

精通 ANSYS

刘 涛 杨凤鹏 主编

李贵敏 张 建 王建国 参编

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书由浅入深地介绍了 ANSYS 5.7 软件的基本使用方法;对于在有限元分析中常用的有限元单元,如杆单元、梁单元、板单元和实体单元等各种单元的单元特性做了详细的介绍;而且对于使用 ANSYS 进行有限元分析过程中常用的高级分析方法,如非线性分析、谐振分析、模态分析、接触分析等都做了系统的介绍;本书还针对 ANSYS 强大的编程语言 APDL 做了初步阐述,对这方面有兴趣的读者通过阅读这部分内容可以对这种编程语言有初步的整体认识。通过阅读本书一定可以让读者对 ANSYS 的强大功能有充分的了解,并且熟练地掌握它。

本书适用于 ANSYS 软件的初学者,以及有初步使用经验的技术人员;可作为在校本科生和研究生的学习材料;对于教师和工程师来说,也不失为一本十分有价值的参考书。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

书 名:精通 ANSYS

作 者:刘 涛 杨凤鹏 主编

出 版 者:清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

责任编辑:许存权

印 刷 者:北京市清华园胶印厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:787×1092 1/16 **印张:**33.25 **字数:**765 千字

版 次:2002 年 9 月第 1 版 2002 年 9 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-05229-8/TP·3074

印 数:0001~4000

定 价:43.00 元

前 言

近 40 年来,随着计算机的飞速发展和广泛应用,各种行之有效的数值计算方法得到了巨大的发展。而有限元方法则是计算机诞生以后,在计算数学、计算力学和计算工程科学领域里诞生的最有效的计算方法。随着有限元理论基础的日益完善,出现了很多通用和专用的有限元计算软件。在国际化的市场经济中,企业间的竞争日益加剧。为取得竞争优势,企业迫切需要以高质量低成本的产品迅速抢占市场,因此企业迫切需要高技术、高速度、低成本的设计方法。ANSYS 程序即是应此要求而发展起来的计算机仿真设计工具。

ANSYS 公司成立于 1970 年,总部位于美国宾夕法尼亚州的匹兹堡,目前是世界计算机辅助工程(CAE)行业中最大的公司。ANSYS 公司一直致力于分析设计软件的开发、维护及售后服务,不断吸取当今世界最新的计算方法和计算机技术,领导着有限元界的发展趋势,并为全球工业界所广泛接受,拥有全球最大的用户群。ANSYS 公司自 1996 年 2 月在北京开设了第一个驻华办事机构,短短几年的时间里,先后设立了到北京、上海、成都、广州四个办事处。并以此四地为中心在中国推广其有限元分析软件。

ANSYS 公司的 ANSYS 软件是融结构、热、流体、电磁、声学于一体的大型通用有限元分析软件,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、汽车交通、国防军工、电子、土木工程、造船、生物医学、轻工、地矿、水利、日用家电等一般工业及科学研究。

ANSYS 程序是一个功能强大的、灵活的设计分析及优化软件包。该软件可浮动运行于从 PC 机、NT 工作站、UNIX 工作站直至巨型机的各类计算机及操作系统中,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式各样的耦合计算,如:热-结构耦合、磁-结构耦合以及电-磁-流体-热耦合。在 PC 机上生成的模型同样可运行于巨型机上,这样就保证了所有的 ANSYS 用户的多领域多变工程问题的求解。

ANSYS 有限元分析软件具有强大的功能,其主要的技术特点为:

- 惟一能实现多场及多场耦合分析的软件
- 惟一实现前后处理、求解及多场分析统一数据库的一体化大型 FEA 分析软件
- 惟一具有多物理场优化功能的 FEA 软件
- 惟一具有中文界面的大型通用有限元分析软件
- 具有强大的非线性分析功能
- 具有使用于不同的问题和硬件配置的多种求解器
- 支持异种异构功能网络浮动,在异种、异构平台上支持界面统一,数据文件通用
- 强大的并行计算功能,支持分布式并行和共享内存式并行
- 多种用户网格划分技术

- 完善的用户开发环境

同时, ANSYS 软件拥有丰富和完善的单元库、材料模型库和求解器, 保证了它能高效地求解各类结构的静力、动力、振动、线性和非线性问题, 稳态和瞬态热分析及热-结构耦合问题, 压缩和不可压缩的流体问题。其友好的图形界面和程序结构, 交互式的前后处理和图形软件, 大大地减轻了用户在实际工程问题中创建模型、有限元求解以及结果分析和评价的工作量。它的统一集中式的数据库保证了各模块之间的有效可靠的集成, 并实现了与多个 CAD/CAE 软件的友好连接。

尽管 ANSYS 公司在致力于改进 ANSYS 软件的用户界面, 使其使用起来更加简便, 但是由于 ANSYS 软件功能的繁多, 交互式界面和 APDL 语言的程序编写双重的操作往往使用户很难快速地掌握 ANSYS 操作技巧以及一些基本的分析过程。因此在这种情况下, 出版一本由简到难、由初级到高级, 系统介绍 ANSYS 使用方法和二次开发的书籍是十分必要的。

本书由刘涛、杨凤鹏、李贵敏、张建、王建国、韦秋蓓等撰稿。书中内容主要是我们在使用 ANSYS 过程中不断解决实际问题, 从实用性的角度出发, 参考了大量有关文献的基础上编写成的。旨在使读者能在最短的时间内学会并熟练使用 ANSYS 程序解决一些工程中的实际问题, 达到边学边用的效果。

本书适用于 ANSYS 软件的初学者, 以及有过一些使用经验的技术人员, 可作为在校本科生和研究生的学习材料。对于教师和工程师来说, 也不失为一本十分有价值的参考书。

编者
2001 年 9 月

目 录

第一篇 基础篇

第 1 章 绪论	1
1.1 数值模拟技术的应用	1
1.1.1 有限元法的起源	1
1.1.2 有限元常用术语	2
1.2 ANSYS 简介	3
1.2.1 ANSYS 发展过程	4
1.2.2 ANSYS 使用环境	4
1.2.3 ANSYS 软件的功能	5
第 2 章 ANSYS 5.7 基本操作	10
2.1 ANSYS 启动	10
2.1.1 ANSYS 的使用简述	10
2.1.2 ANSYS 的启动	10
2.1.3 ANSYS 的用户界面	13
2.2 典型的 ANSYS 分析过程	14
2.2.1 完成典型的 ANSYS 分析	14
2.2.2 建立模型	15
2.2.3 加载和求解	16
2.2.4 检查分析结果	17
2.3 一个 ANSYS 程序的例子	17
2.3.1 具体实例介绍	17
2.3.2 分析计算过程	18
第 3 章 Utility Menu 平台	35
3.1 Utility Menu 平台简介	35
3.2 文件 File	36
3.3 选择 Select	40
3.4 列表 List	50
3.5 绘图 Plot	51
3.6 绘图控制 PlotCtrls	54

3.7	工作平面的设置 WorkPlane.....	64
3.8	帮助菜单 Help.....	67
第 4 章	ANSYS 前处理	68
4.1	定义单元类型的流程.....	68
4.1.1	有限单元法.....	68
4.1.2	关于单元类型的说明.....	69
4.1.3	定义单元类型.....	70
4.2	定义材料属性的流程.....	73
4.2.1	关于材料属性的说明.....	73
4.2.2	定义材料属性的流程.....	74
4.3	建立几何模型的流程.....	76
4.3.1	概述.....	76
4.3.2	建模流程.....	78
4.4	定义单元类型.....	85
4.5	设置实常数.....	87
4.6	定义材料模型.....	87
4.6.1	材料属性.....	87
4.6.2	结构分析材料模型库.....	88
4.7	建立几何模型.....	89
4.7.1	创建关键点.....	89
4.7.2	创建线.....	90
4.7.3	创建面积.....	91
4.7.4	创建体积.....	92
4.7.5	创建节点.....	93
4.7.6	创建单元.....	94
4.8	ANSYS 的坐标系.....	95
第 5 章	加载与求解	97
5.1	网格划分.....	97
5.1.1	概述.....	97
5.1.2	MeshTool 选项	97
5.1.3	Meshing 菜单.....	101
5.2	各种载荷的施加.....	107
5.2.1	载荷概述.....	107
5.2.2	施加 DOF 约束.....	108
5.2.3	施加对称或者反对称边界条件	109
5.2.4	施加耦合自由度约束.....	109

5.2.5	施加其他 DOF 约束	110
5.2.6	施加力 (集中载荷)	110
5.2.7	施加表面载荷	111
5.2.8	施加体积载荷	111
5.2.9	施加惯性力载荷	112
5.2.10	施加耦合场载荷	113
5.2.11	重新设置载荷	113
5.2.12	按比例放大、缩小载荷	113
5.2.13	转换载荷	114
5.3	载荷选项的使用	114
5.3.1	几个关于载荷选项的术语	114
5.3.2	通用选项	115
5.3.3	非线性选项	117
5.3.4	动力学选项	117
5.3.5	输出控制选项	117
5.4	求解器的选择	118
5.4.1	求解方程的计算方法	118
5.4.2	选择求解器	120
5.4.3	求解方式	122
第 6 章	ANSYS 的后处理	125
6.1	后处理概述	125
6.1.1	通用后处理模块 POST1	125
6.1.2	时间历程响应后处理模块 POST26	126
6.2	通用后处理器	126
6.2.1	读入结果文件	126
6.2.2	结果的图形显示	128
6.2.3	结果的列表显示	136
6.2.4	结果的查询	142
6.2.5	节点力的计算	143
6.2.6	单元表的创建及使用	145
6.2.7	路径的创建及使用	148
6.2.8	载荷工况	153
6.2.9	子模型	156
6.2.10	通用后处理器的其他一些 GUI 方式	157
6.3	时间历程后处理器	157
6.3.1	时间历程后处理器的设置	157
6.3.2	定义变量	159

6.3.3	存储变量.....	159
6.3.4	列表显示结果.....	160
6.3.5	图形显示结果.....	161
6.3.6	生成响应谱.....	161
6.3.7	时间历程后处理器的一些其他 GUI 方式	162
6.4	ANSYS 程序举例.....	164
6.4.1	问题描述.....	164
6.4.2	分析过程.....	164
第 7 章	土木工程中常用单元介绍	170
7.1	ANSYS 单元介绍.....	170
7.2	杆单元	171
7.2.1	LINK1 2-D Spar 单元.....	171
7.2.2	LINK8 3-D Spar 单元.....	174
7.2.3	LINK10 Tension-only or Compression-only Spar 单元	175
7.3	梁单元	176
7.3.1	BEAM3 2-D Elastic Beam 单元	176
7.3.2	BEAM4 3-D Elastic Beam 单元	179
7.4	板壳单元.....	180
7.4.1	PLANE42 2-D Structural Solid 单元.....	180
7.4.2	SHELL51 Axisymmetric Structural Shell 单元	183
7.5	实体单元和质量单元.....	184
7.5.1	SOLID45 3-D Structural Solid 单元	184
7.5.2	MASS21 Structural Mass 单元	185
7.6	3-D 空间桁架的分析.....	186

第二篇 实用篇

第 8 章	结构静力分析.....	195
8.1	结构静力分析简介.....	195
8.1.1	结构分析概况.....	195
8.1.2	结构静力分析简述.....	196
8.2	结构线性分析的基本步骤.....	196
8.3	静力分析实例.....	203
8.3.1	问题的描述.....	203
8.3.2	问题的分析 (GUI)	204
第 9 章	非线性结构分析.....	218

9.1	非线性分析的基本过程	218
9.1.1	结构非线性的基本概念	218
9.1.2	非线性分析步骤综述	224
9.1.3	非线性静态实例分析	229
9.2	几何非线性	237
9.2.1	大应变分析	238
9.2.2	大应变分析实例	246
9.2.3	屈曲分析	249
9.2.4	屈曲分析的具体实例	255
9.3	材料非线性	259
9.3.1	弹塑性分析	259
9.3.2	塑性分析实例	265
9.4	状态非线性（接触分析）	271
9.4.1	一般的接触分类	271
9.4.2	面-面的接触分析	272
9.4.3	点-面的接触分析	287
9.4.4	点-点的接触分析	295
9.4.5	接触分析实例	297
第 10 章	ANSYS 动力学分析	303
10.1	模态分析	303
10.1.1	模态分析简述	303
10.1.2	模态分析步骤	303
10.1.3	模态分析实例	307
10.2	谐响应分析	313
10.2.1	谐响应分析简述	313
10.2.2	谐响应分析的基本步骤	314
10.2.3	谐响应分析实例	316
10.3	瞬态动力学分析	322
10.3.1	瞬态动力学分析简介	322
10.3.2	瞬态动力学分析步骤	322
10.3.3	瞬态动力学分析实例	326
10.4	谱分析	333
10.4.1	谱分析简述	333
10.4.2	单点响应谱分析步骤	334
10.4.3	谱分析的简例	337
第 11 章	ANSYS 热分析	345

11.1	热分析的理论基础.....	345
11.1.1	热分析简介.....	345
11.1.2	传热学经典理论知识.....	345
11.1.3	热分析的符号单位和常用单元.....	346
11.1.4	热分析的分类.....	348
11.1.5	热分析误差估计.....	349
11.2	稳态传热分析.....	349
11.2.1	稳态传热的定义.....	349
11.2.2	稳态热分析的基本过程.....	349
11.2.3	关于稳态热分析的两个实例.....	352
11.3	瞬态传热分析.....	364
11.3.1	瞬态传热分析的定义.....	364
11.3.2	ANSYS 瞬态热分析的主要步骤.....	365
11.3.3	相变问题.....	367
11.3.4	瞬态热分析的具体实例.....	368
第 12 章	流体动力学分析.....	381
12.1	流体动力学分析概述.....	381
12.1.1	FLOTRAN CFD 分析的概念.....	381
12.1.2	FLOTRAN 分析的种类.....	381
12.2	流体动力学分析方法.....	382
12.2.1	FLOTRAN 单元的使用.....	382
12.2.2	FLOTRAN 分析的主要步骤.....	384
12.2.3	FLOTRAN 分析中产生的数据文件.....	385
12.2.4	FLOTRAN 分析的几点说明.....	386
12.3	FLOTRAN 热分析.....	392
12.3.1	FLOTRAN 热分析简述.....	392
12.3.2	FLOTRAN 热分析的基本要求.....	392
12.3.3	FLOTRAN 热分析的求解.....	393
12.3.4	FLOTRAN 热平衡.....	395
12.3.5	FLOTRAN 热分析实例.....	395
12.4	瞬态分析和可压缩流分析.....	402
12.4.1	FLOTRAN 瞬态分析.....	402
12.4.2	FLOTRAN 可压缩流分析.....	404
12.5	FLOTRAN 层流和湍流分析.....	406
12.5.1	流体流动分析的特征.....	406
12.5.2	湍流模型的激活.....	407
12.5.3	网格的要求.....	409

12.5.4 流动边界条件.....	410
12.5.5 一个 FLOTRAN 层流和湍流分析算例.....	410

第三篇 高级篇

第 13 章 ANSYS 的优化设计.....	418
13.1 优化设计的基本概念.....	418
13.2 优化设计的具体实施.....	420
13.2.1 优化设计的步骤.....	420
13.2.2 优化设计的后续处理.....	429
13.3 程序的优化技术原理.....	431
13.3.1 程序的计算方法.....	431
13.3.2 优化设计的注意事项.....	435
13.4 优化分析的示例.....	439
第 14 章 子结构与子模型.....	452
14.1 子结构.....	452
14.1.1 子结构的基本概念.....	452
14.1.2 如何使用子结构.....	452
14.1.3 子结构的分析构架.....	460
14.1.4 子结构分析实例.....	463
14.2 子模型.....	470
14.2.1 子模型的基本概念.....	470
14.2.2 如何使用子模型分析.....	471
14.2.3 壳到体子模型.....	479
14.2.4 子模型分析实例.....	481
第 15 章 ANSYS 其他高级技术分析.....	487
15.1 参数化设计语言 (APDL).....	487
15.1.1 APDL 简介.....	487
15.1.2 参数的定义.....	487
15.1.3 分支和循环.....	492
15.1.4 宏命令.....	493
15.1.5 用户子程序.....	493
15.2 拓扑优化技术.....	494
15.2.1 拓扑优化的基本概念.....	494
15.2.2 实现拓扑优化的方法和步骤.....	495
15.2.3 2D 多载荷优化设计示例.....	498

15.3	自适应网格划分.....	501
15.3.1	网格自适应划分的定义.....	501
15.3.2	自适应网格划分的先决条件.....	501
15.3.3	自适应网格划分的基本过程.....	502
15.3.4	自适应网格划分实例.....	506
15.4	单元的生和死.....	507
15.4.1	单元生和死的概念.....	507
15.4.2	如何使用单元生死.....	509
15.4.3	单元生和死的控制.....	511
15.4.4	单元生死应用实例.....	513
15.5	用户过程和非标准用法.....	514
15.5.1	UPFs 介绍.....	514
15.5.2	ANSYS 程序的非标准使用.....	517

第一篇 基础篇

第 1 章 绪 论

1.1 数值模拟技术的应用

在工程技术领域中有许多力学问题和场问题，例如固体学中的应力应变场和位移场分析、传热学中的温度场分析、流体力学中的流场分析以及电磁学中的电磁场分析、振动模态分析等，都可以看作是在一定的边界条件下求解其基本微分方程的问题。虽然人们已经建立了它们的基本方程和边界条件，但只有少数简单的问题才能求出其解析解。对于那些数学方程比较复杂，物理边界形状又不规则的问题，采用解析法求解在数学上往往会遇到难以克服的困难。通常对这类问题，往往需要借助于各种行之有效的数值计算方法来获得满足工程需要的数值解，这就是数值模拟技术。

在建筑结构的科学研究与实际工程应用中，数值模拟技术也发挥着举足轻重的作用。由于实际建筑结构体积庞大、价格昂贵，科学研究中很难或很少进行实际建筑结构模型的试验，这样，大型的模拟仿真软件在建筑结构领域尤显得重要。在实际工程领域，用数值模拟技术对结构进行受力和响应分析，就能在设计或施工前预知建筑结构的危险区段，预测结构的大概破坏情况，从而采取措施解决。

目前在工程实际应用中，常用的数值求解方法有：有限单元法、有限差分法、边界单元法和加权残数法等。但是从实用性和使用范围来说，有限单元法则是随着计算机的发展而被广泛应用的一种有效的数值计算方法。

1.1.1 有限元法的起源

有限单元法的基本思想最早出现于 20 世纪 40 年代初期，但是直到 1960 年，美国的克拉夫（Clough · R · W）在一篇论文中首次使用“有限元法”这个名词。在 20 世纪 60 年代末 70 年代初，有限单元法在理论上已基本成熟，并开始陆续出现商业化的有限元分析软件。

有限元法的出现与发展有着深刻的工程背景。20 世纪 40~50 年代，美、英等国的飞机制造业有了大幅度的发展。随着飞机结构的逐渐变化，准确地了解飞机的静态特性和动态特性越来越显得迫切，但是传统的设计分析方法已经不能满足设计的需要，因此工程设计

人员便开始寻找一种更加适合分析的方法，于是出现了有限单元法的思想。

有限单元法的基本思想是将连续的结构离散成有限个单元，并在每一个单元中设定有限个节点，将连续体看作是只在节点处相连接的一组单元的集合体；同时选定场函数的节点值作为基本未知量，并在每一单元中假设一近似插值函数以表示单元中场函数的分布规律；进而利用力学中的某些变分原理去建立用以求解节点未知量的有限元法方程，从而将一个连续域中的无限自由度问题化为离散域中的有限自由度问题。一经求解就可以利用解得的节点值和设定的插值函数确定单元上以至整个集合体上的场函数。有限元求解程序的内部过程可从图 1-1 中看出。

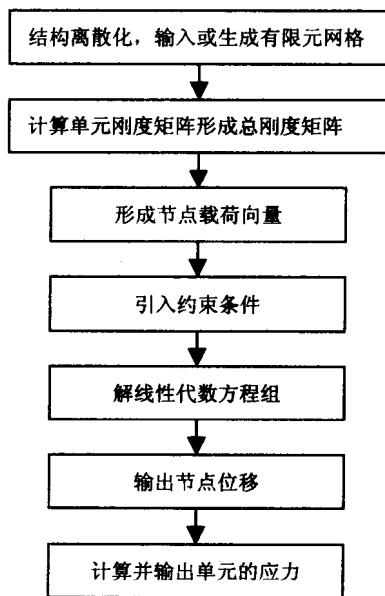


图 1-1 有限元程序图

由于单元可以设计成不同的几何形状，因而可灵活地模拟和逼近复杂的求解域。显然，如果插值函数满足一定要求，随着单元数目的增加，解的精度会不断提高而最终收敛于问题的精确解。虽然从理论上说，无限制地增加单元的数目可以使数值分析解最终收敛于问题的精确解，但是这却增加了计算机计算所耗费的时间。在实际工程应用中，只要所得的数据能够满足工程需要就足够了，因此，有限元分析方法的基本策略就是在分析的精度和分析的时间上找到一个最佳平衡点。

1.1.2 有限元常用术语

1. 单元

结构单元的网格划分中的每一个小的块体称为一个单元。常见的单元类型有线段单元、三角形单元、四边形单元、四面体单元和六面体单元几种。由于单元是组成有限元模型的基础，因此单元的类型对于有限元分析是至关重要的。一个有限元程序所提供的单元种类

越多,这个程序的功能则越强大。ANSYS 程序提供了一百多种单元种类,可以模拟和分析绝大多数的工程问题。

在 ANSYS 程序分析中,常用的有限元单元有 Link 单元、Beam 单元、Block 单元和 Plane 单元。

- Link 单元:这种单元是线性单元,线段的两个端点即为单元的节点。每个节点只有三个位移自由度,没有转动自由度。此单元主要用于桁架结构的模拟分析。
- Beam 单元:此单元主要用于分析细长结构梁的弯曲问题,而 Link 单元只能分析细长结构的受压和受拉时候的情况。与 Link 单元相比较,梁单元增加了转动自由度,即角位移自由度。
- Block 单元:Block 单元分为平面问题和空间问题两种,平面形式的 Block 单元为四个节点的四边形单元或八个节点的四边形单元。平面 Block 单元主要用于平面应变和平面应力问题的分析,也可以用于轴对称问题的模拟。空间形式的 Block 单元则为八到二十个节点的六面体单元,主要用于空间结构的问题分析。在默认的情况下,Block 单元的每个节点都只有位移自由度而没有转动自由度,但在具体分析过程中,可以通过程序菜单给每个节点增加转动自由度。
- Plane 单元:Plane 单元的每个节点有六个自由度,用于模拟空间的薄壁问题。

此外,在 ANSYS 程序单元库中还有 Mass 单元、Pipe 单元、Shell 单元和 Fluid 单元等。关于各种单元的详细使用方法和应用范围,可参考 ANSYS 程序在线帮助中的单元库手册。

2. 节点

确定单元形状的点就叫节点。例如线段单元只有两个节点,三角形单元有三个或者六个节点,四边形单元至少有四个节点等。

3. 载荷

工程结构所受到的外在施加的力称为载荷。包括集中力和分布力等。在不同的学科中,载荷的含义也不尽相同。在电磁场分析中,载荷是指结构所受的电场和磁场作用。在温度场分析中,所受的载荷则是指温度本身。

4. 边界条件

边界条件就是指结构边界上所受到的外加约束。在有限元分析中,边界条件的确定是非常重要的因素。错误的边界条件的选择往往使有限元中的刚度矩阵发生奇异,使程序无法正常运行。施加正确的边界条件是获得正确的分析结果和较高的分析精度的重要条件。

1.2 ANSYS 简介

ANSYS 程序是一个功能强大的灵活的设计分析及优化、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、汽车交通、国防军工、电子、土木工程、造船、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、计算流体动力分析、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,方便用户操作。在产品设计中,用户可以使用 ANSYS 有限元软件对产品性能进行仿真分析,发现产品问题,降低设计成本,缩短设计周期,提高设计的成功率。ANSYS 软件能与大多数 CAD 软件实现数据共享与交换,如 Pro/Engineer、NASTRAN、Alogor、I-DEAS 和 AutoCAD 等,它是现代产品设计中高级的 CAD/CAE 软件之一。

1.2.1 ANSYS 发展过程

ANSYS 公司成立于 1970 年,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。其创始人 John Swanson 博士为匹兹堡大学力学系教授、有限元界的权威。他洞察了计算机模拟工程商品化的发展,把握住了有限元软件发展的方向,使 ANSYS 公司在同行业中一直处于领先地位。

ANSYS 软件的最初版本与今天的版本相比已有很大的区别,它仅仅提供了热分析及线性结构分析功能,是一个批处理程序,只能在大型计算机上使用。

20 世纪 70 年代初,非线性、子结构以及更多的单元类型的加入;20 世纪 70 年代末,图形技术和交互式操作方法的应用使得 ANSYS 程序法得到了很大的改善,前后处理技术进入了一个崭新的阶段。

今天 ANSYS 软件更加趋于完善,功能更加强大,使用更加便捷。最新版本 ANSYS 5.7 版本的推出对显式动力分析 (LS-DYNA)、概率设计系统 (PDS)、计算流体动力学功能以及多物理场功能均作了很大的改进与提高。

1.2.2 ANSYS 使用环境

ANSYS 程序是一个功能强大、灵活的设计分析及优化软件包。该软件可浮动运行于从 PC 机、NT 工作站、UNIX 工作站直至巨型机的各类计算机及操作系统中,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式各样的耦合计算,如:热-结构耦合、磁-结构耦合以及电-磁-流体-热耦合,在 PC 机上生成的模型同样可运行于巨型机上,这样就保证了所有的 ANSYS 用户的多领域多变工程问题的求解。

ANSYS 可与许多先进 CAD 软件共享数据,利用 ANSYS 的数据接口,可精确地将在 CAD 系统下生成的几何数据传入 ANSYS,如 Pro/Engineer、NASTRAN、Alogor、I-DEAS 和 AutoCAD 等,并通过必要的修补可准确地在该模型上划分网格并求解,这样可以节省用户在创建模型过程中所花费的大量时间,极大地提高了工作效率。

与 ANSYS 软件能够共享数据接口的,由 CAD 软件生成的模型文件格式有:Pro/E、Unigraphics、CADDs、IGES、SAT 和 Parasolid。

1.2.3 ANSYS 软件的功能

ANSYS 软件含有多项有限元分析的能力,包括从简单线性静态分析到复杂非线性动态分析。一个典型的 ANSYS 分析过程可分为以下三个步骤:

- 创建有限元模型
- 施加载荷进行求解
- 查看分析结果

ANSYS 软件功能的强大与其有着很多的模块应用是分不开的, ANSYS 的模块化结构如图 1-2 所示。

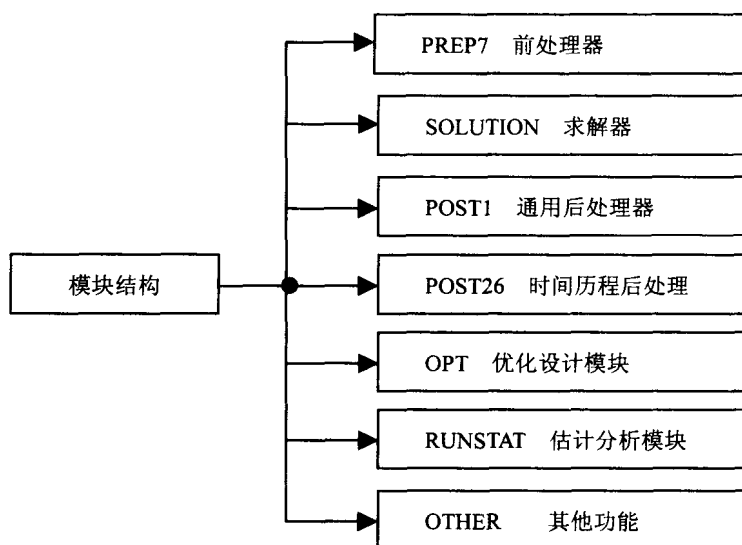


图 1-2 ANSYS 程序的模块化结构

在有限元的分析过程中,程序通常使用以下三个部分:前处理模块(PREP7),分析求解模块(SOLUTION)和后处理模块(POST1 和 POST26)。前处理模块为一个强大的实体建模和网格划分的工具,通过这个模块用户可以建立自己想要的工程有限元模型。分析求解模块即是对已建立好的模型在一定的载荷和边界条件下进行有限元计算,求解平衡微分方程。包括结构分析、流体动力分析、声场分析、电磁场分析、压电分析和多物理场的耦合分析(热-应力耦合、流-固耦合以及电-磁-热-应力耦合)等。后处理模型是对计算结果进行处理,可将结果以等值线、梯度、矢量、粒子流及云图等图形方式显示出来。也可以用图表、曲线的方式输出。

下面对 ANSYS 软件三种模块的功能进行一下简要的介绍。

1. 前处理模块(PREP7)

ANSYS 软件的前处理模块主要实现三种功能:参数定义、实体建模和网格划分。