



ANSYS 15.0

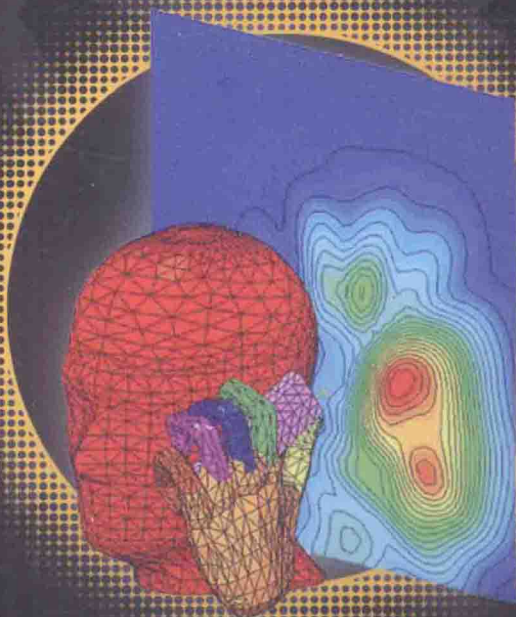
有限元分析

完全自学手册

郝勇 钟礼东 等编著

本书核心内容包含

- 创建几何模型
- 模型的网格划分
- 载荷施加及载荷步
- 有限元模型求解
- 通用及时间历程后处理
- 结构静力分析
- 模态分析
- 谱分析
- 谐响应分析
- 瞬态动力学分析
- 非线性分析
- 接触问题分析
- 结构屈曲分析
- 热力学分析
- 电磁场分析
- 耦合场分析



附赠超值  光盘
视频操作+范例素材



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

CAD/CAM/CAE 工程应用丛书 · ANSYS 系列

ANSYS 15.0 有限元分析 完全自学手册

郝勇 钟礼东 等编著



机械工业出版社

本书尽量避免繁琐的理论描述,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,在每个实例的分析过程中都提供了命令流文件。

本书分为两部分,第一部分为操作基础篇,详细介绍了 ANSYS 分析全流程的基本步骤和方法,分为 7 章:第 1 章介绍 ANSYS 入门知识;第 2 章介绍创建几何模型;第 3 章介绍模型创建过程;第 4 章介绍模型的网格划分;第 5 章介绍载荷施加及载荷步;第 6 章介绍有限元模型求解;第 7 章介绍通用及时间历程后处理。第二部分为专题实例篇,按不同的分析专题讲解了各种分析专题的参数设置方法与技巧,分 11 章:第 8 章为结构静力分析;第 9 章为模态分析;第 10 章为谱分析;第 11 章为谐响应分析;第 12 章为瞬态动力学分析;第 13 章为非线性分析;第 14 章为接触问题分析;第 15 章为结构屈曲分析;第 16 章为热力学分析,第 17 章为电磁场分析;第 18 章为耦合场分析。

本书附赠一张多媒体光盘,含实例的 GUI 实际操作步骤视频,以及每个实例的命令流文件。

本书适用于 ANSYS 的初中级用户,以及有初步经验的技术人员;本书可作为理工科院校相关专业的高年级本科生、研究生及教师学习 ANSYS 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 的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

ANSYS 15.0 有限元分析完全自学手册/郝勇等编著. —北京:机械工业出版社, 2015. 2

(CAD/CAM/CAE 工程应用丛书)

ISBN 978-7-111-49457-7

I. ①A… II. ①郝… III. ①有限元分析-应用程序-手册
IV. ①O241.82-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 037617 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:张淑谦 责任校对:张艳霞

责任编辑:张淑谦

责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2015 年 3 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·24 印张·582 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-49457-7

ISBN 978-7-89405-700-6(光盘)

定价:69.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:(010) 88361066 机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:(010) 68326294 机工官博:weibo.com/cmp1952

(010) 88379203 教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

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, 还可以节省大量建设投资。

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、Creo、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, 配以大量具有代表性的实例, 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

随着市场竞争的日趋激烈，制造商们对 CAE 在产品制造过程的重要作用认识得越来越清楚。CAD 技术着重解决的是产品的设计问题（如造型、装配、出图等）；CAM 技术着重解决的是产品的加工问题；而 CAE 技术着重解决的是产品的性能问题。由于产品性能仿真所涉及的内容及学科的多样性、合作对象的多元化，因此设计和制造厂商对于能够将各种设计、分析、制造、测试软件紧密有效地集成为一个易学易用的完整框架系统的需求也就变得更加迫切，以便最大限度地降低开发成本、缩短设计周期和加快产品投放市场。

ANSYS 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，它能够进行包括结构、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。

本书对 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，在每个实例的后面还列出了分析过程的命令流文件。

本书分为两部分，第一部分为操作基础篇，详细介绍了 ANSYS 分析全流程的基本步骤和方法，分为 7 章：第 1 章介绍 ANSYS 入门知识；第 2 章介绍创建几何模型；第 3 章介绍模型创建过程；第 4 章介绍模型的网格划分；第 5 章介绍载荷施加及载荷步；第 6 章介绍有限元模型求解；第 7 章介绍通用及时间历程后处理。第二部分为专题实例篇，按不同的分析专题讲解了各种分析专题的参数设置方法与技巧，共分 11 章：第 8 章为结构静力分析；第 9 章为模态分析；第 10 章为谱分析；第 11 章为谐响应分析；第 12 章为瞬态动力学分析；第 13 章为非线性分析；第 14 章为接触问题分析；第 15 章为结构屈曲分析；第 16 章为热力学分析，第 17 章为电磁场分析；第 18 章为耦合场分析。本书附赠一张多媒体光盘，光盘中除了有每一个实例 GUI 实际操作步骤的视频以外，还以文本文件的格式给出了每个实例的命令流文件，用户可以直接调用。

本书由华东交通大学教材基金资助，主要由华东交通大学的郝勇和钟礼东两位老师编写，华东交通大学的许玢、黄志刚、涂嘉参与了部分章节的编写，其中郝勇编写了第 1~5 章，钟礼东编写了第 6~10 章，许玢编写了第 11~13 章，黄志刚编写了第 14~16 章，涂嘉编写了第 17~18 章。此外参与编写的还有孙立明、李兵、甘勤涛、徐声杰、张辉、李亚莉、韩校粉、孟秋红、闫聪聪、杨雪静、张日晶、卢园、孟培、王敏、胡仁喜。

本书适用于 ANSYS 的初中级用户，以及有初步使用经验的技术人员；本书可作为理工科院校相关专业的高年级本科生、研究生及教师学习 ANSYS 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 的参考书。由于时间仓促，作者的水平有限，缺点和错误在所难免，恳请专家和广大读者不吝赐教，登录 www.sjzswsw.com 或联系 win760520@126.com 批评指正。

声明：为了与软件本身更好地保持一致，书中所有英文字母均采用正体，给读者带来的不便还望谅解。

作者

2014年10月

目 录

出版说明

前言

第 1 章 ANSYS 入门简述	1	2.3.5 相加	24
1.1 ANSYS 概述	2	2.3.6 相减	24
1.1.1 ANSYS 的功能	2	2.3.7 利用工作平面做减运算	25
1.1.2 ANSYS 的发展	3	2.3.8 搭接	25
1.2 ANSYS 15.0 的安装与启动	3	2.3.9 分割	26
1.2.1 系统要求	3	2.3.10 粘接(或合并)	26
1.2.2 设置运行环境	4	2.4 移动、复制和缩放几何模型	26
1.2.3 启动与退出	6	2.4.1 按照样本生成图元	27
1.3 ANSYS 分析求解过程	7	2.4.2 由对称映像生成图元	27
1.3.1 创建模型	8	2.4.3 将样本图元转换坐标系	28
1.3.2 加载及求解	8	2.4.4 实体模型图元的缩放	28
1.3.3 两个后处理	9	2.5 实例——框架结构的实体建模	29
1.4 ANSYS 文件系统管理	9	2.5.1 问题描述	29
1.4.1 文件类型	9	2.5.2 GUI 操作方法	30
1.4.2 文件管理	10	2.5.3 命令方式	35
第 2 章 创建几何模型	14	第 3 章 模型创建过程	38
2.1 坐标系基础	15	3.1 自底向上创建几何模型	39
2.1.1 总体及局部坐标系	15	3.1.1 关键点	39
2.1.2 显示坐标系	17	3.1.2 硬点	40
2.1.3 节点坐标系	17	3.1.3 线	41
2.1.4 单元坐标系	18	3.1.4 面	43
2.1.5 结果坐标系	19	3.1.5 体	44
2.2 工作平面的使用	19	3.1.6 自底向上建模实例	45
2.2.1 定义一个新的工作平面	20	3.2 自顶向下创建几何模型	
2.2.2 控制工作平面的显示和样式	20	(体素)	55
2.2.3 移动工作平面	20	3.2.1 创建面体素	55
2.2.4 旋转工作平面	21	3.2.2 创建实体体素	56
2.2.5 还原一个已定义的工作平面	21	3.2.3 自顶向下建模实例	56
2.3 布尔操作	21	3.3 实例——轴承座的实体建模	65
2.3.1 布尔运算的设置	22	3.3.1 GUI 方式	66
2.3.2 布尔运算之后的图元编号	22	3.3.2 命令方式	72
2.3.3 交运算	22	第 4 章 模型的网格划分	74
2.3.4 两两相交	23	4.1 有限元网格划分概论	75

4.2 影响网格的因素	75	5.1.4 阶跃载荷与坡道载荷	110
4.2.1 生成单元属性表	75	5.2 施加载荷	111
4.2.2 分配单元属性	76	5.2.1 实体模型载荷与有限单元 载荷	111
4.3 网格划分的控制	78	5.2.2 施加载荷	112
4.3.1 ANSYS 网格划分工具 (MeshTool)	78	5.2.3 利用表格来施加载荷	117
4.3.2 单元形状	79	5.2.4 轴对称载荷与反作用力	119
4.3.3 选择自由或映射网格划分	80	5.3 实例——轴承座的载荷 和约束施加	120
4.3.4 控制单元边中节点的位置	80	5.3.1 GUI 方式	120
4.3.5 划分自由网格时的单元尺寸控制 (SmartSizing)	80	5.3.2 命令方式	123
4.3.6 映射网格划分中单元的 默认尺寸	81	5.4 载荷步选项	124
4.3.7 局部网格划分控制	82	5.4.1 通用选项	124
4.3.8 内部网格划分控制	82	5.4.2 非线性选项	127
4.3.9 生成过渡棱锥单元	84	5.4.3 动力学分析选项	128
4.3.10 将退化的四面体单元转化为 非退化的形式	84	5.4.4 输出控制	128
4.3.11 执行层网格划分	85	5.4.5 创建多载荷步文件	129
4.4 自由及映射网格划分控制	85	5.5 实例——框架结构的载荷 和约束施加	131
4.4.1 自由网格划分	85	5.5.1 GUI 方式	131
4.4.2 映射网格划分	86	5.5.2 命令方式	132
4.5 实例——框架结构的网格划分	91	第 6 章 有限元模型求解	133
4.5.1 GUI 方式	91	6.1 求解概论	134
4.5.2 命令方式	91	6.1.1 直接求解法	134
4.6 延伸和扫掠	92	6.1.2 稀疏矩阵法	135
4.6.1 延伸生成网格	92	6.1.3 雅可比共轭梯度法	135
4.6.2 扫掠生成网格	94	6.1.4 不完全分解共轭梯度法	135
4.7 直接生成网格模型	96	6.1.5 预条件共轭梯度法	136
4.7.1 节点	96	6.1.6 自动迭代解法选项	136
4.7.2 单元	98	6.1.7 获得解答	137
4.8 实例——轴承座的网格划分	100	6.2 指定求解类型	138
4.8.1 GUI 方式	100	6.2.1 Abridged Solution 菜单选项	138
4.8.2 命令方式	105	6.2.2 求解控制对话框	138
第 5 章 载荷施加及载荷步	107	6.3 多载荷步求解	140
5.1 载荷概念	108	6.3.1 多重求解法	140
5.1.1 什么是载荷	108	6.3.2 使用载荷步文件法	140
5.1.2 载荷步、子步和平衡迭代	109	6.3.3 数组参数法(矩阵参数法)	141
5.1.3 时间参数	110	6.4 重新启动分析	143
		6.4.1 重新启动分析	143

6.4.2	多载荷步文件的重启动分析	146	9.1	模态分析概论	206
6.5	求解前预估	148	9.2	实例——小发电机转子 模态分析	206
6.5.1	估计运算时间	148	9.2.1	分析问题	206
6.5.2	估计文件的大小	149	9.2.2	建立模型	207
6.5.3	估计内存需求	149	9.2.3	进行模态设置、定义边界 条件并求解	211
6.6	实例——轴承座和框架结构 模型求解	149	9.2.4	查看结果	214
第7章	通用及时间历程后处理	151	9.2.5	命令流方式	214
7.1	后处理概述	152	第10章	谱分析	215
7.1.1	结果文件类型	153	10.1	谱分析概论	216
7.1.2	后处理可用的数据类型	153	10.1.1	响应谱	216
7.2	通用后处理器 (POST1)	153	10.1.2	动力设计分析方法 (DDAM)	216
7.2.1	将数据结果读入数据库	154	10.1.3	功率谱密度 (PSD)	216
7.2.2	图像显示结果	160	10.2	实例——简单梁结构 响应谱分析	217
7.2.3	列表显示结果	168	10.2.1	问题描述	217
7.2.4	将结果旋转到不同坐标系中 显示	170	10.2.2	GUI 操作方法	217
7.3	实例——轴承座计算 结果后处理	172	10.2.3	命令流方式	225
7.3.1	GUI 方式	172	第11章	谐响应分析	226
7.3.2	命令方式	176	11.1	谐响应分析概论	227
7.4	时间历程后处理 (POST26)	176	11.1.1	完全法 (Full Method)	227
7.4.1	定义和储存 POST26 变量	176	11.1.2	减缩方法 (Reduced Method)	228
7.4.2	检查变量	179	11.1.3	模态叠加法 (Mode Superposition Method)	228
7.4.3	POST26 后处理器的其他 功能	180	11.1.4	三种方法的共同局限	228
7.5	实例——框架结构计算 结果后处理	182	11.2	实例——悬臂梁谐响应 分析	228
7.5.1	GUI 方式	182	11.2.1	分析问题	229
7.5.2	命令方式	183	11.2.2	建立模型	229
第8章	结构静力分析	184	11.2.3	查看结果	241
8.1	静力分析介绍	185	11.2.4	命令流方式	243
8.2	实例——内六角扳手的 静态分析	185	第12章	瞬态动力学分析	244
8.2.1	问题的描述	185	12.1	瞬态动力学概论	245
8.2.2	GUI 路径模式	186	12.1.1	完全法 (Full Method)	245
8.2.3	命令流方式	204	12.1.2	模态叠加法 (Mode Superposition Method)	245
第9章	模态分析	205			

12.1.3 减缩法 (Reduced Method)	246	16.1.2 热分析单元	301
12.2 实例——哥伦布阻尼的 自由振动分析	246	16.2 实例——长方体形坯料空冷 过程分析	301
12.2.1 问题描述	246	16.2.1 问题描述	301
12.2.2 GUI 模式	247	16.2.2 问题分析	302
12.2.3 命令流方式	257	16.2.3 GUI 操作步骤	302
第 13 章 非线性分析	258	16.2.4 命令流方式	307
13.1 非线性分析概论	259	16.3 实例——某零件铸造 过程分析	307
13.1.1 非线性行为的原因	259	16.3.1 问题描述	307
13.1.2 非线性分析的基本信息	260	16.3.2 问题分析	307
13.1.3 几何非线性	262	16.3.3 GUI 操作步骤	308
13.1.4 材料非线性	263	16.3.4 命令流方式	316
13.1.5 其他非线性问题	266	第 17 章 电磁场分析	317
13.2 实例——螺栓的蠕变 分析	266	17.1 电磁场有限元分析概述	318
13.2.1 问题描述	266	17.1.1 电磁场中常见边界条件	318
13.2.2 建立模型	267	17.1.2 ANSYS 电磁场分析对象	318
13.2.3 设置分析并求解	269	17.1.3 电磁场单元概述	319
13.2.4 查看结果	271	17.2 实例——二维螺线管制动器 内瞬态磁场的分析	320
13.2.5 命令流方式	273	17.2.1 问题描述	320
第 14 章 接触问题分析	274	17.2.2 创建物理环境	321
14.1 接触问题概论	275	17.2.3 建立模型、赋予特性、 划分网格	324
14.1.1 一般分类	275	17.2.4 加边界条件和载荷	328
14.1.2 接触单元	275	17.2.5 求解	330
14.2 实例——陶瓷套管的 接触分析	276	17.2.6 命令流方式	333
14.2.1 问题描述	276	17.3 实例——正方形电流环 中的磁场	333
14.2.2 GUI 方式	276	17.3.1 问题描述	333
14.2.3 命令流方式	288	17.3.2 创建物理环境	334
第 15 章 结构屈曲分析	290	17.3.3 建立模型、赋予特性、 划分网格	336
15.1 结构屈曲概论	291	17.3.4 加边界条件和载荷	338
15.2 实例——薄壁圆筒屈曲 分析	291	17.3.5 求解	339
15.2.1 分析问题	291	17.3.6 查看计算结果	339
15.2.2 操作步骤	292	17.3.7 命令流方式	341
15.2.3 命令流方式	298	第 18 章 耦合场分析	342
第 16 章 热力学分析	299	18.1 耦合场分析的定义	343
16.1 热分析概论	300		
16.1.1 热分析的特点	300		

18.2 耦合场分析的类型.....	343	18.4.3 后处理	361
18.2.1 直接方法.....	343	18.4.4 命令流方式.....	362
18.2.2 载荷传递分析.....	343	18.5 实例——机电-电路耦合	
18.2.3 直接方法和载荷传递.....	344	分析实例.....	362
18.3 耦合场分析的单位制.....	346	18.5.1 前处理	363
18.4 实例——热电冷却器		18.5.2 求解.....	369
耦合分析.....	350	18.5.3 后处理	372
18.4.1 前处理	351	18.5.4 命令流方式.....	373
18.4.2 求解.....	359		

第 1 章

ANSYS 入门简述

知识导引

本章简要介绍有限元分析软件 ANSYS 的最新版本 15.0，讲述了有限元分析的常用术语、分析过程以及 ANSYS 的启动、配置，最后认识一下 ANSYS 分析的基本过程。

1.1 ANSYS 概述

ANSYS 是一款通用的大型有限元分析软件,可在大多数计算机及操作系统中运行,从个人计算机(PC)到工作站再到巨型计算机,ANSYS 文件在其所有的产品系列和工作平台上均兼容。ANSYS 多物理场耦合的功能允许在同一模型上进行各式各样的耦合计算成本,如热-结构耦合、磁-结构耦合以及电-磁-流体-热耦合,在 PC 上生成的模型同样可运行于巨型机上,这样就确保了 ANSYS 对多领域多变工程问题的求解。

1.1.1 ANSYS 的功能

1. 结构分析

结构分析包括以下类型。

(1) 静力分析:用于静态载荷。可以考虑结构的线性及非线性行为,例如:大变形、大应变、应力刚化、接触、塑性、超弹性及蠕变等。

(2) 模态分析:计算线性结构的自振频率及振形,谱分析是模态分析的扩展,用于计算由随机振动引起的结构应力和应变(也叫做响应谱或 PSD)。

(3) 谐响应分析:确定线性结构对随时间按正弦曲线变化的载荷的响应。

(4) 瞬态动力学分析:确定结构对随时间任意变化的载荷的响应。可以考虑与静力分析相同的结构非线性行为。

(5) 特征屈曲分析:用于计算线性屈曲载荷并确定屈曲模态形状(结合瞬态动力学分析可以实现非线性屈曲分析)。

(6) 专项分析:断裂分析、复合材料分析、疲劳分析。

专项分析用于模拟非常大的变形,惯性力占支配地位,并考虑所有的非线性行为。它的显式方程用于求解冲击、碰撞、快速成型等问题,是目前求解这类问题最有效的方法。

2. ANSYS 热分析

热分析一般不是单独的,其后往往进行结构分析,计算由于热膨胀或收缩不均匀引起的应力。热分析包括以下类型。

(1) 相变(熔化及凝固):金属合金在温度变化时的相变,如铁合金中马氏体与奥氏体的转变。

(2) 内热源(例如电阻发热等):存在热源问题,如加热炉中对试件进行加热。

(3) 热传导:热传递的一种方式,当接触的两物体存在温度差时发生。

(4) 热对流:热传递的一种方式,当存在流体、气体和温度差时发生。

(5) 热辐射:热传递的一种方式,只要存在温度差时就会发生,可以在真空中进行。

3. ANSYS 电磁分析

电磁分析中考虑的物理量是磁通量密度、磁场密度、磁力、磁力矩、阻抗、电感、涡流、耗能及磁通量泄漏等。磁场可由电流、永磁体、外加磁场等产生。磁场分析包括以下类型。

(1) 静磁场分析:计算直流电(DC)或永磁体产生的磁场。

(2) 交变磁场分析:计算由于交流电(AC)产生的磁场。

(3) 瞬态磁场分析:计算随时间随机变化的电流或外界引起的磁场。

(4) 电场分析：用于计算电阻或电容系统的电场。典型的物理量有电流密度、电荷密度、电场及电阻热等。

(5) 高频电磁场分析：用于微波及射频（RF）无源组件，波导、雷达系统、同轴连接器等。

4. ANSYS 流体分析

流体分析主要用于确定流体的流动及热行为。流体分析包括以下类型。

(1) 耦合流体动力（Coupling Fluid Dynamic, CFD）：ANSYS/FLOTRAN 提供强大的计算流体动力学分析功能，包括不可压缩或可压缩流体、层流及湍流以及多组分分流等。

(2) 声学分析：考虑流体介质与周围固体的相互作用，进行声波传递或水下结构的动力学分析等。

(3) 容器内流体分析：考虑容器内的非流动流体的影响。可以确定由于晃动引起的静力压力。

(4) 流体动力学耦合分析：在考虑流体约束质量的动力响应基础上，在结构动力学分析中使用流体耦合单元。

5. ANSYS 耦合场分析

耦合场分析主要考虑两个或多个物理场之间的相互作用。如果两个物理场之间相互影响，单独求解一个物理场是不可能得到正确结果的，因此需要一个能够将两个物理场组合到一起求解的分析软件。例如，在压电力分析中，需要同时求解电压分布（电场分析）和应变（结构分析）。

1.1.2 ANSYS 的发展

ANSYS 能与多数 CAD 软件（如 AutoCAD、I-DEAS、Pro/Engineer、NASTRAN、Alogor 等）结合使用，实现数据共享和交换，是现代产品设计中的高级 CAD 工具之一。

ANSYS 软件提供了一个不断改进的功能清单，具体包括：结构高度非线性分析、电磁分析、计算流体力学分析、设计优化、接触分析、自适应网格划分、大应变/有限转动功能以及利用 ANSYS 参数设计语言（APDL）的扩展宏命令功能。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，为用户使用 ANSYS 提供“导航”。

1.2 ANSYS 15.0 的安装与启动

1.2.1 系统要求

1. 操作系统要求

(1) ANSYS 15.0 可运行于 HP-UX Itanium 64 (hpia64)、IBM AIX 64 (aix64)、Sun SPARC 64 (solus64)、Sun Solaris x64 (solx64)、Linux 32 (lin32)、Linux Itanium 64 (linia64)、Linux x64 (linx64)、Windows x64 (winx64)、Windows 32 (win32) 等各类计算机及操作系统中，其数据文件是兼容的。

(2) 确定计算机安装有网卡、TCP/IP 协议，并将 TCP/IP 协议绑定到网卡上。

2. 硬件要求

(1) 内存：1GB（推荐 2GB）以上。

(2) 计算机：采用 Intel 2.0GHz 处理器或主频更高的处理器。

- (3) 光驱: DVD-ROM 驱动器 (非必需)。
(4) 硬盘: 20GB 以上硬盘空间, 用于安装 ANSYS 及其配套模块。

各模块所需硬盘容量:

Mechanical APDL 8.1GB

ANSYS AUTODYN 6.3GB

ANSYS LS-DYNA 6.5GB

ANSYS CFX 6.9GB

ANSYS TurboGrid 6.2GB

ANSYS FLUENT 7.2GB

POLYFLOW 7.2MB

ANSYS AQWA 6.0GB

ANSYS ICEM CFD 7.0GB

ANSYS Icepak 7.3GB

CFD Post only 6.2GB

ANSYS Geometry Interfaces 1.5GB

CATIA v5 1.2GB

ANSYS Remote Solve Manager Standalone Services 2.2GB

- (5) 显示器: 支持 1024×768 分辨率的显示器, 可显示 16 位以上显卡。

1.2.2 设置运行环境

在使用 ANSYS 15.0 进行设计之前, 可以根据用户的需求设计环境。本书以 Windows 操作系统为例。

用鼠标依次单击“开始>程序>ANSYS 15.0>Mechanical APDL Product Launcher”得到如图 1-1 所示的对话框, 主要设置内容有模块选择、文件管理、用户管理/个人设置和程序初始化等。

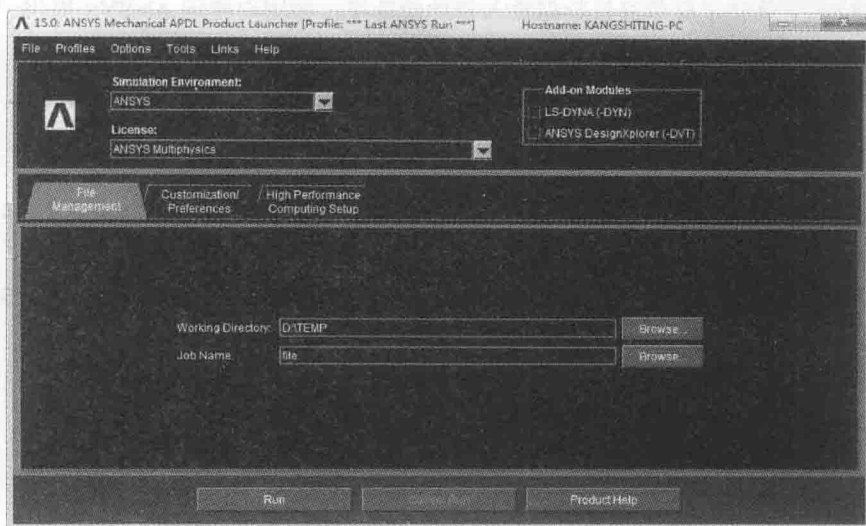


图 1-1 ANSYS 15.0 对话框

1. 模块选择

在“Simulation Environment”（数值模拟）下拉列表中列出以下3种界面：

- (1) ANSYS：典型 ANSYS 用户界面；
- (2) ANSYS Batch：ANSYS 命令流界面；
- (3) LS-DYNA Solver：线性动力求解界面。

用户根据自己实际需要选择一种界面。

在“License”下拉列表中列出了各种界面下相应的模块：力学、流体、热、电磁、流固耦合等，用户可根据自己要求选择，如图 1-2 所示。

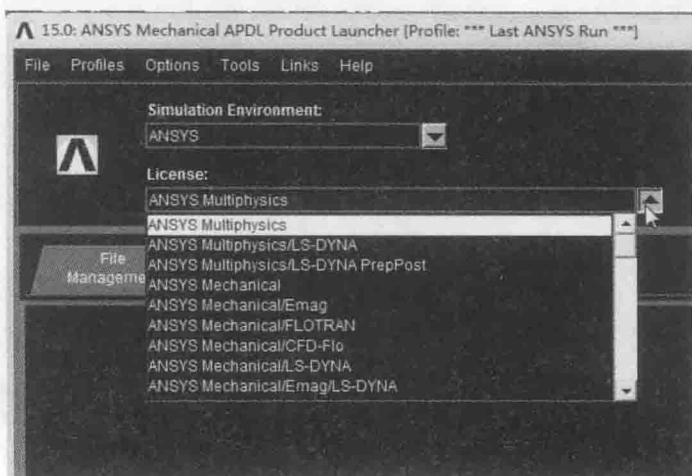


图 1-2 “Launch”选项卡中“License”下拉列表

2. 文件管理

用鼠标单击“File Management”（文件管理），然后在“Working Directory”（工作目录）文本框设置工作目录，再在“Job Name”（文件名）文本框设置文件名，默认文件名为“File”。



ANSYS 默认的工作目录是在系统所在硬盘分区的根目录，如果一直采用这一设置，会影响 ANSYS 15.0 的工作性能，建议将工作目录改建在非系统所在硬盘分区中，且要有足够大的硬盘容量。



初次运行 ANSYS 时默认文件名为“File”，重新运行时工作文件名默认为上一次定义的工作名。为防止对之前工作内容的覆盖，建议每次启动 ANSYS 时更改文件名，以便备份。

3. 用户管理/个人设置

用鼠标单击“Customization/Preferences”（用户管理/个人设置），就可以得到如图 1-3 所示的“Customization/Preferences”界面。

用户管理中可进行设定数据库的大小和进行内存管理设置，个人设置中可设置自己喜欢

的用户环境：在“Language Selection”中选择语言；在“Graphics Device Name”中对显示模式进行设置（Win32 提供 9 种颜色等值线，Win32c 提供 108 种颜色等值线；3D 针对 3D 显卡，适宜显示三维图形）；在“Read START file at start-up”中设定是否读入启动文件。

4. 完成以上设置后，用鼠标单击“Run”按钮就可以运行 ANSYS 15.0 程序了。

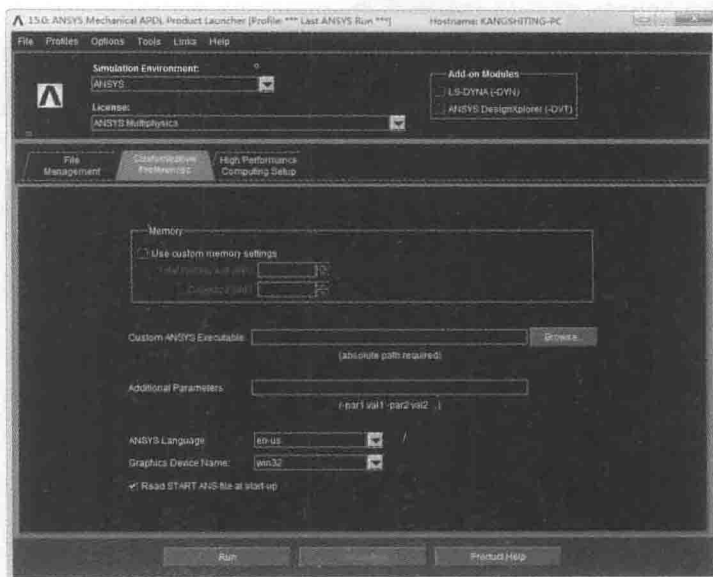


图 1-3 “Customization/Preferences”界面

1.2.3 启动与退出

1. 启动 ANSYS 15.0

(1) 快速启动：在 Windows 系统中执行“开始 > 程序 > ANSYS 15.0 > Mechanical APDL (ANSYS)”命令（如图 1-4a 所示菜单），就可以快速启动 ANSYS 15.0，采用的用户环境默认为上一次运行的环境配置。

(2) 交互式启动：在 Windows 系统中执行“开始 > 程序 > ANSYS 15.0 > Mechanical APDL Product Launcher”命令，如图 1-4b 所示菜单，就是以交互式启动 ANSYS 15.0。




建议用户选用交互式启动，这样可防止上一次运行的结果文件被覆盖掉，并且还可以重新选择工作目录和工作文件名，便于用户管理。

2. 退出 ANSYS 15.0

(1) 命令方式：/EXIT。

(2) GUI 路径：在用户界面中用鼠标单击“ANSYS Toolbar”（工具条）中的“QUIT”按钮，或“Utility Menu > File > EXIT”，出现 ANSYS 15.0 程序退出对话框，如图 1-5 所示。

(3) 在 ANSYS 15.0 输出窗口单击关闭按钮。