

CAD/CAM/CAE
工程应用丛书

ANSYS 8.0

结构分析及实例解析

张朝晖 主编



- ◆ 精心选择典型工程实例
- ◆ 充分体现 ANSYS 的设计技巧
- ◆ 详细介绍有限元分析方法
- ◆ 随书光盘包含丰富素材



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



CAD/CAM/CAE 工程应用丛书

ANSYS 8.0 结构分析及实例解析

张朝晖 主编

王富耻 席巧娟 等编著



机械工业出版社

本书从实例分析与计算入手,详细介绍了 ANSYS 8.0 有限元软件的功能与技巧。全书根据不同的学科及工程应用分为 8 章,内容主要包括 ANSYS 8.0 简介、ANSYS 8.0 建模与网格划分、结构静力学分析、非线性分析、动力学分析、复合材料结构分析、结构疲劳分析、结构断裂分析。本书内容新颖丰富、涉及领域广泛,使读者在掌握 ANSYS 8.0 软件的同时能够掌握到实际工程问题的分析思路、方法和经验,并轻松解决本领域所出现的问题。

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,可以作为高等院校学生及科研院所研究人员学习 ANSYS 8.0 有限元软件的教材,也可以作为从事相关领域科学技术研究的工程技术人员使用 ANSYS 8.0 软件的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

ANSYS 8.0 结构分析及实例解析/张朝晖主编. —北京:机械工业出版社, 2005.3

(CAD/CAM/CAE 工程应用丛书)

ISBN 7-111-16178-5

I. A... II. 张... III. 有限元分析—应用程序, ANSYS 8.0—教材
IV. 0241.82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 013268 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策 划:胡毓坚

责任编辑:郭燕春

责任印制:石 冉

三河市宏达印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 3 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·31.75 印张·786 千字

0001—5000 册

定价:49.00 元(含 1CD)

凡购本图书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

封面无防伪标均为盗版

出版说明

随着信息技术在各领域的迅速渗透, CAD/CAM/CAE 技术已经得到了广泛的应用, 从根本上改变了传统的设计、生产、组织模式, 对推动现有企业的技术改造、带动整个产业结构的变革、发展新兴技术、促进经济增长都具有十分重要的意义。

CAD 在机械制造行业的应用最早, 使用也最为广泛。目前其最主要的应用涉及到机械、电子、建筑等工程领域。世界各大航空、航天及汽车等制造业巨头不但广泛采用 CAD/CAM/CAE 技术进行产品设计, 而且投入大量的人力、物力及资金进行 CAD/CAM/CAE 软件的开发, 以保持自己技术上的领先地位和国际市场上的优势。CAD 在建筑工程中的应用, 不但可以提高设计质量, 缩短工程周期, 还可以节约大量建设投资。

各行各业的工程技术人员也逐步认识到 CAD/CAM/CAE 技术在现代工程中的重要性, 掌握其中的一种或几种软件的使用方法和技巧, 已成为他们在竞争日益激烈的市场经济形势下生存和发展的必备技能之一。然而仅仅知道简单的软件操作方法是远远不够的, 只有将计算机技术和工程实际结合起来, 才能真正达到通过现代的技术手段提高工程效益的目的。

基于这一考虑, 机械工业出版社特别推出了这套主要面向相关行业工程技术人员的“CAD/CAM/CAE 工程应用丛书”。本丛书涉及 AutoCAD、Pro/Engineer、UG、SolidWorks、MasterCAM、Ansys 等软件在机械设计、性能分析、制造技术方面的应用, 以及 AutoCAD 和天正建筑 CAD 软件在建筑和室内配景图、建筑施工图、室内装潢图、水暖、空调布线图、电路布线图以及建筑总图等方面的应用。

本套丛书立足于基本概念和操作, 配以大量具代表性的实例, 并融入了作者丰富的实践经验, 使得本丛书内容具有专业性强、操作性强、指导性强的特点, 是一套真正具有实用价值的书籍。

机械工业出版社

前 言

ANSYS 软件是集结构、流体、电场、磁场、声场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惟一通过 ISO9001 质量体系认证的分析设计类软件。

本书在必要的理论描述的基础上,通过大量的、丰富的实例对 ANSYS 8.0 有限元软件的工程应用进行了详细而具体的介绍,并结合实际工程问题进行详细讲解,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介绍。对于渴望入门的新手来说,通过对第 1、2 章相关知识学习,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而言,也可以通过参考其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,可以作为高等院校学生及科研院所研究人员学习 ANSYS 8.0 有限元软件的教材,也可以作为从事相关领域科学技术研究的工程技术人员使用 ANSYS 8.0 软件的参考书。

本书由北京理工大学的张朝晖、王富耻、席巧娟负责策划,第 1、2 章主要由席巧娟执笔,第 4 章主要由王富耻执笔,第 3、5、6、7、8 章主要由张朝晖执笔,全书由张朝晖审定。刘颖、王鲁、李树奎、李云凯、马壮、苏铁健、王琳、苗杰、于晓东、苗凯、廖秋尽等参加了其中部分章节的编写。由于编者水平有限,时间仓促,书中缺点与错误在所难免,敬请广大读者批评指正,也欢迎业内人士及专家来电来函共同探讨。

作者的 E-mail: zhang@bit.edu.cn

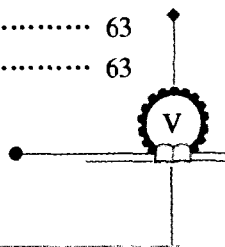
编 者

目 录

出版说明

前言

第 1 章 概述	1
1.1 ANSYS 8.0 简介	1
1.1.1 ANSYS 8.0 软件发展历史	1
1.1.2 ANSYS 8.0 软件主要技术特点	2
1.1.3 ANSYS 8.0 使用环境	2
1.1.4 ANSYS 8.0 软件的功能	2
1.1.5 ANSYS 8.0 创新之处	4
1.2 ANSYS 8.0 基本操作	6
1.2.1 ANSYS 8.0 启动与设置	6
1.2.2 ANSYS 8.0 用户界面	8
1.2.3 退出 ANSYS 8.0	9
1.3 ANSYS 8.0 结构分析	10
1.3.1 ANSYS 8.0 结构分析概述	10
1.3.2 ANSYS 8.0 结构分析过程	11
第 2 章 模型建立过程及实例详解	14
2.1 模型建立基本过程	14
2.1.1 概述	14
2.1.2 模型建立方法	14
2.1.3 ANSYS 坐标系与工作平面	16
2.1.4 实体建模	20
2.1.5 网格划分	32
2.2 直接法实体建模实例详解	40
2.2.1 问题描述	40
2.2.2 问题分析	40
2.2.3 求解步骤	40
2.2.4 命令流	50
2.3 自底向上建模方法实例详解	51
2.3.1 问题描述	51
2.3.2 问题分析	52
2.3.3 求解步骤	52
2.3.4 命令流	60
2.4 自顶向下建模方法实例详解	63
2.4.1 问题描述	63

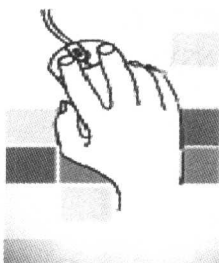


2.4.2	问题分析	63
2.4.3	求解步骤	63
2.4.4	命令流	75
第3章	结构线性静力分析过程及实例详解	79
3.1	结构线性静力分析基本过程	79
3.1.1	结构静力分析概述	79
3.1.2	结构线性静力分析基本步骤	79
3.2	平面应力问题分析实例详解——带孔薄板两端承受均布载荷	83
3.2.1	问题描述	83
3.2.2	问题分析	83
3.2.3	求解步骤	84
3.2.4	命令流	96
3.3	平面应变问题分析实例详解——输气管道受力分析	97
3.3.1	问题描述	97
3.3.2	问题分析	97
3.3.3	求解步骤	97
3.3.4	命令流	106
3.4	轴对称问题分析实例详解——轴类零件受拉分析	108
3.4.1	问题描述	108
3.4.2	问题分析	108
3.4.3	求解步骤	109
3.4.4	命令流	115
3.5	梁分析实例详解——工字梁端面受力分析	117
3.5.1	问题描述	117
3.5.2	问题分析	117
3.5.3	求解步骤	117
3.5.4	命令流	123
3.6	桁架分析实例详解——三角桁架受力分析	124
3.6.1	问题描述	124
3.6.2	问题分析	125
3.6.3	求解步骤	125
3.6.4	命令流	133
3.7	壳分析实例详解——薄壁圆筒受力分析	134
3.7.1	问题描述	134
3.7.2	问题分析	135
3.7.3	求解步骤	135
3.7.4	命令流	145
3.8	接触分析实例详解——钢球和刚性平面接触分析	147
3.8.1	问题描述	147

3.8.2	问题分析	148
3.8.3	求解步骤	148
3.8.4	命令流	160
3.9	复杂结构静力分析实例详解——内六角扳手受力分析	163
3.9.1	问题描述	163
3.9.2	问题分析	163
3.9.3	求解步骤	163
3.9.4	命令流	177
第4章	结构动力学分析过程及实例详解	181
4.1	结构动力学分析基本过程	181
4.1.1	模态分析	181
4.1.2	谐响应分析	185
4.1.3	瞬态动力学分析	188
4.1.4	谱分析	192
4.2	模态分析实例详解1——齿轮模态分析	196
4.2.1	问题描述	196
4.2.2	问题分析	196
4.2.3	求解步骤	196
4.2.4	命令流	211
4.3	模态分析实例详解2——谐振器模态分析	214
4.3.1	问题描述	214
4.3.2	问题分析	214
4.3.3	求解步骤	215
4.3.4	命令流	220
4.4	谐响应分析实例详解——弹簧质量系统受谐载荷	221
4.4.1	问题描述	221
4.4.2	问题分析	221
4.4.3	求解步骤	222
4.4.4	命令流	231
4.5	瞬态动力学分析实例详解1——钟摆摆动分析	233
4.5.1	问题描述	233
4.5.2	问题分析	233
4.5.3	求解步骤	234
4.5.4	命令流	240
4.6	瞬态动力学分析实例详解2——滑块滑动摩擦生热	242
4.6.1	问题描述	242
4.6.2	问题分析	242
4.6.3	求解步骤	243
4.6.4	命令流	256

4.7	谱分析实例详解——地震位移谱作用下的板梁结构响应	259
4.7.1	问题描述	259
4.7.2	问题分析	260
4.7.3	求解步骤	260
4.7.4	命令流	273
第 5 章	非线性分析过程及实例详解	277
5.1	非线性分析基本过程	277
5.1.1	结构非线性概述	277
5.1.2	非线性分析步骤	283
5.2	几何非线性实例详解 1——圆柱壳体受力分析	288
5.2.1	问题描述	288
5.2.2	问题分析	289
5.2.3	求解步骤	289
5.2.4	命令流	302
5.3	几何非线性实例详解 2——细长杆屈曲分析	305
5.3.1	问题描述	305
5.3.2	问题分析	305
5.3.3	求解步骤	305
5.3.4	命令流	314
5.4	几何非线性实例详解 3——金属圆盘弹塑性分析	316
5.4.1	问题描述	316
5.4.2	问题分析	317
5.4.3	求解步骤	317
5.4.4	命令流	331
5.5	材料非线性实例详解 1——螺栓蠕变松弛分析	334
5.5.1	问题描述	334
5.5.2	问题分析	334
5.5.3	求解步骤	334
5.5.4	命令流	342
5.6	材料非线性实例详解 2——橡胶圆筒受压分析	344
5.6.1	问题描述	344
5.6.2	问题分析	345
5.6.3	求解步骤	345
5.6.4	命令流	355
5.7	材料非线性实例详解 3——圆盘大应变分析	357
5.7.1	问题描述	357
5.7.2	问题分析	358
5.7.3	求解步骤	358
5.7.4	命令流	369

5.8	状态非线性实例详解——卡头压进卡座的力学过程分析	372
5.8.1	问题描述	372
5.8.2	问题分析	373
5.8.3	求解步骤	373
5.8.4	命令流	394
第6章	复合材料结构分析过程及实例详解	402
6.1	复合材料结构分析基本过程	402
6.1.1	概述	402
6.1.2	建立复合材料模型	402
6.2	复合材料结构分析实例详解 1——复合材料梁弯曲分析	409
6.2.1	问题描述	409
6.2.2	问题分析	410
6.2.3	求解步骤	410
6.2.4	命令流	425
6.3	复合材料结构分析实例详解 2——层合板受压分析	427
6.3.1	问题描述	427
6.3.2	问题分析	428
6.3.3	求解步骤	428
6.3.4	命令流	448
第7章	结构疲劳分析过程及实例详解	453
7.1	结构疲劳分析基本过程	453
7.1.1	概述	453
7.1.2	疲劳分析步骤	454
7.2	结构疲劳分析实例详解——带孔板状构件疲劳分析	456
7.2.1	问题描述	456
7.2.2	问题分析	457
7.2.3	求解步骤	457
7.2.4	命令流	475
第8章	结构断裂分析过程及实例详解	478
8.1	结构断裂分析基本过程	478
8.1.1	概述	478
8.1.2	结构断裂分析过程	479
8.2	结构断裂分析实例详解——二维断裂问题	483
8.2.1	问题描述	483
8.2.2	问题分析	483
8.2.3	求解步骤	484
8.2.4	命令流	495



第1章 概述



内
容

本章主要介绍 ANSYS 8.0 软件的组成、特点及功能，并介绍 ANSYS 8.0 的启动过程及用户界面，同时还向读者介绍运用 ANSYS 8.0 进行结构分析的思路和基本步骤。

提
要



1.1 ANSYS 8.0 简介

ANSYS 软件是集结构、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、国防工业、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及操作系统运行，从 PC 机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、下拉式菜单和子菜单进行数据输入和功能选择，大大方便了用户操作。ANSYS 软件能与大多数 CAD 软件实现数据共享和交换，它是现代产品设计中高级的 CAD/CAE 软件之一。

1.1.1 ANSYS 8.0 软件发展历史

ANSYS 公司成立于 1970 年，是由美国匹兹堡大学的 John Swanson 博士创建的，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 软件的最初版本与今天的版本 ANSYS 8.0 相比已有很大的区别，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；20 世纪 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 8.0 软件主要技术特点

与其他的有限元计算软件相比，ANSYS 8.0 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，惟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 8.0 使用环境

ANSYS 软件是一个功能强大的有限元计算分析软件包。该软件可运行于 PC 机、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。其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 机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 用户对多领域多变工程问题的求解。

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 8.0 软件的功能

ANSYS 软件主要包括三个部分：前处理模块、分析计算模块和后处理模块。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；分析计算模块包括结构分析（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、粒子流迹显示、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 软件提供了 100 种以上的单元类型，用来模拟工程中的各种结构和材料。该软件有多种不同版本，可以运行在从个人机到大型机的多种计算机设备上。目前最新版本为 ANSYS 8.0 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 2M 以上，硬盘大于 350M，推荐使用 17in 显示器。

启动 ANSYS，进入欢迎画面以后，程序停留在开始平台。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）。下面对这三个模块逐一进行介绍。

1. 前处理模块 PREP7

ANSYS 前处理模块主要包括两部分内容：实体建模和网格划分。

2. 求解模块 SOLUTION

ANSYS 软件提供的分析类型如下：

（1）结构静力分析

用来求解外载荷引起的位移、应力和力。静力分析很适合求解惯性和阻尼对结构的影响并不显著的问题。ANSYS 程序中的静力分析不仅可以进行线性分析，而且也可以进行非线性分析，如塑性、蠕变、膨胀、大变形、大应变及接触分析。

（2）结构动力学分析

结构动力学分析用来求解随时间变化的载荷对结构或部件的影响。与静力分析不同，动力学分析要考虑随时间变化的力载荷以及它对阻尼和惯性的影响。ANSYS 可进行的结构动力学分析类型包括：瞬态动力学分析、模态分析、谐波响应分析及随机振动响应分析。

（3）结构非线性分析

结构非线性导致结构或部件的响应随外载荷不成比例变化。ANSYS 程序可求解静态和瞬态非线性问题，包括材料非线性、几何非线性和单元非线性三种。

（4）动力学分析

ANSYS 程序可以分析大型三维柔体运动。当运动的积累影响起主要作用时，可使用这些功能分析复杂结构在空间中的运动特性，并确定结构中由此产生的应力、应变和变形。

（5）热分析

程序可处理热传递的三种基本类型：传导、对流和辐射。热传递的三种类型均可进行稳态和瞬态、线性和非线性分析。热分析还具有可以模拟材料固化和熔解过程的分相变分析能力以及模拟热与结构应力之间的热-结构耦合分析能力。

（6）电磁场分析

主要用于电磁场问题的分析，如电感、电容、磁通量密度、涡流、电场分布、磁力线分布、力、运动效应、电路和能量损失等。还可用于螺线管、调节器、发电机、变换器、磁体、加速器、电解槽及无损检测装置等的设计和分析领域。

（7）流体动力学分析

ANSYS 流体单元能进行流体动力学分析, 分析类型可以为瞬态或稳态。分析结果可以是每个节点的压力和通过每个单元的流率。并且可以利用后处理功能产生压力、流率和温度分布的图形显示。另外, 还可以使用三维表面效应单元和热一流管单元模拟结构的流体绕流并包括对流换热效应。

(8) 声场分析

程序的声学功能用来研究在含有流体的介质中声波的传播, 或分析浸在流体中的固体结构的动态特性。这些功能可用来确定音响话筒的频率响应, 研究音乐大厅的声场强度分布, 或预测水对振动船体的阻尼效应。

(9) 压电分析

用于分析二维或三维结构对 AC (交流)、DC (直流) 或任意随时间变化的电流或机械载荷的响应。这种分析类型可用于换热器、振荡器、谐振器、扬声器等部件及其他电子设备的结构动态性能分析。可进行四种类型的分析: 静态分析、模态分析、谐波响应分析、瞬态响应分析。

3. 后处理模块 POST1 和 POST26

当 ANSYS 完成计算之后, 可以通过后处理器观察结果。ANSYS 程序的后处理包括两个部分: 通用后处理模块 (POST1) 和时间历程后处理模块 (POST26)。通过程序的菜单操作, 可以很方便地获得求解结果。

(1) 通用后处理模块 POST1

该模块可以用于查看整个模块获选定的部分模块在某一子步或时间步的结果。运用该模块可以获得各种应力场、应变场及温度场等的等值线图形显示、变形形状显示以及检查和解释分析的结果列表。POST1 也提供了很多其他的功能, 如误差估计、载荷工况组合、结果数据的计算和路径操作等。通过单击主菜单中的 General Postproc 可以直接进入到通用后处理模块。

(2) 时间历程后处理模块 POST26

该模块用于查看模型的特定在某一或所有时间步内的计算结果, 可获得结果数据对时间或频率的关系图形曲线及列表。如绘制位移-时间曲线, 应力-应变曲线等。另外, POST26 还具有很多其他的功能: 可以进行曲线的代数运算, 变量之间可以进行加、减、乘、除运算以产生新的曲线; 也可以取绝对值、平方根、对数、指数以及最大和最小值等; 还可以对曲线进行微积分运算; 并且还能够从时间历程结果中生成谱响应。通过单击主菜单中的 TimeHist Postpro 可以直接进入到时间历程后处理模块。

1.1.5 ANSYS 8.0 创新之处

今天 ANSYS 软件更加趋于完善, 功能更加强大, 使用更加便捷。ANSYS 公司推出 8.0 新版本及系列新产品后, ANSYS 除了保持其在 CAE 领域中结构非线性分析和多场耦合分析的明显优势外, 其流体动力学 (CFD) 分析能力也因自 2001 年起相继收购了世界顶级的前后处理 ICEM 以及著名流体动力学软件 CFX, 而一跃成为 CFD 领域的领先者;

ANSYS 8.0 在结构分析领域的主要创新如下:

- 提供了两种新的接触算法, Lagrange Multiplier 和 Pure Lagrange Multiplier。

- 改善了接触分析的界面操作 (GUI)。
- 增强了材料曲线拟合操作功能。
- 增强了模态分析功能。
- 增强了对称循环结构在非均匀加载条件下的分析功能。
- 提供了形状记忆合金的材料模型。
- 改善了部分结构单元的输出能力 (PLANE182、PLANE183、SOLID185、SOLID186、SOLID187)。
- 增加了梁单元的选项设置 (BEAM188、BEAM189)，提高了梁单元的分析能力。
- 提供了自动选择单元的命令 (ETCONTROL) 和方法。
- 提供了自动生成超单元的命令 (SEGEN) 和方法。
- 提高了部分单元的塑性应变能力 (LINK180、SHELL181、PLANE182、PLANE183、SOLID185、SOLID186、SOLID187、BEAM188、BEAM189)。
- 为 MPC184 单元提供了多点约束和结合选项。
- 引进了两种新型的壳单元：SHELL208、SHELL209，可模拟薄的或具有适当厚度的壳结构。
- 针对 TARGE170 单元，通过引进多点约束选项 (MPC)，改善了三维实体边界的接触情况。
- 引进了 PLANE223、SOLID226、SOLID227 耦合场单元，在单元内部实现了多物理场的耦合。
- 改进了耦合流体—固体界面的网格重划分功能；提高了 ALE 网格移动引起网格扭曲变形后的计算精度。
- 实现了 ANSYS CFX 对 ANSYS Multiphysics 的单向耦合。
- 实现了第三方产品与 ANSYS Multiphysics 之间的单向耦合，每个物理场可从外部求解器（例如 CFX）导入。
- 提供了新型的多物理场求解器，使得任意数目物理场之间可以按顺序耦合起来，每个物理场允许采用不同的分析类型、不同的求解器及不同的网格模型。

ANSYS 8.0 新的计算电磁学 (CEM) 模块 FEKO 采用 MoM/PO/UTD/FMM 混合方法，B-H 曲线上超过 500 个数据点的输入功能，接触功能的改善以及高频电磁场分析过程中显示功能的改善，使其在解决大尺寸问题方面有独特优势，和以前的 EMAG、EMAX 共同形成完整 CEM 解决方案，将是计算电磁学领域另一强有力的竞争者；

在设计优化领域，由于引入变分技术，使得优化问题不再进行多次迭代，一次计算即可绘制整个设计空间，快速得到优化设计，并可进行多目标优化和离散优化；

ANSYS 公司在程序架构方面的重大突破使其诞生了 Workbench 系列产品。该架构卓越的开放性和灵活性使之成为 ANSYS 公司未来 CAE 技术的开发和集成平台。除了集成了原来先进的内核，多款耀眼的新模块已在此架构上诞生，另有诸多新技术正在此平台上生长，不久将相继面世。

ANSYS 8.0 在热分析方面，也取得了较大的改善。其主要创新之处如下：

- 在对流传热方面引入了表面效应单元 SURF151、SURF152，此举使得转动机械的表面膜系数建模功能大为增强。

- 在与热分析相关的耦合场计算方面，引入了一种新型多功能求解器，运用该求解器可以进行解决多种与热分析相关的耦合场问题。
- 在使用快速瞬态热分析求解选项（THOPT,QUASI）时可以采用面-面热接触分析，适用的单元包括 CONTA171, CONTA172, CONTA173 和 CONTA174，支持下面两种情况：
 - 接触热传导。使用实常数 TCC（热接触传导系数），它可以是时间与温度的函数。可以直接指定其数值，也可以利用数据表进行输入。
 - 理想热接触（TCC = infinity）允许两个接触界面上具有完全不同的网格。此时，需要使用内部 MPC 方法（KEYOPT(2) = 2）和接触节点探测（KEYOPT(4) = 1 或 2）。

1.2 ANSYS 8.0 基本操作

1.2.1 ANSYS 8.0 启动与设置

ANSYS 8.0 软件在启动过程中与以前的版本有所区别，其启动路径为：“开始”→“程序”→ANSYS 8.0→Configure ANSYS Products，其界面如图 1-1 所示。当 ANSYS 开始启动后，出现如图 1-1 所示的交互式菜单。

1. 选择 ANSYS 产品

单击【Launch】按钮，出现如图 1-2 所示的对话框，用户可根据使用要求在 Simulation Environment 复选框中选择运行环境，在 License 复选框中选择 ANSYS 产品。

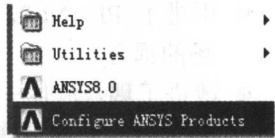


图 1-1 ANSYS 8.0 启动菜单

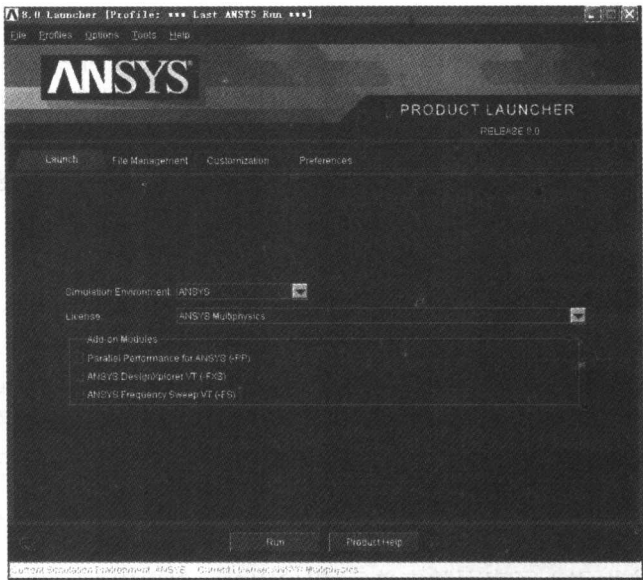


图 1-2 “选择 ANSYS 产品”对话框

2. 选择工作目录、设置工作文件名

单击【File Management】按钮，在 Working Directory 输入栏中输入工作目录，也可通过单击【Browse】按钮进行选择，此目录一旦选定，ANSYS 所有生成文件都将自动写在此目录下；在 Job Name 一栏中输入工作文件名，也可通过单击【Browse】按钮选择工作文件名，如图 1-3 所示。

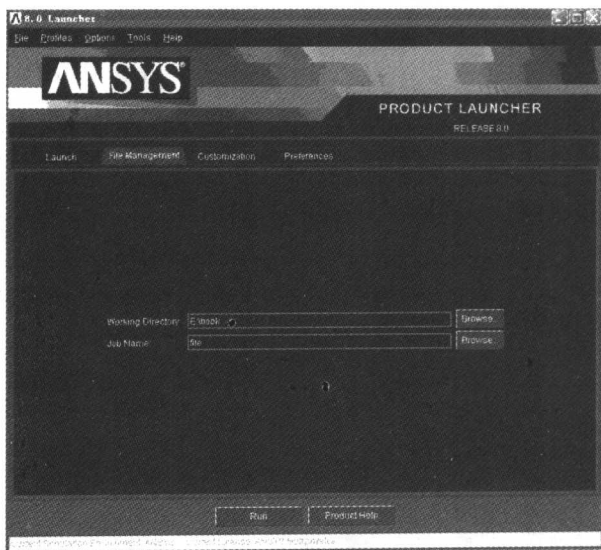


图 1-3 “选择工作目录和设置工作文件名”对话框

3. 设置 ANSYS 工作空间和数据库的大小

单击【Customization】按钮，在 Memory 选项中设置 ANSYS 工作空间和数据库的大小，如图 1-4 所示。

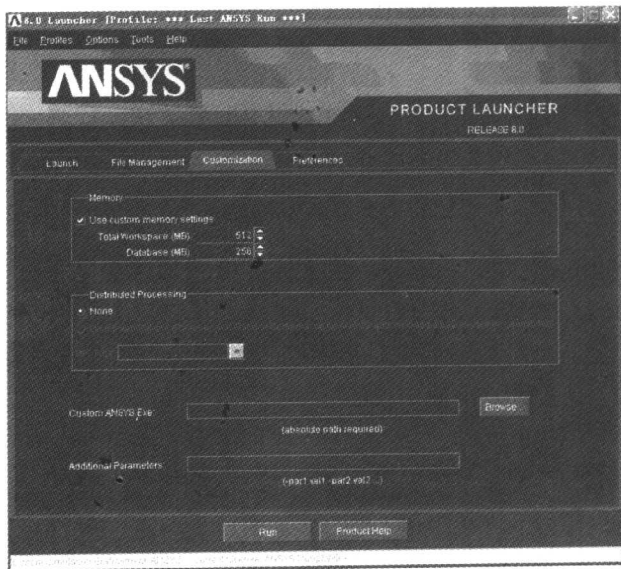


图 1-4 “设置 ANSYS 工作空间和数据库的大小”对话框