

弹性力学仿真软件：Altair HyperWorks：Compose 多物理场仿真教程

1 弹性力学基础

1.1 1 弹性力学基本概念

弹性力学是研究弹性体在外力作用下变形和应力分布的学科。弹性体是指在外力作用下能够产生变形，当外力去除后，能够恢复原状的物体。在弹性力学中，我们关注的是物体的内部应力、应变以及位移，这些量可以通过求解弹性方程来获得。

1.1.1 弹性体的分类

- 一维弹性体：如杆、梁等，主要考虑轴向应力和应变。
- 二维弹性体：如板、壳等，考虑平面内的应力和应变。
- 三维弹性体：如实体结构，考虑空间中任意方向的应力和应变。

1.1.2 应力和应变

- 应力（Stress）：单位面积上的内力，通常用 σ 表示，单位是帕斯卡（Pa）。
- 应变（Strain）：物体在外力作用下产生的变形程度，通常用 ε 表示，是一个无量纲的量。

1.2 2 应力应变关系

应力和应变之间的关系可以通过材料的弹性模量来描述。对于线性弹性材料，应力和应变之间存在线性关系，这被称为胡克定律。

1.2.1 胡克定律

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

其中， σ 是应力， ε 是应变， E 是弹性模量，对于一维情况，这个公式直接适用。在多维情况下，应力和应变的关系会更加复杂，需要使用应力应变矩阵来描述。

1.2.2 应力应变矩阵

对于三维弹性体，应力和应变可以分别用 6×1 的向量表示，包括三个正应力（ $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ ）和三个剪应力（ $\tau_{xy}, \tau_{yz}, \tau_{zx}$ ），以及三个线应变（ $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$ ）。

z) 和三个剪应变 ($\gamma_{xy}, \gamma_{yz}, \gamma_{zx}$)。它们之间的关系可以通过一个 6×6 的弹性矩阵 C 来描述:

$$\begin{bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \sigma_z \\ \tau_{xy} \\ \tau_{yz} \\ \tau_{zx} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} & 0 & 0 & 0 \\ C_{12} & C_{22} & C_{23} & 0 & 0 & 0 \\ C_{13} & C_{23} & C_{33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & C_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & C_{55} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & C_{66} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_z \\ \gamma_{xy} \\ \gamma_{yz} \\ \gamma_{zx} \end{bmatrix}$$

1.2.3 代码示例：计算应力

假设我们有一个材料，其弹性模量 $E=200\text{GPa}$ ，泊松比 $\nu=0.3$ ，对于一个线应变为 0.001 的物体，我们可以计算其应力：

```
# 定义材料属性
E = 200e9 # 弹性模量，单位: Pa
nu = 0.3 # 泊松比

# 计算应力
epsilon = 0.001 # 线应变
sigma = E * epsilon # 应力

# 输出结果
print(f"应力: {sigma} Pa")
```

1.3 3 弹性方程与边界条件

弹性方程是描述弹性体内部应力和应变分布的微分方程。边界条件则是指在弹性体边界上应力或位移的约束条件。

1.3.1 弹性方程

在三维情况下，弹性方程通常表示为：

$$-\nabla \cdot \sigma = \rho \cdot \ddot{u}$$

其中， σ 是应力张量， u 是位移向量， ρ 是材料密度， $\ddot{u}$ 是位移的二阶时间导数。对于静态问题， $\ddot{u}$ 为 0。

1.3.2 边界条件

边界条件可以分为两种：- **位移边界条件**：指定边界上的位移。- **应力边界条件**：指定边界上的应力。

1.3.3 代码示例：求解弹性方程

使用 Python 的 SciPy 库求解一个简单的弹性方程问题，假设我们有一个长方体，其一端固定，另一端受到均匀压力，我们可以使用有限元方法来求解位

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/988010030025006131>