

强度计算.结构分析：振动分析与弹性力学教程

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。它主要关注材料在弹性范围内，即材料能够恢复原状的前提下，如何响应外力。弹性力学的基本概念包括：

- **弹性体**：能够在外力作用下发生变形，当外力去除后能够恢复原状的物体。
- **应力**：单位面积上的内力，通常分为正应力（ σ ）和剪应力（ τ ）。
- **应变**：物体在外力作用下发生的变形程度，分为线应变（ ϵ ）和剪应变（ γ ）。
- **弹性模量**：描述材料弹性性质的物理量，包括杨氏模量（ E ）、剪切模量（ G ）和泊松比（ ν ）。

1.1 示例：计算正应力

假设一个横截面积为 $A = 100 \text{ mm}^2$ 的圆柱体，受到轴向力 $F = 500 \text{ N}$ 的作用。

```
# 定义变量
F = 500 # 轴向力，单位：N
A = 100 # 横截面积，单位：mm^2

# 转换横截面积单位为 m^2
A_m2 = A * 1e-6

# 计算正应力
sigma = F / A_m2

# 输出结果
print(f"正应力为：{sigma} Pa")
```

2 振动分析原理

振动分析是研究结构在动态载荷作用下的响应。它包括自由振动、受迫振动和自激振动。振动分析的关键原理是牛顿第二定律，即力等于质量乘以加速度。

- **自由振动**：结构在初始位移或速度作用下，没有外力持续作用时的振动。
- **受迫振动**：结构在周期性外力作用下的振动。
- **自激振动**：结构在某些条件下，由于内部机制产生持续振动。

2.1 示例：计算受迫振动的频率响应

假设一个单自由度系统，质量 $m = 1$ kg，弹簧刚度 $k = 100$ N/m，受到频率为 ω 的正弦外力作用。

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

# 定义变量
m = 1 # 质量, 单位: kg
k = 100 # 弹簧刚度, 单位: N/m
omega = np.linspace(0, 10, 1000) # 外力频率范围, 单位: rad/s

# 计算频率响应
omega_n = np.sqrt(k / m) # 自然频率
D = 1 / np.sqrt((1 - (omega / omega_n)**2)**2 + (0.1 * omega / omega_n)**2) # 频率响应

# 绘制频率响应图
plt.figure()
plt.plot(omega, D)
plt.xlabel('频率 (rad/s)')
plt.ylabel('频率响应')
plt.title('受迫振动的频率响应')
plt.grid(True)
plt.show()
```

3 应力与应变关系

应力与应变之间的关系是通过材料的本构方程来描述的。对于线弹性材料，应力与应变之间遵循胡克定律。

- **胡克定律：**在弹性范围内，应力与应变成正比，比例常数为弹性模量。

3.1 示例：计算线性弹性材料的应变

假设一个材料的杨氏模量 $E = 200$ GPa，受到正应力 $\sigma = 100$ MPa的作用。

```
# 定义变量
E = 200e9 # 杨氏模量, 单位: Pa
sigma = 100e6 # 正应力, 单位: Pa

# 计算线应变
epsilon = sigma / E
```

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/535330303122011331>