

强度计算.结构分析：振动分析：结构动力学数值模拟教程

1 强度计算.结构分析：振动分析：结构动力学数值模拟

1.1 基础理论

1.1.1 经典力学回顾

经典力学是研究物体运动的基本理论，其核心包括牛顿运动定律和能量守恒定律。在结构动力学中，我们主要关注牛顿第二定律，即力等于质量乘以加速度（ $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$ ）。这一原理在分析结构在动态载荷下的响应时至关重要。

1.1.1.1 示例：简谐振动的牛顿第二定律应用

假设一个质量为 m 的物体，通过一个弹簧与固定点相连，弹簧的弹性系数为 k 。当物体偏离平衡位置 x 时，它将经历简谐振动。我们可以使用牛顿第二定律来描述这一运动：

$$m\ddot{x} = -kx$$

其中， $\ddot{x}$ 表示物体的加速度。这是一个二阶线性微分方程，其解描述了物体随时间的位移变化。

1.1.2 振动理论基础

振动理论是结构动力学的基础，它研究结构在动态载荷作用下的响应。振动可以分为自由振动、受迫振动和自激振动。在数值模拟中，我们通常关注受迫振动，即结构在外部载荷作用下的振动。

1.1.2.1 示例：受迫振动的数值模拟

考虑一个单自由度系统，其运动方程可以表示为：

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = F(t)$$

其中， m 是质量， c 是阻尼系数， k 是弹性系数， $\ddot{x}$ 和 $\dot{x}$ 分别是位移的二阶和一阶导数， $F(t)$ 是随时间变化的外部载荷。我们可以使用数值方法，如欧拉法或龙格-库塔法，来求解这个方程。

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# 参数设置
m = 1.0 # 质量
c = 0.1 # 阻尼系数
k = 10.0 # 弹性系数
```

```

F0 = 5.0 # 外部载荷的幅值
omega = 2.0 * np.pi # 外部载荷的角频率

# 时间参数
t_start = 0.0
t_end = 10.0
dt = 0.01
t = np.arange(t_start, t_end, dt)

# 外部载荷
F = F0 * np.sin(omega * t)

# 初始条件
x = [0.0] # 初始位移
v = [0.0] # 初始速度

# 欧拉法求解
for i in range(1, len(t)):
    a = (-c * v[i-1] - k * x[i-1] + F[i]) / m
    v.append(v[i-1] + a * dt)
    x.append(x[i-1] + v[i] * dt)

# 绘制结果
plt.figure()
plt.plot(t, x, label='位移')
plt.plot(t, F, label='外部载荷')
plt.legend()
plt.show()

```

这段代码使用欧拉法模拟了一个受迫振动的单自由度系统。通过设置不同的参数，可以观察到系统响应的变化，从而理解振动理论的基本概念。

1.1.3 结构动力学概述

结构动力学是研究结构在动态载荷作用下的行为。它涉及到结构的振动、稳定性、疲劳和断裂等问题。在现代工程中，结构动力学的数值模拟是设计和评估结构性能的关键工具。

1.1.3.1 示例：多自由度系统的动力学分析

多自由度系统（MDOF）的动力学分析通常涉及到矩阵运算和求解线性微分方程组。考虑一个由两个质量块组成的系统，每个质量块通过弹簧和阻尼器与地面相连，同时两个质量块之间也通过弹簧和阻尼器相连。系统的运动方程可以表示为：

$$\mathbf{M}\ddot{\mathbf{x}} + \mathbf{C}\dot{\mathbf{x}} + \mathbf{K}\mathbf{x} = \mathbf{F}(t)$$

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/468132040045006133>