<<抛物型方程定解问题的有限差分数值计 >

图书基本信息

书名：<<抛物型方程定解问题的有限差分数值计算>>

13位ISBN编号：9787030263124

10位ISBN编号：703026312X

出版时间：2010-1

出版时间：科学出版社

作者：张锁春

页数：252

前言

计算学是科技进步的重要推动力量——浅谈计算物理和高性能计算学　　计算物理（CP）是以计算机为工具，应用数学的方法解决物理问题的一门应用性学科，是物理、数学和计算机三者结合的交叉性学科。
它产生于第二次世界大战期间美国对核武器的研制，伴随着计算机的发展而发展。
CP的目的不仅仅是计算，而是要通过计算来解释和发现新的物理规律。
这一点它与传统的实验物理和理论物理并无差别，所不同的只是在于使用的工具和方法上。
计算物理早已与实验物理和理论物理形成三足鼎立之势，甚至有人提出它将成为现代物理大厦的“栋梁”。
第二次世界大战之后，由于计算机的突飞猛进，快速发展，大大增强了人们从事科学研究的能力，促进了不同学科之间的交叉渗透，缩短了基础研究到应用开发的过程，加速了把科学技术转化为生产力的进程。
计算物理的方法和技巧也迅速地从核物理向其他学科渗透，从军工系统向民用系统转移，大大丰富了计算科学内容。
从20世纪80年代起，人们常常使用“科学与工程计算”一词，似乎比“计算物理”更名副其实。
进入90年代，需要用计算机来计算或模拟的问题越来越大且越复杂，使用的计算机越来越快。
高性能计算已成为促进现代科技发展一个必不可少的重要手段。
本文是以近50年来在美国发生的事实，论述从计算物理学到高性能计算学的演变过程。
（一）计算物理的形成和发展　　现在人们已经知道美国研制原子弹是从1942年6月17日罗斯福总统批准“制造核武器计划”的报告算起，8月13日正式启动代号为“曼哈顿工程”的计划，直到1945年8月9日将制造出来的三颗原子弹中的最后一颗投在日本长崎为止，历时3年，投入人力15万，耗资20亿美元。
在研制过程中科学家们遇到许多不清楚的问题，都需要通过计算来解决。
当时主要依靠手摇计算机和哈佛大学一台可用的“马克”计算机。
这台每秒只能进行三次加法运算的计算机却在美国的原子弹攻关中立了大功。
例如，原子弹研制中的临界质量、聚合爆轰、中子链式反应、金属压缩性能等物理规律的摸清都是依靠计算机的计算，利用数字近似来研究客观现实的方法，这就创建了一门新的学科——计算物理学。

内容概要

为了适应“ 计算物理一科学与工程计算一高性能计算 ”发展的需要，本书专门为在计算机(尤其是超高速大型计算机)上大规模数值求解抛物型方程各种类型的适定问题而写。
本书将在解决实际问题计算过程中可能涉及到的各类问题尽可能地加以叙述，但主要是围绕典型方程所采用的有限差分方法的格式和技巧展开的。
力求简明扼要，通俗易懂，学了能用。
本书共分10章，包括：抛物型方程定解问题的提出、有限差分方法的基础知识、求稳定性条件的方法、抛物型方程的差分格式、非线性抛物型方程、高于二阶的抛物型方程和抛物型方程组、退化抛物型方程、抛物型方程有限差分的并行计算、数值计算中的若干问题以及数值计算的实际应用之例。
本书可作为从事与抛物型方程相关的广大科技工作者的使用手册和高等院校的大学生和研究生学习“ 偏微分方程数值解 ”课程的参考书以及从事专业研究工作的参考资料。

书籍目录

章节摘录

　　第二章 有限差分方法的基础知识　　2.1 引 言　　能用解析方法求解的抛物型偏微分方程是仅限于少数常系数的线性方程，绝大多数是不能用公式求通解的，必须采用近似方法。
在各种不同的近似方法中，差分方法是最重要的方法之一。
我们对要求的解不是函数的表达式，而只要求在空间、时间平面上某些点上的值。
由于快速电子计算机的出现，这种方法的应用更为容易，且更为广泛，这就助长了有限差分方法的发展。
差分方法是求空间时间平面上某些特定点的值，它是随着所选取的空间网格和时间步长而定的，其主要思想是用函数值的线性组合来代替导数，把微分方程变为函数值的线性代数方程，微分方程的边值问题就变成线性代数方程组的问题。
　　由于椭圆型方程原则地区别于抛物型方程和双曲型方程，差分法对这两类微分方程的应用也有很大的差别。
椭圆型方程的差分问题直接归结为解线性代数方程组，其主要问题是讨论解法（直接法和间接法）的好坏。
而抛物型和双曲型方程（亦统称为发展方程或演化方程）是沿时间t轴“按步地”（或“按层地”）求解差分的问题，当然最终也是归结为求解线性代数方程组的问题。
但它们的基本问题是每个差分方程的收敛性和稳定性，尤其是稳定性问题。
由Lax等价定理告诉我们，对一个适定的线性的初值问题，对相容的差分逼近式来说，稳定性则是差分方程的解收敛于微分方程的解的充分必要条件。
而抛物型差分方程的稳定性又要比双曲型差分方程麻烦得多，所以我们在第三章中专门介绍各种求稳定性条件的方法。
　　用差分法解抛物型方程（对双曲型方程亦是如此）时所产生的困难基本上是两点：一是最简单格式，乍一看来，特别是从实用的观点看来是很诱惑人的，但对稳定因素特别敏感。
为了保证收敛，必须对时间步长加上与空间步长有关的限制条件。
二是从稳定性观点看来是很好的格式，实际应用时却不方便。
所以出现了一系列的研究工作，提出了各种不同的格式。
未必能指出哪个格式是绝对好的，每个格式都各有优缺点，针对不同的问题采用不同的差分格式，这正是我们要不断地研究和发展各种格式的意义所在。
在通常的情况下，是要寻找较弱的条件限制，较高的精确度，较方便的编制程序和较少的机器计算时间的格式。
要注意，不要追求逼近阶太高，以致逻辑复杂得没有必要；又如逻辑太简单而稳定性要求太严，以致机器计算的时间太多。
总之，选取差分格式要全面地具体地考虑。
苏联索伯列夫院士说得好，判别一个数值方法好坏的唯一原则是“每个解的数字值多少卢布”。