

燃烧仿真.燃烧基础理论：扩散燃烧：燃烧流体力学基础

1 燃烧基础理论简介

1.1 燃烧的定义与分类

燃烧是一种化学反应过程，通常涉及燃料与氧气的快速氧化反应，产生热能和光能。在燃烧过程中，燃料分子与氧气分子结合，形成二氧化碳、水蒸气等产物，同时释放出大量的能量。燃烧可以分为以下几类：

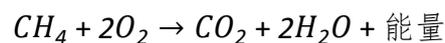
- **扩散燃烧**：燃料和氧化剂在燃烧前是分开的，它们通过扩散混合，然后燃烧。这种燃烧模式常见于气体燃烧，如天然气燃烧。
- **预混燃烧**：燃料和氧化剂在燃烧前已经完全混合，燃烧发生在混合物的整个体积内。这种燃烧模式常见于内燃机和一些工业燃烧器。
- **层流燃烧**：燃烧在层流条件下进行，火焰传播速度较慢，火焰结构清晰。
- **湍流燃烧**：燃烧在湍流条件下进行，火焰传播速度较快，火焰结构复杂且不稳定。

1.2 燃烧反应的基本原理

燃烧反应遵循化学反应的基本原理，涉及燃料分子与氧气分子的化学键断裂和重组。燃烧反应的速率受多种因素影响，包括温度、压力、燃料和氧化剂的浓度以及它们的混合程度。燃烧反应可以表示为：



例如，甲烷（CH₄）与氧气（O₂）的燃烧反应可以表示为：



1.2.1 扩散燃烧的流体力学基础

扩散燃烧中的流体力学基础主要关注燃料和氧化剂如何在空间中混合，以及这种混合如何影响燃烧过程。在气体燃烧中，燃料和空气（作为氧化剂）的混合主要通过分子扩散和湍流扩散来实现。分子扩散是由于分子的随机运动引起的，而湍流扩散则是在流体的湍流运动中发生的。

在计算扩散燃烧时，通常需要解决以下方程组：

- **连续性方程**：描述质量守恒。
- **动量方程**：描述动量守恒。
- **能量方程**：描述能量守恒。
- **组分方程**：描述燃料和氧化剂的浓度变化。

1.2.2 示例：使用 Python 模拟扩散燃烧

下面是一个使用 Python 和 SciPy 库来模拟简单扩散燃烧过程的示例。我们将使用一维扩散方程来模拟燃料和氧化剂的混合。

```
import numpy as np
from scipy.integrate import solve_ivp
import matplotlib.pyplot as plt

# 定义参数
D = 0.1 # 扩散系数
L = 1.0 # 域长度
N = 100 # 网格点数
x = np.linspace(0, L, N) # 空间网格
t_span = (0, 10) # 时间跨度
y0 = np.zeros(N) # 初始条件
y0[0] = 1.0 # 燃料在左边界

# 定义方程
def diffusion(t, y):
    y_left = y[0]
    y_right = y[-1]
    dydx = np.gradient(y, x)
    d2ydx2 = np.gradient(dydx, x)
    dydt = D * d2ydx2
    dydt[0] = 0 # 左边界条件
    dydt[-1] = 0 # 右边界条件
    return dydt

# 解方程
sol = solve_ivp(diffusion, t_span, y0, method='RK45', t_eval=np.linspace(t_span[0], t_span[1], 100))

# 绘制结果
plt.figure()
plt.plot(x, sol.y[:, 0], label='t=0')
plt.plot(x, sol.y[:, -1], label='t=10')
plt.legend()
plt.xlabel('位置')
plt.ylabel('燃料浓度')
plt.title('一维扩散燃烧模拟')
plt.show()
```

在这个示例中，我们使用了一维扩散方程来模拟燃料在空间中的扩散。通过调整扩散系数 D 和时间跨度 t_span ，可以观察到燃料浓度随时间的变化。这个简单的模型可以帮助理解扩散燃烧的基本流体力学原理。

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/745312342314011331>