

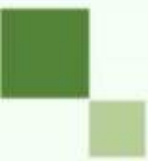
# 有限元静力学及 动 力学分析课件



# 目 录

- 引言
- 有限元静力学分析基础
- 有限元动力学分析基础
- 有限元分析中的关键技术
- 有限元分析的工程应用案例
- 结论与展望

contents



# 01

## 引言





# 有限元分析的定义

有限元分析是一种数值分析方法，通过将连续的物理系统离散化为有限个小的单元，利用数学模型描述各单元之间的相互作用关系，从而对复杂的物理系统进行数值模拟和分析。

它广泛应用于工程领域，如结构分析、流体动力学、电磁场、声学等，为复杂问题的解决提供了有效的工具。



# 有限元分析的重要性



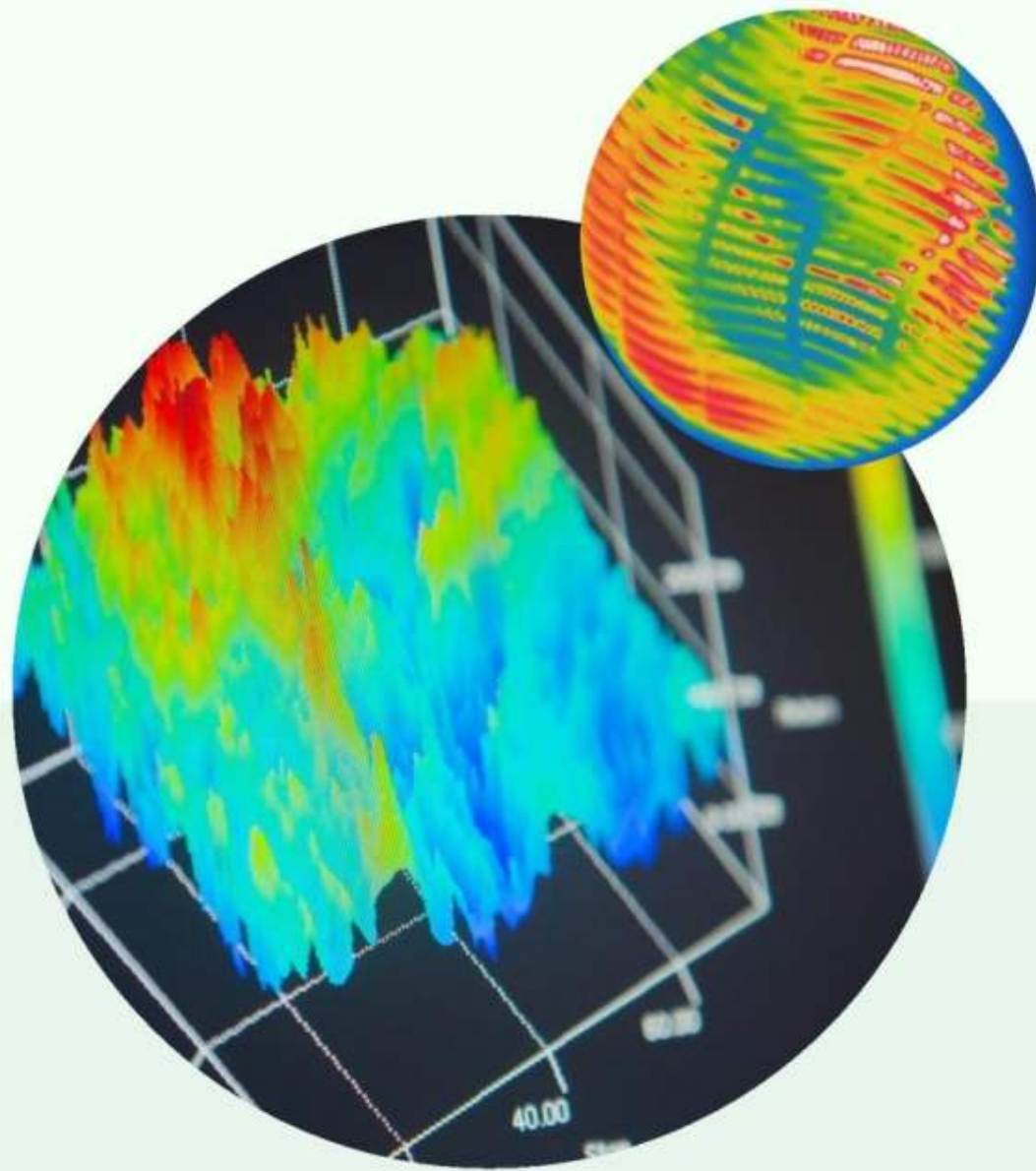
有限元分析能够解决许多实际工程问题，如结构优化、疲劳寿命预测、振动控制等。



它能够模拟真实世界的物理现象，提供定量的结果，帮助工程师更好地理解系统的性能和行为。



通过有限元分析，可以减少实验和物理模型的依赖，降低研发成本，缩短产品开发周期。







# 有限元分析的历史与发展

有限元分析的思想起源于20世纪40年代，但直到20世纪60年代才由Clough提出并命名为“有限元法”。

随着计算机技术的发展，有限元分析得到了广泛的应用和推广，逐渐成为工程领域的重要工具。

近年来，随着计算能力的提高和数值算法的发展，有限元分析在精度、稳定性和适用范围等方面得到了显著提升，能够处理更加复杂和大规模的问题。





# 02

## 有限元静力学分析基础

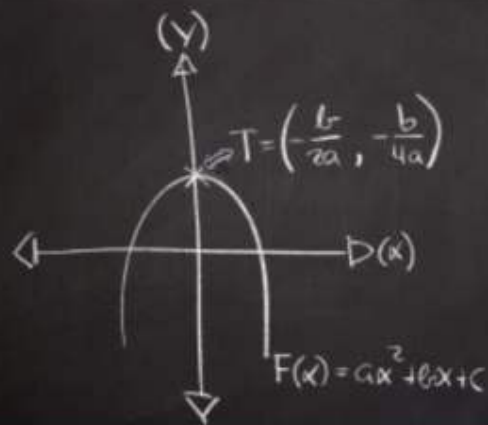
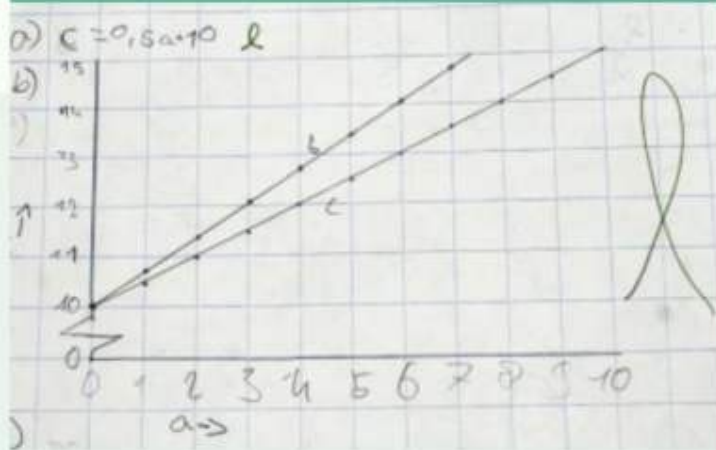




# 弹性力学基础

## 弹性力学基本方程

包括平衡方程、几何方程和物理方程，用于描述物体的应力、应变和位移之间的关系。

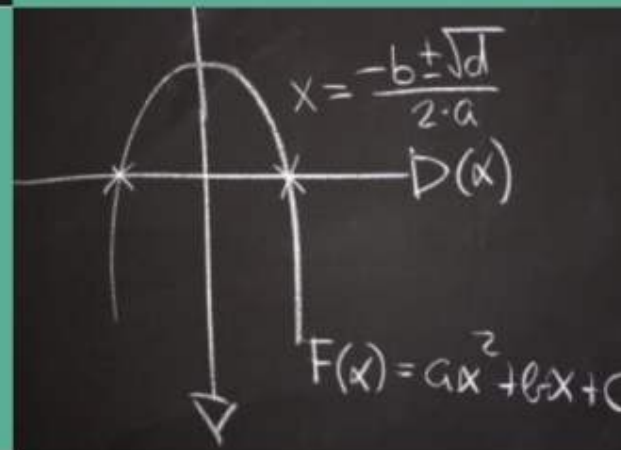


## 弹性模量

描述材料在受到外力作用时抵抗变形的能力，包括杨氏模量、泊松比和剪切模量等。

## 应力和应变的定义及关系

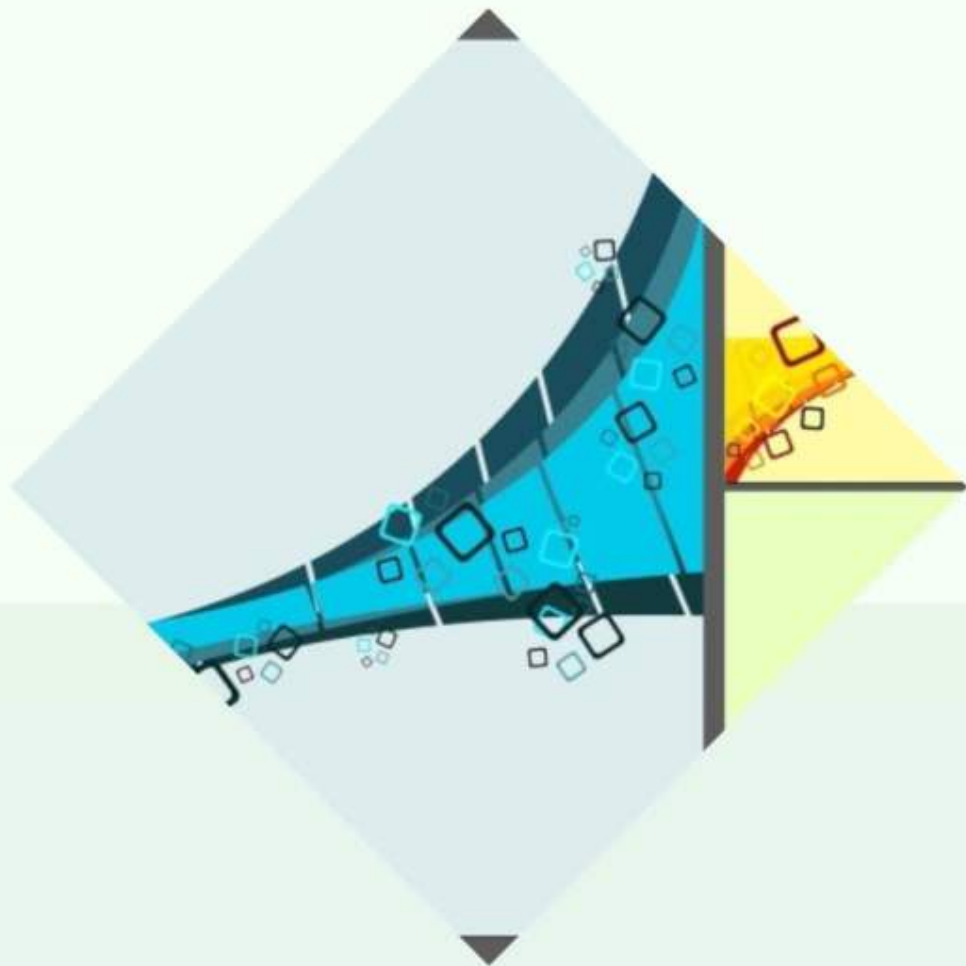
介绍应力和应变的概念，以及它们在不同坐标系下的表达方式。







# 有限元离散化



## 离散化的基本思想

将连续的物理系统分割成有限个小的、相互连接的单元，每个单元具有简单的几何形状和物理属性。

## 常见的有限元单元类型

如一维线单元、二维面单元和三维体单元等，以及它们在有限元分析中的应用。

## 节点和自由度

描述每个单元的节点和对应的自由度，以及它们在建立有限元方程中的作用。



# 刚度矩阵与载荷向量

01

## 刚度矩阵的定义和性质

描述刚度矩阵的物理意义、计算方法 and 特性，以及它在建立有限元方程中的作用。

02

## 载荷向量的定义和计算

介绍载荷向量的概念、计算方法 and 作用，以及它在建立有限元方程中的作用。

03

## 边界条件的处理

描述如何将边界条件引入有限元方程中，以及常见的边界条件类型。



# 约束处理与求解方法

## 约束处理的常用方

### 法

如拉格朗日乘子法和罚函数法等，以及它们在处理约束条件时的优缺点。

## 求解方法的分类与

### 选择

根据问题的特性和规模，选择合适的求解方法，如直接法、迭代法和优化法等。

## 有限元分析软件介

### 绍

介绍一些常用的有限元分析软件，如ANSYS、ABAQUS和SolidWorks Simulation 等，以及它们在有限元分析中的应用。



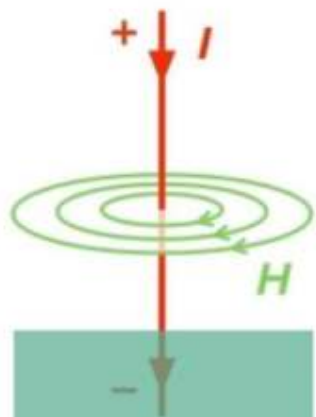
# 03

## 有限元动力学分析基础





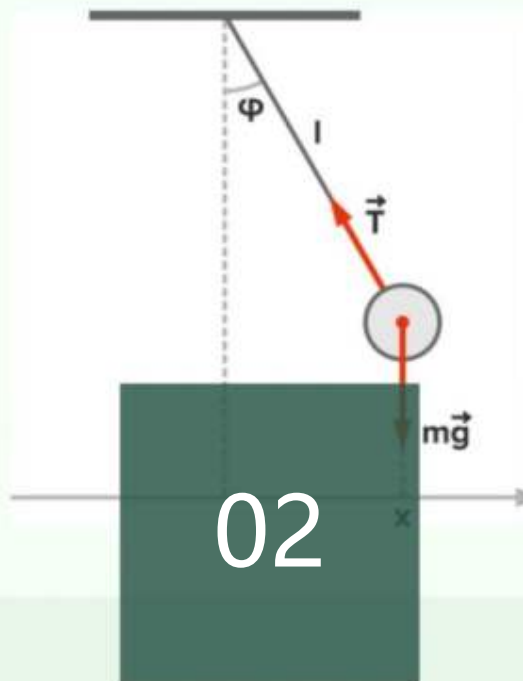
# 动力学基本概念



01

动力学

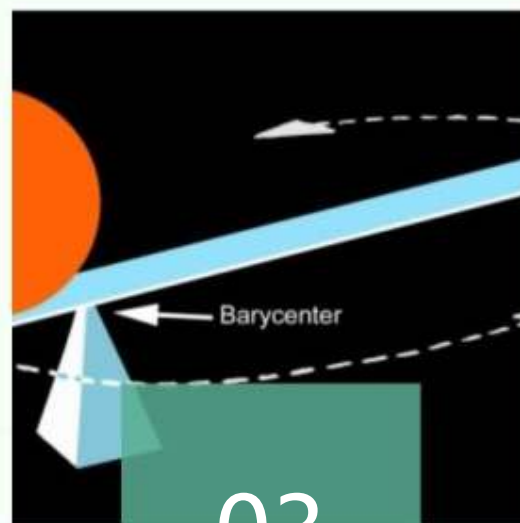
研究物体运动和力之间关系的科学。



02

牛顿第二定律

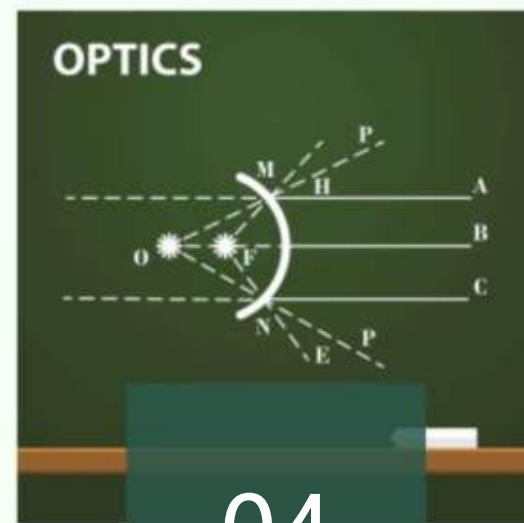
物体运动加速度与作用力成正比，与物体质量成反比。



03

动能

物体由于运动而具有的能量。



04

势能

物体由于位置或形变而具有的能量。





# 有限元动力学方程



## 拉格朗日方程

描述系统运动状态的微分方程。

## 哈密顿原理

最小作用量原理的一种形式，用于确定系统的运动轨迹。

## 有限元方程

将连续的物理问题离散化为有限个单元，通过求解有限个单元的方程来近似求解原问题。



# 模态分析

1

## 模态

系统的固有振动特性，包括频率、阻尼和振型。

2

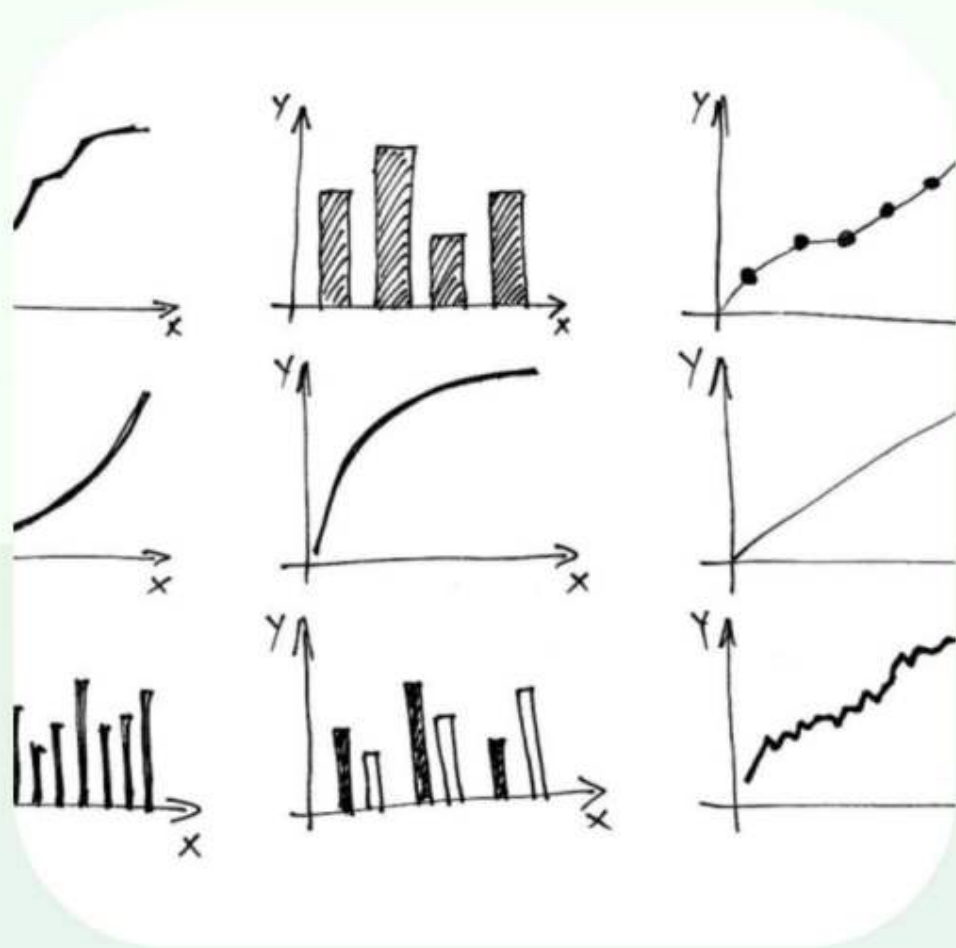
## 模态分析

通过求解系统的特征值和特征向量，得到系统的模态参数。

3

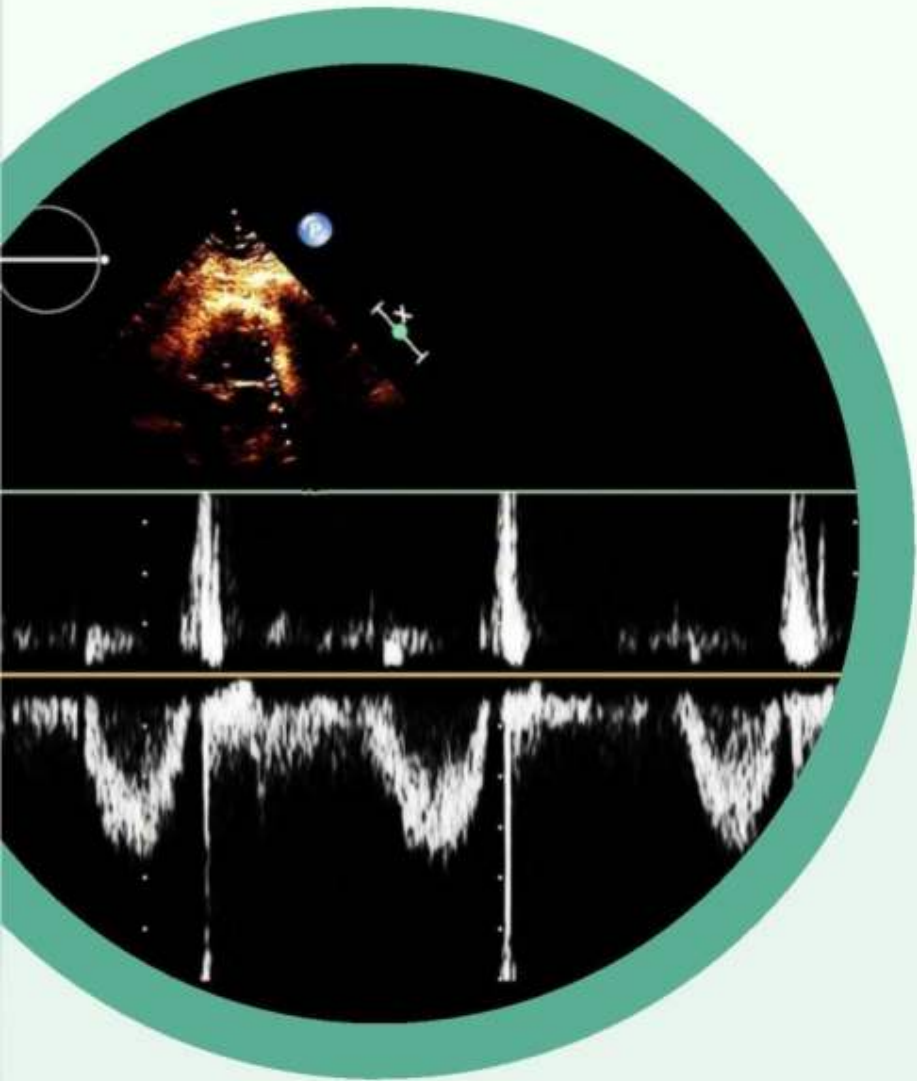
## 模态叠加

将多个模态组合起来，以描述系统的复杂振动行为。





# 瞬态动力学分析



01

## 瞬态响应

系统在随时间变化的载荷作用下的动态响应。

02

## 时间积分法

用于求解瞬态动力学方程的数值方法，包括欧拉法、龙格-库塔法和辛普森法等。

03

## 载荷步

将时间离散化为一系列小的时段，每个时段称为载荷步。



# 04

## 有限元分析中的关键技术



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：  
<https://d.book118.com/047034023026006122>