

姜年朝 主编

# ANSYS和 ANSYS/FE-SAFE 软件的工程应用 及实例

河海大学出版社



# ANSYS 和 ANSYS/FE-SAFE 软件的工程应用及实例

姜年朝 主编

河海大学出版社

---

**图书在版编目 (CIP) 数据**

ANSYS 和 ANSYS/FE-SAFE 软件工程应用及实例/  
姜年朝主编. —南京: 河海大学出版社, 2006. 10  
ISBN 7-5630-2298-8/TP · 116

I. A... II. 姜... III. 有限元分析—应用程序,  
ANSYS IV. 0241. 82

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 111910 号

---

书 名 / ANSYS 和 ANSYS/FE-SAFE 软件的工程应用及实例  
书 号 / ISBN 7-5630-2298-8/TP · 116  
责任编辑 / 隋亚安  
特约编辑 / 谢 云  
封面设计 / 黄 炜  
出 版 / 河海大学出版社  
地 址 / 南京市西康路 1 号 (邮编: 210098)  
电 话 / (025) 83737852 (总编室) (025) 83722833 (发行部)  
经 销 / 江苏省新华书店  
印 刷 / 南京玉河印刷厂  
开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16 10.75 印张 269 千字  
版 次 / 2006 年 10 月第 1 版 2006 年 10 月第 1 次印刷  
定 价 / 30.00 元 (册)

## 序

ANSYS 软件作为成功应用有限元理论的大型 CAE 软件之一，已经逐渐扩展渗透到无人机产品设计的各个领域，基于 ANSYS 软件的 FE-SAFE 模块，更是为无人机系统的部分关键结构件的疲劳分析、寿命分析提供了强有力的工具支持。利用 ANSYS 软件的分析技术，可以有效地帮助工程设计人员在无人机产品设计定型之前，预测、仿真、计算、分析产品的设计性能，从而为产品性能及品质保证提供科学依据，有效降低研制成本与开发风险，缩短无人机产品研制面市的周期，提高企业的竞争能力。

本书的编著者姜年朝，2002 年毕业于江苏大学机械设计理论专业的 CAD/CAE 研究方向博士。在总参第六十研究所工作的这几年来里，姜博士从事了多个无人机型号的研制开发工作，行如其人，踏实认真、低调内敛，一直默默地在实验室为设计师们做着强度分析和校核的基础研究工作，尤其在无人直升机的型号研制工作中做出了突出贡献。

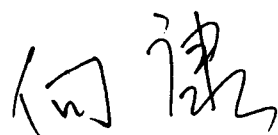
本书正是作者结合产品研制的工程实例，对 ANSYS 及 ANSYS/FE-SAFE 的操作步骤和方法进行了系统详尽的介绍，并具体阐述了 ANSYS 及 ANSYS/FE-SAFE 在结构和无人机产品设计中的应用，本书的工程实例在结构和无人机设计中的强度、疲劳以及动态特性分析等方面具有很强的启发性与较高的参考价值。本书的实用性和对 ANSYS 及 ANSYS/FE-SAFE 的实践运用为无人机的结构设计提供了先进的设计理念和技术，可为国内无人机设计和机械设计人士提供参考之用。

“将无人机当作产业来做”，一直是总参第六十研究所的战略重点之一，而无人机产品的研制涉及到多学科、多专业的复合，是一项系统工程，其中无人机结构设计中的强度、刚度、疲劳、寿命等指标的设计、建模、估算、校核和计算分析又是最为重要的基础专业技术之一，我所战略雄心的实现，必须依赖于系统、扎实的专业技术基础建

设，本书作者对 ANSYS 软件工具的应用研究，正是在为这一基础建设添砖加瓦。

熟练掌握与应用一项先进的软件工具是重要的，但更为重要的是有一个掌握了先进工具并具有丰富工程经验的团队。感到欣喜的是，姜博士和他领导的实验室团队，已经在我所无人机的专业化发展道路上迈开了坚实的第一步。

“千里之行，始于足下”，谨作此序，并希望姜年朝博士通过辛勤的耕耘为国家建设，为我国无人机事业的发展做出新的贡献。



2006 年 9 月

# 前 言

ANSYS 作为成功应用有限元理论的 CAE 软件,已经渗透到各个领域;以 ANSYS 作为前后处理器的 ANSYS/FE-SAFE 疲劳处理器,在国内的应用处于快速发展阶段。在中国人民解放军总参谋部第六十研究所向康所长、蒋武根副所长、陈宏林副所长的倡导和鼓励下,本书作者结合航空结构设计特点,对运用 ANSYS 软件的强度计算、流场分析及复合材料分析步骤进行了详细介绍;ANSYS/FE-SAFE 模块是基于 ANSYS 软件的专门疲劳分析处理器,国内这方面资料较少,本书系统地阐述了其在结构疲劳设计中的应用。

本书集理论分析、设计和实际应用于一体,内容具有很强的针对性和实用性。本书旨在为 ANSYS、ANSYS/FE-SAFE 软件的学习及航空结构特别是无人机结构静强度设计和结构疲劳设计提供参考和实例。

本书共有八章,第一章至第七章主要是对 ANSYS 和 ANSYS/FE-SAFE 软件的介绍,结合实际中遇到的例子对分析步骤和分析方法作了具体介绍;第八章是工程实例,主要是作者和同事们近几年来课题的研究成果。其中,王克选编写了 1.2 节;张逊编写了 8.1 和 8.8 节;谢勤伟、戴勇和张志清审阅了全文,对书中一些内容提出了宝贵的建议。

本书在撰写和出版过程中得到中国人民解放军总参谋部第六十研究所各级领导的热情支持,向康所长在百忙之中为本书的出版作了序;本书的内容是作者课题研究的成果,六〇〇二室和无人机动态实验室的同事参加了部分课题的研究,在此向他们表示感谢。

ANSYS 和 ANSYS/FE-SAFE 软件在无人机结构分析的应用上处在不断发展时期,由于作者学识有限,书中难免有偏颇及错误之处,作者诚心向广大的 CAE 同行及读者求教,敬请批评指正。

姜年朝  
2006 年 9 月

## 目 录

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| <b>1 绪 论</b> .....                  | (1)   |
| 1.1 有限元介绍 .....                     | (1)   |
| 1.2 有限元在无人机设计中的贡献 .....             | (5)   |
| 1.3 有限元软件 ANSYS .....               | (5)   |
| 1.4 疲劳模块 ANSYS/FE-SAFE .....        | (6)   |
| <b>2 软件及模块的安装、设置</b> .....          | (7)   |
| 2.1 ANSYS 7.0 的安装 .....             | (7)   |
| 2.2 ANSYS/FE-SAFE 模块的安装和注册 .....    | (10)  |
| 2.3 接口设置 .....                      | (12)  |
| <b>3 ANSYS 7.0 介绍、步骤及分析技术</b> ..... | (17)  |
| 3.1 ANSYS 7.0 新功能 .....             | (17)  |
| 3.2 ANSYS 7.0 环境简介 .....            | (20)  |
| 3.3 ANSYS 7.0 分析步骤 .....            | (22)  |
| 3.4 ANSYS 7.0 分析技术 .....            | (32)  |
| 3.5 基于 ANSYS 的断裂分析及实例 .....         | (44)  |
| <b>4 复合材料分析</b> .....               | (49)  |
| 4.1 复合材料建模 .....                    | (50)  |
| 4.2 section 建模 .....                | (57)  |
| 4.3 实常数建模 .....                     | (64)  |
| 4.4 实例 .....                        | (68)  |
| <b>5 疲劳分析模块 ANSYS/FE-SAFE</b> ..... | (71)  |
| 5.1 ANSYS/FE-SAFE 模块简介 .....        | (72)  |
| 5.2 疲劳分析模型 .....                    | (77)  |
| 5.3 疲劳分析类型 .....                    | (78)  |
| 5.4 疲劳分析步骤 .....                    | (80)  |
| 5.5 疲劳分析实例 .....                    | (92)  |
| <b>6 模态分析</b> .....                 | (94)  |
| 6.1 模态分析理论 .....                    | (94)  |
| 6.2 ANSYS 的模态分析 .....               | (94)  |
| 6.3 某旋翼桨叶大梁的模态分析实例 .....            | (95)  |
| <b>7 计算流体动力学 (CFD) 分析</b> .....     | (100) |
| 7.1 CFD 分析的概念 .....                 | (100) |
| 7.2 CFD 分析的主要步骤 .....               | (102) |

|      |                                      |       |
|------|--------------------------------------|-------|
| 7.3  | 无人机进气道内流场分析算例 .....                  | (104) |
| 8    | 工程实例 .....                           | (112) |
| 8.1  | ANSYS 在航空结构设计中应用 .....               | (112) |
| 8.2  | 无人飞机发射器模拟 .....                      | (116) |
| 8.3  | 开剖面薄壁梁的扭转分析 .....                    | (123) |
| 8.4  | 飞机主翼梁分析 .....                        | (130) |
| 8.5  | 机翼桁条稳定分析 .....                       | (134) |
| 8.6  | 转子发动机径向密封片弹簧计算 .....                 | (138) |
| 8.7  | 模压成形中模具联接螺栓应力仿真分析 .....              | (142) |
| 8.8  | 基于 ANSYS/FE-SAFE 的模具联接螺栓疲劳仿真分析 ..... | (146) |
| 8.9  | 基于 ANSYS 的旋翼桨叶动力分析 .....             | (149) |
| 8.10 | 基于 ANSYS 的无人直升机滑橇式起落架动态设计方法研究 .....  | (153) |
|      | 参考文献 .....                           | (161) |



# 1 绪 论

对结构设计工程师来说,设计的结构除了要满足产品性能外,结构本身还要满足强度、刚度、稳定性和疲劳寿命等要求。因此,工程师在整个设计过程中对这些要求和特性要进行必要的分析和计算。在分析这些特性前,必须对这些术语作一些解释:

**强度:**指构件在载荷作用下抵抗破坏的能力;

**刚度:**指构件在外力作用下抵抗变形的能力;

**稳定性:**指构件保持其原有平衡形态的能力(最常见的是蒙皮褶皱、失稳);图 1.1 为压杆失稳示意图。

**疲劳:**结构在交变载荷作用下,能保持其功能的能力。

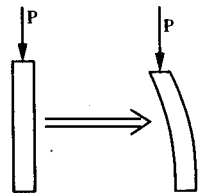


图 1.1 失稳示意图

一般来说,在设计的开始阶段,结构工程师应该对构件的强度、刚度、稳定性等进行初步估算,在产品的设计过程中又要进行校核和优化,产品设计好了要进行必要的试验验证。基于此,我们应该掌握一些初步的估算方法和分析软件。有限元方法是发展起来的研究结构的这些特性要求的一种有效方法,而 ANSYS 软件是应用有限元方法的大型通用分析软件。因此,本书主要介绍 CAE 软件 ANSYS 7.0 及疲劳模块 ANSYS/FE-SAFE 在结构设计中的应用。书中例子是作者在工作中遇到的一些问题及用 ANSYS 和 ANSYS/FE-SAFE 解决问题的步骤和思路。

## 1.1 有限元介绍

近年来随着计算机技术的普及和计算机速度的不断提高,有限元分析(FEA, Finite Element Analysis)在工程设计和分析中得到了越来越广泛的重视,已经成为解决复杂的工程分析计算问题的有效途径。有限元的概念早在几个世纪前就已产生并得到了应用,例如用多边形(有限个直线单元)逼近圆来求得圆的周长,但作为一种方法而被提出,则是最近的事。有限元法最初被称为矩阵近似方法,应用于航空器的结构强度计算,并由于其方便性、实用性和有效性而引起从事力学研究的科学家的浓厚兴趣。经过短短数十年的努力,随着计算机技术的快速发展和普及,有限元方法迅速从结构工程强度分析计算扩展到几乎所有的科学技术领域,成为一种丰富多彩、应用广泛并且实用高效的数值分析方法。现在从汽车到航天飞机几乎所有的设计和制造都已离不开有限元分析计算。在无人机设计中,它首先解决了飞机结构静、动态特性的分析,随后很快广泛地应用于求解热传导、电磁场、流场分析等问题。

有限元法(Finite Element Method, FEM),也称为有限单元法或有限元素法,是目前工程技术领域中实用性最强、应用最为广泛的数值模拟方法。其核心思想是结构的离散化,

就是将实际结构假想地离散为有限数目的规则单元组合体，实际结构的物理性能可以通过对离散体进行分析，得出满足工程精度的近似结果来替代对实际结构的分析，这样就可以解决很多实际工程需要解决而理论分析又无法解决的复杂问题。例如用多边形（有限个直线单元）逼近圆来求得圆的周长。如图 1.2 所示。

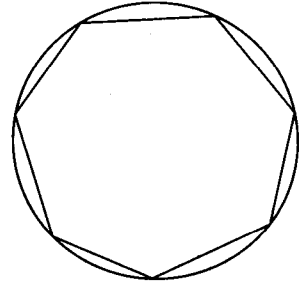


图 1.2 多边形逼近圆

对于不同物理性质和数学模型的问题，有限元求解法的基本步骤是相同的，只是具体公式推导和运算求解不同。也就是把作为对象的物体分割成小部分（称这部分为单元）再输入边界条件（约束、载荷）；把各个小部分的结构特性用公式近似；把这些小的部分组合起来就可得到全部力的平衡方程式；使用给出的边界条件解出平衡方程式；从结果求得单元内部的应力、应变、位移等。

工程问题一般是物理问题的数学模型，数学模型是带有边界条件和初值条件的微分方程，有限元法是由离散的单元通过一个个微分方程组来模拟真实的物理结构，通过一些基本定律和原理推导出来的（如力的平衡，变形协调方程、应力—应变方程）。在这些方程组中，除了边界条件和初值条件外，结构本身还有两方面的信息描述：

1. 材料参数如弹性模量、泊松比、热膨胀系数等；
2. 力、力矩、温度改变等。

因此，剩下的就是解这些方程，求出离散的单元的位移，从而可以求出结构内部任意点的位移，由位移推出各点的应力等。

有限元法分析计算的思路和做法可归纳如下：

### 1.1.1 问题及求解域定义

根据实际问题近似确定求解域的物理性质和几何区域。

### 1.1.2 物体离散化

将某个工程结构离散为由各种单元组成的计算模型，这一步称作单元剖分。离散后单元与单元之间利用单元的节点相互联接起来；单元节点的设置、性质、数目等应视问题的性质，描述变形形态的需要和计算进度而定（一般情况单元划分越细则描述变形情况越精确，即越接近实际变形，但计算量越大）。所以有限元中分析的结构已不是原有的物体或结构物，而是同性材料的由众多单元以一定方式联接成的离散物体。这样，用有限元分析计算所获得的结果只是近似的。如果划分单元数目非常多而又合理，则所获得的结果就与实际情况相符合。

### 1.1.3 单元特性分析

#### 一、选择位移模式

在有限单元法中，选择节点位移作为方程基本未知量称为位移法；选择节点力作为基本未知量时称为力法；取一部分节点力和一部分节点位移作为基本未知量时称为混合法。位移法易于实现计算自动化，所以，在有限单元法中位移法应用范围最广。当采用位移法时，物

体或结构物离散化之后,就可把单元总的一些物理量如位移、应变和应力等由节点位移来表示。这时可以对单元中位移的分布采用一些能逼近原函数的近似函数予以描述。通常,在有限元法中,我们就将位移表示为坐标变量的简单函数。这种函数称为位移模式或位移函数,如  $y=ax$ , 其中  $a$  是待定系数,  $y$  是与坐标有关的某种函数。

## 二、分析单元的力学性质

根据单元的材料性质、形状、尺寸、节点数目、位置及其含义等,找出单元节点力和节点位移的关系式,这是单元分析中的关键一步。此时需要应用弹性力学中的几何方程和物理方程来建立力和位移的方程式,从而导出单元刚度矩阵,这是有限元法的基本步骤之一。

## 三、计算等效节点力

物体离散化后,假定力是通过节点从一个单元传递到另一个单元。但是,对于实际的连续体,力是从单元的公共边传递到另一个单元中去的。因而,这种作用在单元边界上的表面力、体积力和集中力都需要等效地移到节点上去,也就是用等效的节点力来代替所有作用在单元上的力。

### 1.1.4 单元组集

利用结构力的平衡条件和边界条件把各个单元按原来的结构重新联接起来,形成整体的有限元方程 (1-1)。式中,  $K$  是整体结构的刚度矩阵;  $Q$  是节点位移列阵;  $F$  是载荷列阵。

$$KQ = F \quad (1-1)$$

### 1.1.5 求解未知节点位移

解有限元方程式 (1-1) 得出位移。这里,可以根据方程组的具体特点来选择合适的计算方法。为保证问题求解的收敛性,单元推导有许多原则要遵循。对工程应用而言,重要的是应注意每一种单元的解题性能与约束。例如,单元形状应以规则为好,畸形时不仅精度低,而且有缺秩的危险,将导致无法求解通过上述分析。

可以看出,有限元分析可分成三个阶段,前处理和后处理以及有限元计算。前处理是建立有限元模型,完成单元网格划分;后处理则是采集处理分析结果,使用户能简便提取信息,了解计算结果。简言之,有限单元法的基本思想是“一分一合”,分是为了进行单元分析,合则为了对整体结构进行综合分析。

下面以一个具体例子来说明有限元法的思路 and 具体步骤:

如图 1.3 所示,一根直杆,长为  $L$ , 宽为  $w$ , 厚为  $h$ , 材料弹性模量为  $E$ , 材料受力为  $P$ 。杆上端固定,求杆上各点的应力。由于  $P$  大大于重量,因此,计算中忽略重量。

第一步:确定问题及求解域(如图 1.3 所示的问题)。

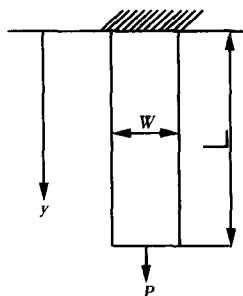


图 1.3 实际例子示意图

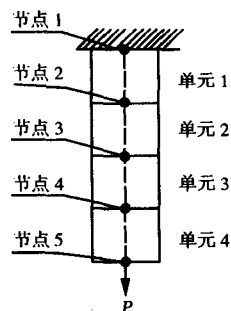


图 1.4 单元离散图

第二步：离散化。

以四个单元（单元 1~4）为例等面积（A）离散化。四个单元由五个节点（节点 1~5）联接起来（如图 1.4 所示）。每个节点对应的位移分别为  $u_1$ 、 $u_2$ 、 $u_3$ 、 $u_4$ 、 $u_5$ 。

第三步：单元特性。

取出其中一个单元来分析（图 1.5）。（单元的受力面积为 A）。

根据材料力学有：

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1-2)$$

应变为：

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (1-3)$$

式中： $\Delta L$  为在力  $F$  作用下的变形。

虎克定律：

$$\sigma = E\epsilon \quad (1-4)$$

由以上公式有：

$$F = \left(\frac{AE}{L}\right)\Delta L \quad (1-5)$$

考察弹簧的受力公式： $F = Kx$

可以认为这个单元为弹簧单元，当量弹簧系数为  $K_{eq} = \frac{AE}{L}$

对于划分的四个单元（单元 1~4），面积相同（为 A），长度相同（为 L），所以当量弹簧系数也相同。

$$\begin{aligned} \Delta L_i &= u_{i+1} - u_i \\ f_i &= K_{eq}\Delta L_i \end{aligned}$$

第四步：单元组集。

单元划分的五个节点受力如图 1.6 所示。根据节点静力平衡，每个节点处所受合力为零。

假设：节点 1 处受到约束的力为  $R_1$

$$1 \text{ 节点} \quad R_1 = f_1 = K_1 (u_2 - u_1)$$

$$2 \text{ 节点} \quad f_1 = f_2 = K_2 (u_3 - u_2)$$

$$3 \text{ 节点} \quad f_2 = f_3 = K_3 (u_4 - u_3)$$

$$4 \text{ 节点} \quad f_3 = f_4 = K_4 (u_5 - u_4)$$

$$5 \text{ 节点} \quad P = f_4 = K_4 (u_5 - u_4)$$

在上面五个节点组成的方程组中， $K_1 = K_2 = K_3 = K_4 = K_{eq}$  已知。只有五个位移未知数  $u_1 \sim u_5$ ，就能解出方程。

第五步：由位移求其他参数。

根据应力应变关系，分别可以求出五个节点的应力。

如果单元划分更多，则更能精确模拟真实的物体。

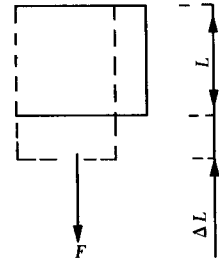


图 1.5 单元受力图



图 1.6 节点受力图

## 1.2 有限元在无人机设计中的贡献

有限元在无人机设计中的贡献主要如下：

1. 在无人机结构设计阶段发现潜在的静、动态问题；
2. 模拟试验方案，减少试飞次数，从而减少试验经费；
3. 缩短无人机投向市场的时间；
4. 增加无人机设计的可靠性；
5. 进行强度事故分析，查找飞机事故原因；
6. 采用优化设计，降低飞机重量和成本。

## 1.3 有限元软件 ANSYS<sup>[1][2]</sup>

国际上早在 20 世纪 50 年代末、60 年代初就投入大量的人力和物力开发具有强大功能的有限元分析程序。从那时到现在，世界各地的研究机构和大学也开发了一批使用灵活、价格较低的专用或通用有限元分析软件，如德国的 ASKA、英国的 PAFEC、法国的 SYSTUS、美国的 ABQUS、ADINA、ANSYS、BERSAFE、BOSOR、COSMOS、ELAS、MARC、STARDYNE 和 MSC. Nastran 等产品。国内也有专用的有限元程序如 FEPG 系统等。所有这些软件各有自己的特点和侧重点。比较而言，ANSYS 软件是一种大型通用的有限元软件，在飞机行业中的应用也越来越广泛。

ANSYS 是目前世界顶端的商业 CAE 软件之一。美国 John Swanson 博士于 1970 年创建 ANSYS 公司后，便开发出了该应用程序，以此用计算机模拟工程结构分析，历经 30 多年的不断完善和修改，现成为全球最受欢迎的应用程序。目前在全世界已有 14 000 多家商业用户，并且连续多年来业绩增长率和软件开发费用一直排在第一位，远远高于其他分析软件。

总之，ANSYS 是一种功能强大的 CAE 分析软件，无人直升机的强度、疲劳破坏等设计中，其强大的功能尤为突出。同其他 CAE 分析软件相比，ANSYS 具有以下特点：

1. ANSYS 友好的图形用户界面及程序构架使其易学易用。该软件使用了基于 Motif 标准的易于理解的 GUI，并开发了一套直观的菜单系统，为用户使用程序提供导航。同时，提供强大的后处理功能，分析结果直观、明了。
2. ANSYS 具有丰富的单元库和材料类型，能处理飞机机翼等复合材料。
3. 新增了 ANSYS/FE-SAFE 疲劳分析模块，能很方便地进行结构疲劳耐久性分析。
4. 具有强大的分析功能，不仅具有结构分析和疲劳分析，而且具有热分析、电磁分析、电场分析、流场分析、静流体与声学分析、耦合场分析和设计优化。
5. ANSYS 功能涵盖了结构力学、电磁场、热学、计算流体动力学、声学等多种学科领域，并且在一次仿真分析中就能模拟这些物理场同时对一个产品产生的影响。

6. 强大的技术支持体系。ANSYS 在中国有四个办事处，共有专业技术支持人员 80 多名，各技术支持与培训中心可为用户提供软件基本培训和各种高级培训，结合用户使用，解答各种技术疑难问题。

## **1.4 疲劳模块 ANSYS/FE-SAFE<sup>[3]</sup>**

ANSYS/FE-SAFE 模块是进行耐久性（疲劳）分析的专用模块，可以和许多 FEA 软件和后处理器有数据接口。我们把前后处理器为 ANSYS 软件的模块称为 ANSYS/FE-SAFE。通俗地讲，ANSYS/FE-SAFE 模块是一个专用处理器（疲劳计算）；它分析的基础是 ANSYS 软件分析的结果数据，它分析的结果要送到 ANSYS 处理器中进行后处理。

ANSYS/FE-SAFE 采用先进的单/双轴疲劳计算方法，允许计算弹性或弹塑性载荷历程，综合多种影响因素（如平均应力、应力集中、缺口敏感性、焊接成型等初始应力、表面光洁度、表面加工性质等），按照累积损伤理论和雨流计数，根据各种应力或应变进行疲劳寿命和耐久性分析设计，或者根据疲劳材料以及载荷的概率统计规律进行概率疲劳设计以及疲劳可靠性设计，或者按照断裂力学损伤容限法计算裂纹扩展寿命。

# 2 软件及模块的安装、设置<sup>[1][4]</sup>

## 2.1 ANSYS 7.0 的安装

### 2.1.1 硬件和操作系统要求

由于 ANSYS 是大型通用有限元软件，ANSYS 7.0 安装大约 760M 空间。ANSYS 计算时占用大量的内存和空间，对计算机硬件和操作系统的要求很高。

操作系统建议配置：NT4.0 (Service Pack 5) 以上或 Windows 2000，也可是 Windows XP；

硬盘建议配置：10.0G 以上；

内存建议配置：256MB 以上；

CPU 建议配置：Intel PIII 450 或以上；

显示器建议配置：17" (支持 1024×768×16bit 真彩) 或以上；

显卡建议配置：3D 专业图形卡 (能很好地支持 OPenGL)；

鼠标建议配置：3 键鼠标；

网卡建议配置：10/100M 自适应。

### 2.1.2 ANSYS 7.0 安装

ANSYS 7.0 依靠网卡信息加密。所以在安装 ANSYS 7.0 以前，必须安装以太网卡 (Ethernet Card) 和 TCP/IP 协议，并且 TCP/IP 协议绑定到网卡上。

#### 一、安装之前，做好三个工作

1. 记录你的计算机名称，注意：计算机名称和计算机用户是两个不同的概念，一台计算机可以有多个用户，但是只有一个唯一的计算机名称。

在 Windows2000/WindowsXp 中，计算机的名称可以根据以下步骤获得：鼠标右键单击我的电脑>属性>网络标识>完整的计算机名称，记下你的计算机名称。

如图 2.1 所示，计算机名称为 jnz01。

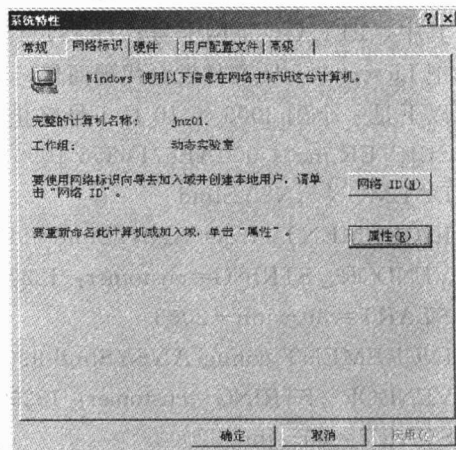


图 2.1 确定计算机名

2. 记录你的网卡的 ID, 每个网卡有自己惟一的网卡 ID, ANSYS 7.0 安装过程中需要你的网卡 ID。

记下 Physical Address 对应的序列号:

例如: 00: 0A: E6: 7F: 68: 56 就是我的网卡的 Physical Address, 也就是网卡的 ID。

在 ANSYS 7.0 安装过程中, License key 文件将上述 ID 写成如下形式: 000AE67F6856, 即去掉中间的冒号。

3. License key 文件获得, 首先注册机器信息。运行“开始>程序>ANSYS FLEXIm License Manage>ANSLIC\_ADMIN Utility”, 按向导一步步往下走, 生成的 Licserver.info 文件内容如下:

```
CUSTOMER: 13300000
COMPANY: jnz01
NAME: 姜年朝
PHONE: 025-4825853
EMAIL: nz_jiang1@eyou.com
FAX:
NUMSERVERS: 1
QUORUM: jnz01
HOSTNAME: jnz01
PLATFORM: IBM Intel
OS: Windows 2000 (x86)
FLEXID: 000AE67F6856
IDTYPE: E
DATE: 05/06/2003 09:18:36 AM
CLIENTS: Compaq=0 Dell=0 HP=0 IBM=5 SGI=0 Sun=0 Other=0
```

其中, FLEXID 是网卡号; HOSTNAME 为计算机名。

把 Licserver.info 文件发至代理商处, 申请 License key 文件, 为 ANSYS 安装注册准备。以下是一个到 2003 年 10 月 1 号终止的 License key 文件。

```
SERVER jnz01 000AE67F6856 1055
DAEMON ANSYSImd
INCREMENT struct ANSYSImd 9999.9999 1-oct-2003 1 17350DA3E010 \
VENDOR_STRING=customer: 13200000 ISSUER=AUFI ISSUED=30-jun-2003 \
START=30-jun-2003
INCREMENT conug ANSYSImd 9999.9999 1-oct-2003 1 73C4F50CD635 \
VENDOR_STRING=customer: 13200000 ISSUER=AUFI ISSUED=30-jun-2003 \
START=30-jun-2003
```

其中, server 行中的 jnz01 是计算机名, 000AE67F6856 是网卡的物理地址。其他的是注册的时间等限制, 一般不改。

以下以 Windows 2000 操作系统为例, 具体说明 ANSYS 7.0 安装。



## 二、安装步骤

1. 首先以 administrator 登陆 Windows2000, 并确认分辨率设置为  $1024 \times 768$  或以上, 颜色为 16 位真彩色。
2. 将 ANSYS 7.0 for windows 安装盘放入光驱。
3. 运行光驱中的 setup, 出现安装向导。
4. 出现一个消息提示框, 提示在安装前已经安装了 TCP/IP 协议, 并已经正确配置, 点 YES 继续。
5. 出现一个对话框, 列出 ANSYS 对计算机硬件和操作系统的的基本要求, 点 Next 继续。
6. 在对话框中选择安装类型, 缺省是 ANSYS products and License server, 所以可直接点 Next 继续。
7. 选择安装选项。为了节省磁盘空间, 建议选 Custom installation, 这时安装程序会出现一个 ANSYS 产品的列表, 可以选用购买的 ANSYS 产品, 如果选择了非购买的 ANSYS 产品, 安装后也不能使用, 只会增加磁盘容量, 确认后点 Next 继续。
8. 在“Choose Destination Location”对话框中, 确认 ANSYS 存放的盘符和路径, 建议选用一个磁盘剩余空间大于 500MB 的硬盘, 程序存放目录建议用缺省目录 Program Files \ ANSYS Inc \ ANSYS7, 确认后点 Next 继续。
9. 出现一个对话框, 列出选择安装类型和选项、安装目录, 以及程序文件夹名 (缺省是 ANSYS 7.0), 点 Next 继续。
10. 一个消息框显示安装了 ANSYS License Manager, 并询问是否有 ANSYS 提供的 License key (s), 请点 NO, 询问你是否继续安装, 请点 YES, 开始安装 ANSYS 程序。
11. 出现“Setup is complete”, 表示安装完成, 提示用 ANSLIC \_ ADMIN Utility 来安装 License key (s)。

## 三、安装、更新 License key

在获得 License key 文件并安装后, 才能运行 ANSYS。安装、更新 License key 具体步骤如下:

1. 运行“开始>程序>ANSYS FLEXIm License Manage>ANSLIC \_ ADMIN Utility”。
2. 选中 Install/Update License Key 后按 OK。
3. 选缺省的选项 Load Information from existing temporary file into License data file 点 OK。
4. 在出现的对话框中选择 ANSYS 提供的 License key 文件, 如果正确会出现相关的提示。
5. 选择 Specify the License Server 后按 OK, 选择 License key 文件 Add server Specification, 在对话框中的 hostname1 中输入“主机名”后按 OK, 最后重新启动系统, ANSYS 程序就可以运行了。

## 四、安装注意事项

ANSYS 是和网卡绑定, 如果 ANSYS 授权服务器的网卡发生改变, 会使机器信息发生改变, 需要重新提取机器信息并申请 License Key。在网卡及 TCP/IP 安装完毕后, 要记下