

数学与系统科学研究院

计算数学所学术报告

报告人: 汤华中 教授

(北京大学)

报告题目:

相对论流体力学方程组的可容
许状态集与保物理约束的数值方法

邀请人: 洪佳林 研究员

报告时间: 2021 年 7 月 31 日 (周六)

上午 10:00-11:00

报告地点: 数学院南楼

202 教室

摘要:

在天体物理学、宇宙学、和核物理学等中，有许多需要考虑相对论效应的流体力学问题。描述相对论流体力学(RHD)和相对论磁流体力学(RMHD)的方程组一般无法解析求解，数值模拟是研究RHD和RMHD的主要手段。相比于非相对论情形，RHD和RMHD方程组更复杂，原始变量和通量均不能由守恒变量显式地表示，这些使得RHD和RMHD方程组的理论分析及保物理约束(静止质量密度和压力为正，速度小于光速)数值方法的研究变得非常困难。

(1) 对于狭义的RHD，我们建立了可容许状态集的凸性，保数乘，旋转不变性，和LF型分裂性质等重要理论结果；严格证明了局部LF格式在CFL条件下是保物理约束的；构造了高阶的保物理约束通量限制器，并由此发展了高阶保物理约束格式。(2) 对于狭义RMHD，我们发现并证明了可容许状态集的一些重要的等价定义和凸性等理论性质，但LF型分裂性质不再成立。这些分析比RHD的更加繁琐和复杂。我们严格证明了1D RMHD方程组的基于LF通量，保物理约束限制器和保强稳定性时间离散的间断Galerkin方法在一定的CFL型条件下是保物理约束的。对2D RMHD，利用多项式根的性质处理非线性不等式约束，几何中曲面第二基本形式半正定性分析可容许状态集的凸性，构造性的放缩技巧和技术等从理论上揭示了磁场的“离散散度为零条件”与保物理约束性质的紧密联系，构造了一种“非守恒”通量，并严格证明了基于该通量，保物理约束限制器和保强稳定性时间离散的局部散度自由间断Galerkin方法在一定的CFL型条件下是保物理约束的。

欢迎大家参加!