

华商学院校内导师制科研项目成果公报石金诚

(2020HSDS16)

课题类别：华商学院校内导师制科研项目

课题名称：多孔介质中的几类流体方程组解的结构稳定性研究

课题批准号：2020HSDS16

资助经费：12 万元

项目负责人：石金诚

论文成果名称：

论文1 多孔介质中的 Brinkman-Forchheimer 模型的解的连续依赖性[J]. 高校应用数学学报 A 辑, 2021, 36(02):227-234. A 类刊物

论文2 一类热弹性板的 Phragmén-Lindelöf 二择一结果[J]. 吉林大学学报(理学版), 2021, 59(04):846-854. A 类刊物

成果简介：

1. 多孔介质中的 Brinkman-Forchheimer 模型的解的连续依赖性

主要观点：

研究了 Brinkman-Forchheimer 方程组解的结构稳定性. 利用微分不等式技术和变量代换方法得到温度和盐浓度的先验界, 然后在此基础上推出解所满足的微分不等式, 最终得到解对 Brinkman 系数的连续依赖性结果, 该结果表明 Brinkman-Forchheimer 方程组的解对 Brinkman 系数具有稳定性.

学术价值：

近年来, 许多学者对偏微分方程解的连续依赖性进行了广泛的研究, 通过这种结构稳定性的研究, 可以帮助我们了解模型在物理中的适用性. 由于在实际的建模过程中, 数据的测量和计算都会不可避免的产生误差, 所以我们需要知道一个微小的误差能否引起解的急剧变化, 因而结构稳定性研究是非常有必要的. 项目中采用的方法和技巧, 为研究其他类方程组的结构稳定提供了一条新的思路.

创新点：

在研究 Brinkman-Forchheimer 方程组解对 Brinkman 系数的连续依赖性时, 由于盐浓度 C 的方程中含有 $\sigma\Delta T$ 项, 导致以往的方法得不到盐浓度 C 的最大值以及一些其他的估计, 我们通过微分不等式技术和引入一个新的变换消除 $\sigma\Delta T$ 项, 最

终解决了这个难题.

2 一类热弹性板的二择一结果

主要观点:

考虑一类含有双调和算子的热弹性板的空间性质, 通过构造一个能量函数, 利用微分不等式技术, 推导出该能量函数可由其自身一阶导数控制的微分不等式, 并给出解的 Phragmén-Lindelöf 二择一结果. 该结果表明解的能量表达式随空间变量要么呈代数式增长要么呈指数式衰减.

学术价值:

1856 年, B.de Saint-Venant 提出并猜想了一个著名的数学和力学原理, 后来的文献称之为 Saint-Venant 原理. Saint-Venant 原理曾是应用数学和力学中最受欢迎的学科之一, 然而所有的 Saint-Venant 原理型研究都需要在无穷远处强加一个先验衰减假设. 因此, 自上世纪 90 年代以来, 对 Saint-Venant 原理的研究主要集中在 Phragmén-Lindelöf 替代原理的研究上. 经典的 Phragmén-Lindelöf 替代原理指出, 在柱面上满足零边界条件的调和函数定会随距柱体有限端的距离呈指数式 (代数式) 增长或衰减. 因此, Phragmén-Lindelöf 替代原理被许多研究结果广泛推广, 几类偏微分方程和系统的空间行为在近一个半世纪的文献中一直是广泛研究的课题. 我们主要是考虑用于描述由弹性膜和弹性板构成演化过程的方程组解的 Phragmén-Lindelöf 二择一性, 项目中采用构造两种不同形式的能量函数的方法和思路其他类方程组解的空间性态的研究提供借鉴.

创新点:

由于研究的是双曲和抛物耦合的方程组解的 Phragmén-Lindelöf 二择一性, 以往采用的方法已不适用, 我们利用散度定理并结合微分不等式技术来构造能量函数的两种不同形式, 利用两种不同形式的能量函数, 得到能量函数满足的一阶微分不等式, 最终得到方程组解的 Phragmén-Lindelöf 二择一性.