.6.1 问题描述.....512
20.4.1 问题描述.....473	21.6.2 创建物理环境.....512
20.4.2 创建物理环境.....474	21.6.3 建立模型、赋予特性、划分网格.....512
20.4.3 建立模型、赋予特性、划分网格.....476	21.6.4 加边界条件和载荷.....517
20.4.4 加边界条件和载荷.....477	21.6.5 求解.....517
20.4.5 求解.....478	21.6.6 查看计算结果.....520
20.4.6 查看计算结果.....481	21.6.7 命令流实现.....523
20.4.7 命令流实现.....485	<b>21.7 高频分析中要用到的单元.....523</b>
<b>第 21 章 电场分析.....486</b>	<b>21.8 实例——腔体高频模态分析.....523</b>
( 视频讲解: 53 分钟)	21.8.1 问题描述.....523
21.1 电场分析要用到的单元.....487	21.8.2 创建物理环境.....524
21.2 实例——正方形电流环中的磁场.....489	21.8.3 建立模型、赋予特性、划分网格.....526
	21.8.4 加边界条件和载荷.....528
	21.8.5 求解.....528
	21.8.6 查看计算结果.....529
	21.8.7 命令流实现.....532



## 第 5 篇 耦合场分析篇

第 22 章 耦合场分析简介.....	534	23.3.4 命令流方式.....	578
22.1 耦合场分析的定义.....	535	第 24 章 多场求解-MFS 单码的耦合分析 ...	579
22.2 耦合场分析的类型.....	535	(视频讲解: 110 分钟)	
22.2.1 直接方法.....	535	24.1 厚壁圆筒的热应力分析.....	580
22.2.2 载荷传递分析.....	535	24.1.1 前处理.....	580
22.2.3 直接方法和载荷传递.....	536	24.1.2 求解.....	588
22.2.4 其他分析方法.....	538	24.1.3 后处理.....	593
22.3 耦合场分析的单位制.....	538	24.1.4 命令流方式.....	596
第 23 章 直接耦合场分析.....	542	24.2 圆钢坯的感应加热分析.....	596
(视频讲解: 53 分钟)		24.2.1 前处理.....	597
23.1 热应力耦合分析实例——换热管的		24.2.2 求解.....	609
热应力分析.....	543	24.2.3 后处理.....	615
23.1.1 前处理.....	543	24.2.4 命令流方式.....	619
23.1.2 求解.....	544	24.3 使用物理环境方法求解热-应力	
23.1.3 后处理.....	546	问题实例.....	620
23.1.4 命令流方式.....	547	24.3.1 前处理(热分析).....	620
23.2 热电耦合分析实例——热电发电机		24.3.2 前处理(结构分析).....	625
耦合分析.....	548	24.3.3 求解(热分析).....	628
23.2.1 前处理.....	548	24.3.4 后处理(热分析).....	629
23.2.2 求解.....	557	24.3.5 求解(结构分析).....	631
23.2.3 后处理.....	558	24.3.6 后处理(结构分析).....	632
23.2.4 命令流方式.....	561	24.3.7 命令流.....	634
23.3 机电耦合分析实例——梳齿式电机		24.4 机电-电路耦合分析实例.....	634
耦合分析.....	561	24.4.1 前处理.....	635
23.3.1 前处理.....	561	24.4.2 求解.....	641
23.3.2 求解.....	574	24.4.3 后处理.....	644
23.3.3 后处理.....	577	24.4.4 命令流方式.....	646



Note