

HỌC VIỆN KỸ THUẬT QUÂN SỰ  
BỘ MÔN GIA CÔNG ÁP LỰC

ĐINH BÁ TRỤ - HOÀNG VĂN LỢI

# HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG ANSYS

PHẦN I



HÀ NỘI 2003

HỌC VIỆN KỸ THUẬT QUÂN SỰ  
BỘ MÔN GIA CÔNG ÁP LỰC- KHOA CƠ KHÍ

ĐINH BÁ TRỤ - HOÀNG VĂN LỢI

# HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG ANSYS

PHẦN I

HÀ NỘI 2003

## LỜI NÓI ĐẦU

Giải bài toán cơ học là một việc vô cùng cần thiết nhưng rất khó khăn. Nhiều bài toán lớn, giải với mô hình đồ sộ, cần sử dụng rất nhiều biến và các điều kiện biên phức tạp, với không gian nhiều chiều, việc giải bằng tay là một việc không thể thực hiện được.

Những năm gần đây, nhờ sự phát triển của các công cụ toán cùng với sự phát triển của máy tính điện tử, đã thiết lập và dần dần hoàn thiện các phần mềm công nghiệp, sử dụng để giải các bài toán cơ học vật rắn, cơ học thủy khí, các bài toán động, bài toán tường minh và không tường minh, các bài toán tuyến tính và phi tuyến, các bài toán về trường điện từ, bài toán tương tác đa trường vật lý. ANSYS là một phần mềm mạnh được phát triển và ứng dụng rộng rãi trên thế giới, có thể đáp ứng các yêu cầu nói trên của cơ học.

Trong tính toán thiết kế cơ khí, phần mềm ANSYS có thể liên kết với các phần mềm thiết kế mô hình hình học 2D và 3D để phân tích trường ứng suất, biến dạng, trường nhiệt độ, tốc độ dòng chảy, có thể xác định được độ mòn, mỏi và phá huỷ của chi tiết. Nhờ việc xác định đó, có thể tìm các thông số tối ưu cho công nghệ chế tạo. ANSYS còn cung cấp phương pháp giải các bài toán cơ với nhiều dạng mô hình vật liệu khác nhau: đàn hồi tuyến tính, đàn hồi phi tuyến, đàn dẻo, đàn nhớt, dẻo, dẻo nhớt, chảy dẻo, vật liệu siêu đàn hồi, siêu dẻo, các chảy lỏng và chất khí ...

Năm 2000, NXB Khoa học và Kỹ thuật đã xuất bản cuốn Hướng dẫn ANSYS phiên bản 5.0. Sách ra đời đã đáp ứng một phần nhu cầu khai thác sử dụng phần mềm ANSYS để giải các bài toán cơ ở các trường Đại học ở Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh. Nhiều bạn đọc đã gửi thư yêu cầu tác giả viết tiếp các tài liệu hướng dẫn ANSYS dùng trong WINDOWS. Để đáp ứng yêu cầu của việc ứng dụng các phần mềm công nghiệp để tính toán các

bài toán cơ, tác giả biên soạn và xuất bản cuốn sách với nhiều tập khác nhau. Trước mắt xin ra mắt bạn đọc các 3 tập, tương ứng với các phần sau:

**Phần I. Hướng dẫn sử dụng các lệnh.** Phần I có mục tiêu để các bạn đọc làm quen với các lệnh và giao diện của ANSYS, các tiện ích và các công cụ. Để nắm được các lệnh đó, tài liệu giới thiệu cách sử dụng các lệnh để giải bài toán kết cấu và các bài giải cụ thể về thanh và dầm.

**Phần II. Hướng dẫn giải các bài toán kỹ thuật và cơ học.** Mục tiêu giúp bạn đọc hiểu được cách sử dụng Menu, phương pháp giải một số bài toán điển hình trong tính toán các bài toán cơ và trong tính toán thiết kế cơ khí.

**Phần III. Hướng dẫn sử dụng ANSYS Mechanical.** Mục tiêu giúp các bạn đọc nắm được cách sử dụng môđun dùng chung trong cơ khí dùng để giải các bài toán trường ứng suất và biến dạng cơ nhiệt, dao động. Các phần khác sẽ được biên soạn và xuất bản trong thời gian tiếp theo.

Các tác giả có hy vọng cung cấp cho các kỹ sư thiết kế chế tạo cơ khí, các nhà nghiên cứu tính toán cơ học vật rắn và cơ học thủy khí, các nghiên cứu sinh, học sinh cao học và đại học chuyên ngành cơ nói chung và cơ khí chế tạo, một tài liệu đi vào một công nghệ tính toán thiết kế mới và khai thác có hiệu quả một phần mềm công nghiệp.

Tác giả rất mong sự đóng góp ý kiến của tất cả các bạn đọc trong toàn quốc. Thư gửi theo địa chỉ: Đinh Bá Trụ, Khoa Cơ khí, Học viện Kỹ thuật Quân sự, 100 đường Hoàng Quốc Việt, Hà Nội hoặc gửi thư điện tử theo địa chỉ: [ding\\_ba\\_tru@yahoo.com](mailto:ding_ba_tru@yahoo.com).

**Các tác giả**

## *Chương 1*

# GIỚI THIỆU CHUNG PHẦN MỀM ANSYS

## 1.1 GIỚI THIỆU CHUNG

ANSYS là một trong nhiều chương trình phần mềm công nghiệp, sử dụng phương pháp Phần tử hữu hạn - PTHH (FEM) để phân tích các bài toán vật lý - cơ học, chuyển các phương trình vi phân, phương trình đạo hàm riêng từ dạng giải tích về dạng số, với việc sử dụng phương pháp rời rạc hóa và gần đúng để giải.

Nhờ ứng dụng phương pháp phần tử hữu hạn, các bài toán kỹ thuật về cơ, nhiệt, thủy khí, điện từ, sau khi mô hình hoá và xây dựng mô hình toán học, cho phép giải chúng với các điều kiện biên cụ thể với số bậc tự do lớn.

Trong bài toán kết cấu (Structural), phần mềm ANSYS dùng để giải các bài toán trường ứng suất - biến dạng, trường nhiệt cho các kết cấu. Giải các bài toán dạng tĩnh, dao động, cộng hưởng, bài toán ổn định, bài toán va đập, bài toán tiếp xúc. Các bài toán được giải cho các dạng phần tử kết cấu thanh, dầm, 2D và 3D, giải các bài toán với các vật liệu đàn hồi, đàn hồi phi tuyến, đàn dẻo lý tưởng, dẻo nhớt, đàn nhớt.. Trước hết, cần chọn được kiểu phần tử, phù hợp với bài toán cần giải. ANSYS cung cấp trên 200 kiểu phần tử khác nhau. Mỗi kiểu phần tử, tương ứng với một dạng bài toán. Khi chọn một phần tử, bộ lọc sẽ chọn các môđun tính toán phù hợp, và đưa ra các yêu cầu về việc nhập các tham số tương ứng để giải. Đồng thời việc chọn phần tử, ANSYS yêu cầu chọn dạng bài toán riêng cho từng phần tử. Việc tính toán còn phụ thuộc vào vật liệu. Mỗi bài toán cần đưa mô hình vật liệu, cần xác lập rõ là vật liệu đàn hồi hay dẻo, là vật liệu tuyến tính hay phi tuyến, với mỗi vật liệu, cần nhập đủ các thông số vật lý của vật liệu. ANSYS là phần mềm giải các bài toán bằng phương pháp số, chúng giải trên mô hình hình học thực. Vì vậy, cần đưa vào mô hình hình học đúng. ANSYS cho

phép xây dựng các mô hình hình học 2D và 3D, với các kích thước thực, hình dáng được giản đơn hoá hoặc mô hình như vật thật. ANSYS có khả năng mô phỏng theo mô hình hình học với các điểm, đường, diện tích, và mô hình phần tử hữu hạn với các nút và phần tử. Hai dạng mô hình được trao đổi và thống nhất với nhau để tính toán. ANSYS là phần mềm giải bài toán bằng phương pháp phần tử hữu hạn (PTHH), nên sau khi dựng mô hình hình học, ANSYS cho phép chia lưới phần tử do người sử dụng chọn hoặc tự động chia lưới. Số lượng nút và phần tử quyết định đến độ chính xác của bài toán, nên cần chia lưới càng nhỏ càng tốt. Nhưng việc chia nhỏ phần tử phụ thuộc năng lực từng phần mềm. Nếu sử dụng phiên bản công nghiệp, số nút và phần tử có thể đến con số hàng trăm ngàn, phiên bản Đại học, đến chục ngàn, phiên bản sinh viên đến hàng ngàn.

Để giải một bài toán bằng phần mềm ANSYS, cần đưa vào các điều kiện ban đầu và điều kiện biên cho mô hình hình học. Các ràng buộc và các ngoại lực hoặc nội lực (lực, chuyển vị, nhiệt độ, mật độ) được đưa vào tại từng nút, từng phần tử trong mô hình hình học.

Sau khi xác lập các điều kiện bài toán, để giải chúng, ANSYS cho phép chọn các dạng bài toán. Khi giải các bài toán phi tuyến, vấn đề đặt ra là sự hội tụ của bài toán. ANSYS cho phép xác lập các bước lặp để giải bài toán lặp với độ chính xác cao. Để theo dõi bước tính, ANSYS cho biểu đồ quan hệ các bước lặp và độ hội tụ. Các kết quả tính toán được ghi lưu vào các File dữ liệu. Việc xuất các dữ liệu được tính toán và lưu trữ, ANSYS có hệ hậu xử lý rất mạnh, cho phép xuất dữ liệu dưới dạng đồ thị, ảnh đồ, để có thể quan sát trường ứng suất và biến dạng, đồng thời cũng cho phép xuất kết quả dưới dạng bảng số.

Việc ANSYS có hệ hậu xử lý mạnh, đã đem lại một thế mạnh, để các phần mềm khác phải xử dụng ANSYS là một phần mềm liên kết xử lý phân tích trường ứng suất - biến dạng và các thông số vật lý khác.

Tài liệu này trình bày bổ sung các kỹ thuật mới của ANSYS 10~11, nên Bạn đọc cần tham khảo cuốn sách “Hướng dẫn ANSYS” NXB KHKT, 2000.

## 1.2 Các Đặc điểm của phần mềm ANSYS

### **Yêu cầu đối với phần cứng máy tính cá nhân**

Phần mềm ANSYS, phiên bản ANSYS 10~11 chạy trên máy PC trong môi trường Windows XP hoặc Windows NT .

Cấu hình máy tối thiểu cho phiên bản ANSYS 10~11 là:

- Pentium Pro, Pentium 3~4.
- Bộ nhớ (RAM): 128 MB trở lên.
- Ổ cứng: dư tối thiểu là 500MB.
- Chuột: 100% tương thích với các phiên bản của các hệ điều hành đã nêu.
- Đồ họa: Các hệ điều hành Windows XP, Windows 2000, và Windows NT đều hỗ trợ cho card đồ họa, có khả năng hỗ trợ độ phân giải của màn hình là 1024×768 High Color (16-bit màu), và hỗ trợ cho màn hình 17 inch (hoặc hơn) cùng với card đồ họa tương ứng.

## 1.3 CÁC ĐẶC ĐIỂM KHÁC

**Các thuộc tính trình diễn của ANSYS - ANSYS Features Demonstrated.**

Danh mục các thuộc tính đáng lưu ý được trình diễn trong phần mô tả bài toán và lời giải.

### **Chọn chế độ phân tích - Analysis Options**

Chọn chế độ phân tích điển hình là phương pháp giải, độ cứng phần tử (stress stiffening), chọn phương pháp lặp trong bài toán phi tuyến Newton-Raphson .

### **Kiểu phân tích - Analysis Types**

Các kiểu phân tích được dùng trong ANSYS: phân tích Tĩnh (static), phân tích dao động riêng (modal), dao động điều hoà (harmonic), phân tích bài toán quá độ (transient), phân tích phổ (spectrum), phân tích ổn định (eigenvalue buckling), và cấu trúc con (substructuring) với bài toán tuyến tính và phi tuyến.

### **Phạm vi sử dụng các sản phẩm ANSYS**

Phần mềm ANSYS có các mô đun sản phẩm riêng biệt sau:

- ANSYS/Multiphysics,
- ANSYS/Mechanical,
- ANSYS/Professional,
- ANSYS/Structural,
- ANSYS/LS-DYNA,
- ANSYS/LinearPlus,
- ANSYS/Thermal,
- ANSYS/Emag,
- ANSYS/FLOTRAN,
- ANSYS/PrepPost.
- ANSYS CFX,
- ANSYS PTD,
- ANSYS TASPCB,
- ANSYS ICEM CFD,
- ANSYS AI\*Environment,



ANSYS DesignXplorer,  
ANSYS DesignModeler,  
ANSYS DesignXplorer VT,  
ANSYS BladeModeler,  
ANSYS TurboGrid, ANSYS AUTODYN

### **Sử dụng trợ giúp Help**

Các thông tin trong phần trợ giúp của ANSYS được viết theo các tiêu đề, dễ tra cứu và sử dụng.

### **Toán tử logic Boolean**

Toán tử Boolean Operations (dựa trên cơ sở đại số Boolean) cung cấp công cụ để có thể ghép các dữ liệu khi dùng các toán tử logic như: cộng, trừ, chèn.... Toán tử Boolean có giá trị khi dựng mô hình vật rắn Thể tích, Diện tích, đường ( volume, area, and line).

### **Trực tiếp tạo phần tử**

Định nghĩa phần tử bằng cách trực tiếp định nghĩa nýt.

### **Phạm vi ứng dụng khoa học Discipline**

Có 5 lĩnh vực khoa học có thể giải bằng phần mềm ANSYS:

**Kết cấu-Cơ học** (Structural),

**Nhiệt** (Thermal),

**Điện** (Electric),

**Từ** (Magnetic),

**Thủy khớ** (Fluid).

Nhưng ANSYS còn cho phép giải các bài toán tương tác đa trường vật lý, do các trường Vật lý thường tác dụng cặp đôi, như nhiệt độ và chuyển vị trong phân tích ứng suất -nhiệt.

### **Chọn phần tử - Element Options**

Nhiều kiểu phần tử có chọn phần tử được xác định vật thể như vậy là các phần tử với các hành vi và chức năng, phần tử cho kết quả được chọn in ra.

### **Kiểu phần tử được dựng - Element Types Used**

Cần chỉ rõ phần tử được dùng trong bài toán. Khoảng 200 kiểu phần tử trong ANSYS. Ta có thể chọn một kiểu phần tử với các đặc tính, trong đó, xác lập số bậc tự do DOF (như chuyển vị, nhiệt độ...) cho các hình đặc trưng như đường, hình tứ giác, hình khối hộp, các hình nằm trong không gian 2-D hoặc 3D, tương ứng với hệ thống tọa độ.

### **Các phần tử bậc cao - Higher Order Elements**

Phần tử với các nút bậc cao có hàm dáng tứ giác và các giá trị bậc tự do.

Đó là các phần tử gần đúng, dùng trong các bài toán với giao diện theo bước. Thời gian được lấy thời gian của hệ thống máy tính..

### **Tên bài toán - JobName**

Tên File được đặt riêng cho từng bài, nhưng có giá trị trong các phân tích ANSYS. Phần kiểu *Jobname.ext*, trong đó *ext* là kiểu File do ANSYS định tùy tính chất của dữ liệu được ghi. Tên File được đặt tùy yêu cầu người dùng. Nếu không đặt tên riêng, ANSYS mặc định tên là FILE.\*.

### **Mức độ khó - Level of Difficulty**

Có 3 mức độ: dễ, trung bình và khó. Các bài toán khó có thể chuyển thành dễ, khi sử dụng bài toán tính theo bước. Tính chất điển hình