

第四节 连续系统的模拟

系统模拟是在整个运行过程中对系统的仿真,是非常有效的和广泛使用的分析、研究复杂系统的技术.在一定假设条件下,利用数学运算模拟系统的运行,称为数学模拟.现代的数学模拟都是在计算机上进行的,因此也称为计算机模拟,简称模拟(simulation)

模拟分为静态模拟(static simulation)和动态模拟(dynamic simulation).数值积分中的蒙特卡洛方法是典型的静态模拟.动态模拟又分为连续系统模拟和离散系统模拟.

状态随着时间连续变化的系统,称为连续系统(continuous system).对连续系统的计算机模拟是近似地获取系统状态在一些离散时刻点上的数值.在一定假设条件下,利用数学运算模拟系统的运行过程.连续系统模型一般是微分方程,它在数值模拟中最基本的算法是数值积分算法.例如有一系统可用微分方程来描述

$$\frac{dy}{dt} = f(t, y)$$

已知输出量 y 的初始条件 $y(t_0) = y_0$, 现在要求出输出量 y 随时间变化的过程 $y(t)$ 。最直观的想法是: 首先将时间离散化, 令 $h_k = t_{k+1} - t_k$, 称为第 k 步的计算步距 (一般是等间距的), 然后按以下算法计算状态变量 $y(t)$ 在各时刻 t_{k+1} 上的近似值

$$y(t_{k+1}) \approx y_{k+1} = y_k + f(t_k, y_k)(t_{k+1} - t_k),$$

其中初始点 (t_0, y_0) , $k = 1, 2, \dots$ 按照这种作法即可求出整个 $y(t)$ 的曲线. 这种最简单的数值积分算法称为欧拉法. 除此之外, 还有其他一些算法.

因此, 连续系统模拟方法是: 首先确定系统的连续状态变量, 然后将它在时间上进行离散化处理, 并由此模拟系统的运行状态.