数学学院中俄可计算建模与数据智能研究中心
学术报告

地点：国定路 777 号 上海财经大学 红瓦楼 723 会议室

时间：2026 年 9 月 24 日

报告人	时间	报告题目
应文俊	14:00–14:40	A Cartesian grid method for mixed boundary value problems on irregular domains
郑海标	14:40–15:20	流固耦合模型的并行区域分解算法
杨志国	15:20–16:00	多尺度电磁动力学耦合问题的算法与分析
林怡雯	16:00–16:40	A Stochastic Tamed-Regularized Random Batch Method for Uncertain Particle Systems with Singularities



报告人与报告摘要

应文俊 2005 年美国杜克大学数学系博士毕业，2011 年入选国家海外高层次青年人才计划，2024 年入选中央网信办国家高层次人才计划，现为上海交通大学自然科学研究院及数学科学学院教授，任第八届、第九届中国工业与应用数学学会副秘书长。近期主要致力于面向自由边界问题、移动界面问题和多物理场耦合问题的直角网格方法，CAD、CAE 一体化工业软件与相关通过深度学习求解偏微分与积分方程的高精度快速高效算法。

A Cartesian grid method for mixed boundary value problems on irregular domains

对混合边值问题，应用传统边界积分方法进行求解时，在不同边界条件的交汇处，一般会有积分奇性导致计算精度或效率下降。对可能同时具有 Dirichlet、Neumann 和 Robin 边界条件的混合边值问题，我提出了一种新的，简单而统一的边界积分形式，对应不同的边界条件都有一个定义在整个边界上的边界积分（未知）密度函数，可以避免对不同边界条件交汇处的特殊处理。进一步，为了克服传统边界积分方法对积分核的依赖，以及避免对奇异或几乎奇异积分的计算，避免稠密矩阵向量乘积运算，我们继续采用之前的直角网格方法对相应的边界积分进行快速高效计算。在本报告中，我们将给出空间二维、三维中不规则区域上混合边值问题的数值算例，验证算法的精度与效率。

郑海标 华东师范大学 数学科学学院，研究员，上海张江数学研究院华师大分院执行院长。长期从事复杂流动问题可计算建模与高性能算法研究，在 SIAM 系列、CMAME、JCP 等知名期刊发表高水平学术论文 40 余篇。两次(2015,2023)获得陕西省自然科学奖二等奖（第二完成人）。2025 年受邀在第十二届有限元会议上作大会报告。

流固耦合模型的并行区域分解算法

我们针对一大类流体–多孔弹性耦合（FPSI）问题开展了算法研究，流体采用 ALE 形式下的不可压 Navier–Stokes 方程建模，多孔弹性区域采用 Biot 方程描述。我们在界面上构造 Robin 型条件对原始方程进行重构，提出五个界面函数要满足的相容性条件，证明与原解的等价性。我们设计了一种并行的解耦格式，使用上一步的解来逼近界面上的相容性条件，将原始的耦合问题完全分离成并行求解的流体和固体子问题，每一个时间步上不需要子迭代。线性假设下，我们证明了耦合算法的无条件稳定性且时间步长不依赖于物理参数。真实实验显示算法具有时间一阶收敛，算法在移动区域的二维和三维非线性物理问题模拟实验也表现良好。

杨志国 上海交通大学数学科学学院长聘副教授，博士生导师，国家级青年人才。 主要从事保结构谱方法与谱元方法、电磁-动理学耦合问题的跨尺度数值方法的研究。主持国家自然科学基金委青年、面上项目，科技部重点研发青年科学家项目等多项研究项目。

多尺度电磁动力学耦合问题的算法与分析

本报告针对若干多尺度电磁–动理学耦合模型，提出了一种适合于求解高维大规模问题的半解析渐近保持（ASAP）格式。该格式保持 Casimir 不变量、L^p 范数、质量守恒、非负性以及最大

值原理。我们对该格式在经典极限下的渐近保持性质进行了严格分析，证明其在该极限下收敛到 Vlasov–Poisson 系统的一个相容分裂离散格式，从而建立了该格式关于经典极限参数一致精度的理论分析。

林怡雯 上海交通大学数学科学学院长聘教轨副教授。主要研究正反散射问题、多尺度动理学及其不确定性量化的数学理论与算法。主持国家自然科学基金面上项目、青年项目、上海交通大学“2030 计划”项目；在《SIAM J. Numer. Anal.》、《SIAM J. Sci. Comput.》、《J. Math. Pures Appl.》、《CSIAM Trans. Appl. Math.》等权威期刊发表论文 10 余篇；先后获得中国数学会钟家庆数学奖（2024）、中国科协未来女科学家计划（2025）、上海市东方英才计划青年项目（2025）。

A Stochastic Tamed-Regularized Random Batch Method for Uncertain Particle Systems with Singularities

Particle systems are essential modeling tools with widespread applications in drug design, materials development, and numerous other scientific and engineering fields. Due to incomplete knowledge and other factors, the coefficients of particle systems often exhibit uncertainties in practical applications. For particle systems with uncertainties and singularities in the drift and diffusion terms, existing methods may encounter numerical blow-up. In this work, we propose a novel stochastic tamed-regularized Random Batch (str-RB) computational method for uncertain particle systems with singularities. Specifically, since singularities in the diffusion term are more challenging than those in the drift term, based on the tamed scheme, we propose an exponential regularization strategy that better mitigates the singularities in the diffusion term. The stochastic Galerkin (SG) method is then applied to the random-coefficient system, and a random batch approach is used to reduce the computational complexity of large-scale simulations. Some theoretical properties of the proposed algorithm are also established. Moreover, a series of numerical tests demonstrates that the str-RB algorithm exhibits weak convergence, achieves lower errors than major existing methods across these tests, and avoids numerical instability in a wider range of singular cases. This work establishes a robust and accurate approach for uncertain particle systems with singularities, laying a solid foundation for the development of high-performance numerical solvers in scientific and engineering applications involving stochastic many-body dynamics.