

弹性力学仿真软件：ADINA：疲劳与断裂力学分析技术教程

1 弹性力学仿真软件：ADINA：疲劳与断裂力学分析

1.1 ADINA 软件概述

ADINA (Automatic Dynamic Incremental Nonlinear Analysis) 是一款由美国 ADINA 系统公司开发的高级有限元分析软件，广泛应用于结构、流体、热力学和多物理场耦合分析。其强大的求解器能够处理复杂的非线性问题，包括大变形、接触、材料非线性和几何非线性等。ADINA 在疲劳与断裂力学分析方面提供了全面的工具，能够预测材料在循环载荷下的疲劳寿命和裂纹扩展行为，对于设计和评估工程结构的可靠性至关重要。

1.2 疲劳与断裂力学分析的重要性

疲劳与断裂力学分析是评估结构在重复载荷作用下性能的关键。在工程设计中，许多结构和部件在使用过程中会遭受周期性的应力，如飞机的机翼、桥梁的支撑结构、以及各种机械部件。这些周期性应力即使低于材料的屈服强度，长期作用下也可能导致材料疲劳，最终引发裂纹并导致结构失效。因此，疲劳与断裂力学分析能够帮助工程师预测和防止此类失效，确保结构的安全性和经济性。

1.2.1 疲劳分析原理

疲劳分析基于 S-N 曲线（应力-寿命曲线）和损伤累积理论。S-N 曲线描述了材料在不同应力水平下达到疲劳失效的循环次数。损伤累积理论，如 Miner 法则，假设当材料受到的损伤累积到一定程度时，结构将发生疲劳失效。ADINA 通过计算结构在循环载荷下的应力分布，结合材料的 S-N 曲线，可以预测结构的疲劳寿命。

1.2.2 断裂力学分析原理

断裂力学分析主要关注裂纹的形成、扩展和结构的断裂行为。ADINA 使用线弹性断裂力学（LEFM）和弹塑性断裂力学（J-Integral 或 CTOD 方法）来评估裂纹的影响。线弹性断裂力学基于应力强度因子 K 来判断裂纹的稳定性，而弹塑性断裂力学则考虑了裂纹尖端的塑性区，使用 J-Integral 或 CTOD（裂纹尖端开口位移）来评估裂纹扩展的倾向。

1.2.3 示例：疲劳分析

假设我们有一个简单的梁结构，需要评估其在周期性载荷下的疲劳寿命。

我们使用 ADINA 进行以下步骤的分析：

1. **建立模型**：定义梁的几何形状、材料属性和边界条件。
2. **施加载荷**：应用周期性载荷。
3. **执行分析**：运行疲劳分析模块。
4. **结果评估**：检查应力分布和预测的疲劳寿命。

```
; ADINA Input File: Fatigue Analysis of a Beam
```

```
; Geometry and Mesh
```

```
GEOMETRY
```

```
BEAM 1 1 2 3 4
```

```
MATERIAL
```

```
ELASTIC 1 200e3 0.3
```

```
FATIGUE 1 100 1e6 1e3 1e5
```

```
LOAD
```

```
CYCLIC 1 1000 10000
```

```
BOUNDARY
```

```
FIX 1
```

```
FIX 4
```

```
ANALYSIS
```

```
FATIGUE
```

在上述示例中，我们定义了一个梁结构（**BEAM**），指定了材料的弹性属性和疲劳属性（**ELASTIC** 和 **FATIGUE**），施加了周期性载荷（**CYCLIC**），并固定了梁的两端（**FIX**）。最后，我们运行了疲劳分析模块。

1.2.4 示例：断裂力学分析

对于断裂力学分析，我们考虑一个含有预存裂纹的结构。分析步骤包括：

1. **建立模型**：定义结构的几何形状、材料属性和裂纹位置。
2. **施加载荷**：应用导致裂纹扩展的载荷。
3. **执行分析**：运行断裂力学分析模块。
4. **结果评估**：检查裂纹尖端的应力强度因子 K 或 J -Integral 值。

```
; ADINA Input File: Fracture Mechanics Analysis of a Cracked Plate
```

```
; Geometry and Mesh
```

```
GEOMETRY
```

```
PLATE 1 100 100 1 10 10
```

```
CRACK 1 50 50 10 10
```

```
MATERIAL
```

```
ELASTIC 1 200e3 0.3
```

```
FRACTURE 1 100 1e6
```

```
LOAD
```

```
UNIFORM 1 1000
```

```
BOUNDARY
```

```
FIX 1
```

```
ANALYSIS
```

```
FRACTURE
```

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/877011000030006155>