

<<离散外微分在计算电磁学中的应用>>

图书基本信息

书名：<<离散外微分在计算电磁学中的应用>>

13位ISBN编号：9787030269980

10位ISBN编号：7030269985

出版时间：2010-4

出版时间：科学出版社

作者：马玉杰，谢正 著

页数：197

版权说明：本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

更多资源请访问：<http://www.tushu007.com>

## &lt;&lt;离散外微分在计算电磁学中的应用&gt;&gt;

## 前言

计算电磁学是数学、物理与计算机技术相结合的产物。随着计算电磁学的发展，很多原本无法处理的复杂电磁场问题得到了很好的解决，所得的数值解也达到了令人满意的求解精度。

但是，随着电磁场领域的不断扩大，越来越多更加棘手的电磁场问题摆在人们面前，从而促使计算电磁学必须向更高的水平发展。

Maxwell方程组的解析解和数值解的求解是计算电磁学的研究重点之一，这一研究主要由国防上对低雷达散射截面的航天飞行器的研发需求所带动。

通常只有一些经典问题才会有解析解，而对于复杂的问题，往往需要通过数值解得到具体环境下的电磁波特征。

因此，数值求解成了唯一可行的解决方法，它所能提供信息的丰富程度是实验方法无法比拟的。

可以说，计算电磁学的发展改变了现代电磁场工程的设计过程。

本书的目的是介绍一种能保持问题本身几何结构的数值方法，以求解Maxwell方程组。

尽管已有一系列的计算技术可用来离散化Maxwell方程组，但是它们所模拟问题的几何结构在计算过程中常常难以保持。

电磁学本身就是一种特殊的几何理论——规范场论，而规范场论与微分几何中的联络论紧密联系。

事实上，微分几何是许多物理和数学理论基本的表述语言。

但是，这些理论中用到的几何常常受到其向量或张量的表达形式的限制，从而隐藏了模型的拓扑和几何意义。

Cartan创立的外微分形式是现代微分几何中被广泛应用的理论之一，可以方便地用来建立各种方法和理论以解决问题。

例如活动标架法和外微分系统，这种基于几何的演算方法在20世纪不断完善和发展，已经成为现代微分几何的基础之一。

相对于经典的张量计算，外微分的计算具有以下两大优点：首先，在张量表示之下很难看到不依赖于坐标的内蕴性质，局部和全局的不变量很难通过这些指标反映出来，而通过外微分技术将容易发现这些不变量；其次，每个微分方程都可以用外微分形式来表示，称为外微分系统。

离散外微分是平行于光滑情形的外微分发展出来的关注于计算的理论，它在欧氏空间的电磁计算中有很多应用。

Bossavit, Hiptmair和Stern等分别引入了对偶复形的概念用以定义离散的Hodge星算子。

他们所提出的方法都属于时域有限差分法，这一方法具有许多非常突出的优点。

但是这些方法都限于欧氏空间中的计算，没有考虑流形的结构。

本书提出的采用离散外微分技术求解流形上的电磁问题尚属首创，针对无整体坐标且具有复杂几何结构的曲面问题尤为有效。

目前主流的数值方法，如有限元、有限差分和有限体积法都无法直接求解流形上的微分方程，主流软件如ANSYS等也无此功能。

## <<离散外微分在计算电磁学中的应用>>

### 内容概要

本书讲述离散外微分方法的基本原理及其在计算电磁学中的应用。

全书共9章。

第1, 2章系统介绍计算电磁学, 并概述计算电磁学的现代电磁场理论, 是全书物理上的准备; 第3-7章讨论离散外微分方法的基本原理, 介绍外微分形式与算子的离散化技术, 用DEC方法建立离散的Maxwell方程组、网格剖分技术、计算程序设计的主要步骤、数值稳定性、吸收边界条件、常用入射波形式, 以及用DEC方法建立时谐场与静电场的基本方程等; 第8章讨论用隐式DEC方法建立离散Maxwell方程组, 并概括介绍大型线性代数方程组的快速解法; 第9章专门讨论并行计算问题, 以适应电磁场计算的最新发展趋势。

书末附有用DEC方法模拟的一些电磁波行为的彩图。

本书可作为高等院校理工类专业研究生教材或和教师的教学参考书, 也可供从事应用数学、应用物理、电磁场工程以及相关领域研究的科技工作者参考。

## &lt;&lt;离散外微分在计算电磁学中的应用&gt;&gt;

## 书籍目录

序言	符号表	第1章 绪论	1.1 计算电磁学	1.1.1 形成	1.1.2 意义	1.1.3 方法	1.2 离散外微分
			1.2.1 外微分形式	1.2.2 离散外微分	1.2.3 保结构算法	1.3 计算电磁学与离散外微分	
			1.3.1 规范场论	1.3.2 格点规范场论	1.3.3 DEC与Maxwell方程组	第2章 Maxwell方程组	2.1 向量形式的Maxwell方程组
				2.1.1 微分形式的Maxwell方程组	2.1.2 积分形式的Maxwell方程组		
			2.1.3 本构关系	2.1.4 广义形式的Maxwell方程组	2.1.5 势函数方程	2.1.6 复数形式	
			的Maxwell方程组	2.2 外微分形式的Maxwell方程组	2.2.1 外微分系统	2.2.2 规范场论	第3章 离散外微分
			3.1 离散微分形式	3.1.1 链复形和离散流形	3.1.2 链与上链	3.2 离散微分形式上的算子	3.2.1 与度量有关的算子
				3.2.2 离散形式的插值	第4章 DEC与离散Maxwell方程组	4.1 离散Maxwell方程组	4.1.1 棱柱网格上的DEC
				4.1.2 离散联络与曲率	4.1.3 作用量	4.1.4 真空中的离散Maxwell方程组	4.1.5 多辛结构
				4.1.6 对比	4.1.7 指数型DEC格式	4.2 数值稳定性	
			4.3 路径积分	4.3.1 Gauss积分	4.3.2 离散R联络上的路径积分	4.3.3 路径积分的收敛性检验	
			4.4 离散Hodge分解	4.5 U(1)系数的离散联络论	4.5.1 规范群R与U(1)的关系	4.5.2 环面上的Gauss积分	4.5.3 环面上的路径积分
			第5章 DEC算法的数据结构与实现	5.1 网格的生成	5.1.1 网格类型	5.1.2 生成网格的专用软件	5.2 DEC数据结构的建立
				5.2.1 单形的表示	5.2.2 边缘算子	5.2.3 DEC算子	5.3 算法的实现
				5.3.1 基本信息	5.3.2 类的说明	5.3.3 分析过程	5.3.4 文件格式及单元信息
				5.3.5 算例	第6章 边界的处理	6.1 Engquist-Majda吸收边界条件	6.2 一阶和二阶近似吸收边界
				6.2.1 一阶近似吸收边界条件	6.2.2 二阶近似吸收边界条件	6.3 Mur吸收边界条件	6.3.1 一维情形
				6.3.2 二维情形	6.3.3 三维情形	第7章 激励源、时谐场与静电场	7.1 时谐场源与脉冲源
				7.2 时谐场与静电场	7.2.1 Laplace方程	7.2.2 Helmholtz方程	7.2.3 Laplace算子的DEC格式及其应用
				7.3 DEC与其他方法的结合	7.3.1 散射传递函数	7.3.2 周期结构的DEC格式	第8章 DEC的隐格式
				8.1 隐式型DEC格式	8.2 隐格式的吸收边界	8.3 线性代数方程组的数值解	8.3.1 方程组解法的数值误差
				8.3.2 共轭梯度法	第9章 DEC与并行计算	9.1 并行计算简介	9.2 DEC的并行算法设计
				参考文献	索引	附录A 辐射和散射近场彩图	附录B 天线辐射近场彩图
						附录C 激励源近场彩图	

## 章节摘录

现在,工程师们已经用FDTD和FVTD来计算数量级为100的未知矢量的大尺度问题。

例如,歼击机对频率超过1GHz的雷达束的截面反射问题。

现阶段,对于那些嵌入在FDTD的计算网格中的和真实尺度一样的喷气式歼击机的模型来说,用来计算飞机窄频带或宽频带对雷达频率达到1GHz以上的散射响应是可行的。

无论过去还是未来,国防领域中低雷达反射面的飞机和导弹的设计都推动着计算电磁学的发展。

在航天设计领域中,多层复合材料和多孔材料的应用有了显著的增长,这些材料在几微米的距离尺寸上的电和磁的性能具有不均匀性和各相异性。

另外,其外形常常很不规则,并包含多种形态的构件,还可能包括多种材料成分及孔、缝、内腔和负载等各种内部结构。

对飞行器的材料和形状进行优化可以降低雷达散射面,而计算电磁学可以在真实模型建立之前在计算机上对飞行器材料和形状进行优化,并提出合理的方案。

2.海洋探索 海洋电磁学是一门研究海洋中电磁场和电磁波的运动形态和规律,以及在海洋探索、海洋通信和海洋开发中应用的学科。

海洋中的各种盐类几乎完全解离,这使海水含有大量离子而成为导体。

1832年, Faraday指出,在地磁场中流动的海水会产生感应电势,但是他并没有证明这一点。

1851年, Wollastjon在横跨英吉利海峡的海底电缆上检测到和海水潮汐周期相同的电位变化,证实了Faraday的猜想,由此开始了对海洋电磁现象的研究。

海洋中主要的天然电磁场是地磁场,而占据地磁场99%以上的主磁场几乎全部起因于地核。

另外,地球大气电离层中发生的各种动力学过程,包括来自太阳的等离子流和地球磁场及电离层的相互作用,不断产生频率范围很宽的电磁波,其中周期为数分钟以上的电磁波,能够穿过海水而达到海底,再穿过海底沉积层,达到上地幔岩石圈甚至更深处。

海水和海底接触处的电化学反应、岩石中的渗透过程及海水在岩石中的扩散作用等物理作用和化学作用,在海洋中也能产生电场,其强度可达 $100 \text{ v/m}$ 在浮游植物和细菌的聚集区,也发现有生物电场。

海水的各种较大尺度的运动,如表面长波、内波、潮汐和海流等,都能感应出相应的电磁场。

研究海水各种尺度运动所产生的感应电磁场,探求测量它们的方法,进而通过电磁测量来了解海水的各种运动,也是海洋电磁学研究的一个重要方面。

海洋中的天然磁场和海水在地磁场中运动时产生的感应电磁场会对水下通信和地质探矿造成干扰,这促使人们对海洋的天然磁场和感应电磁场进行深入的研究。

电磁波在海水中传播时激起的传导电流致使电磁波的能量急剧衰减,频率愈高,衰减愈快。

由Maxwell方程组可知,兆赫兹以上的电磁波在海水中的穿透深度小于25mm,海水对这种电磁波就形成很强的屏蔽层;而频率低于10周/小时的电磁波,在海水中的穿透深度可达5000m。

这样,海洋就可以完全可穿透。

版权说明

本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

更多资源请访问:<http://www.tushu007.com>