

计算与优化青年学者研讨会

程 序 册

资助单位

西北工业大学数学与统计学院

主办单位

西北工业大学

承办单位

西北工业大学数学与统计学院

西安市科学计算与应用统计重点实验室

西北工业大学-格拉斯哥大学心脏学计算与应用国际联合实验室

会议信息

计算与优化青年学者研讨会由西北工业大学计算数学方向青年教师发起和组织，数学与统计学院主办，西安市科学计算与应用统计重点实验室和西北工业大学-格拉斯哥大学心脏学计算与应用国际联合实验室联合承办，将于 2021 年 10 月 23 日线上举行。本次研讨会将围绕计算数学学科前沿和高效高精度数值方法等问题开展，旨在搭建数学、力学、优化等领域专家学者交流平台，提升本院师生在数学交叉应用研究方面的能力，推动青年教师在科学研究、人才培养、学术交流等方面的长期发展和广泛合作。

学术委员会

聂玉峰、蔡力、王晓东

会议召集人

白建超、陈亚萍、高娅莉、荆菲菲、刘昕、王刚、杨自豪、张伟伟、赵丽静

会议联系人

陈亚萍 (ypchen@nwpu.edu.cn)、荆菲菲 (ffjing@nwpu.edu.cn)

会议模式

腾讯会议（会议号：468 634 502，密码：211023）

一 会议日程

10 月 23 日: 学术活动（腾讯会议号：468 634 502，密码：211023）			
时间	报告人	题目	主持人
09:00–09:10	开幕式（聂玉峰致辞）		荆菲菲
09:10–09:50	田文义	ADMM and its application to the identification of diffusion coefficients in elliptic equations	陈亚萍
09:50–10:30	裴永刚	An adaptive cubic regularisation method for nonlinear equality constrained optimization	
10:30–10:40	茶歇		
10:40–11:20	鲁仲杰	Numerical approximation for the eigenvalue problems in photonic crystals	赵丽静
11:20–12:00	郭士民	Hermite-Galerkin spectral method for nonlinear fractional-in-space differential equations in unbounded domains	
12:00–14:30	午休		
14:30–15:10	刘 娜	三维复杂场景冲击波传输并行自适应方法	王 刚
15:10–15:50	李诗一	时空一致高精度动理学格式	
15:50–16:00	茶歇		
16:00–16:40	赵纪坤	四阶 curl 问题的虚拟元方法	高娅莉
16:40–17:20	李晓丽	Energy stability and error analysis for the Chan-Hilliard-Navier-Stokes models	
17:20–17:30	闭幕式		刘 昕

二 邀请报告简介（按姓氏拼音排序）

报告人 郭士民 (西安交通大学)

报告题目

Hermite-Galerkin spectral method for nonlinear fractional-in-space differential equations in unbounded domains

报告摘要

In this talk, we construct the Hermite-Galerkin spectral schemes for two kinds of nonlinear fractional-in-space differential equations with fractional Laplacian in multidimensional unbounded domains: One is the coupled Gordon-type system, the other is the nonlinear Schrodinger equation. Applying Hermite-Galerkin spectral method in space and finite difference method in time, we establish the linearized fully discrete scheme for the nonlinear problems. Several numerical examples are conducted to show the accuracy, stability, and applications of the schemes.

报告人简介



郭士民, 西安交通大学副教授, 硕士生导师, 于 2013 年 12 月获得西安交通大学理学博士学位; 主要研究方向为非局部/分数阶微分方程的高精度数值算法、谱方法与计算等离子体物理学; 以第一作者在 SISC, JSC, PSST 等期刊上发表 SCI 论文二十余篇, 单篇他引最高次数近 260 次 (Google 学术), 另有 2 篇论文入选“ESI 高被引论文”; 荣获 2019 年度陕西省高等学校科学技术奖一等奖 (第二完成人) 与 2019 年度陕西省自然科学奖二等奖 (第二完成人)。

报告人 李诗一 (北京应用物理与计算数学研究所)

报告题目

时空一致高精度动理学格式

报告摘要

In this talk, a new compact and efficient gas-kinetic scheme with fifth-order of accuracy in both space and time for Euler equations will be introduced. The construction includes the flux and interface values evaluations, i.e., the efficient high-order gas-kinetic scheme (EHGKS), and the newly-developed compact reconstruction technique, the simple hermite WENO (SHWENO). EHGKS provides an alternative way to update the cell-averaged first-order derivatives and avoid solving the additional equations for the first-order derivatives in the original hermite WENO. We also combine hermite WENO with simple WENO techniques to develop a new WENO technique SHWENO, which can directly reconstruct the fifth-order polynomial to obtain the high-order derivatives for the flux interface values evaluations simpler than the original hermite WENO technique. Numerous numerical tests are carried out, and the numerical results demonstrate that the proposed scheme is robust and can be of fifth order of accuracy in both space and time.

报告人简介



李诗一，北京应用物理与计算数学研究所助理研究员，2012 年本科毕业于清华大学，2018 年获清华大学流体力学博士学位。研究方向包括高精度算法、稀薄流动等。在 J. Comput. Phys., J. Sci. Comput. 等国际知名期刊发表论文多篇。主持国家自然科学基金青年基金，中国博士后基金。

报告人 李晓丽 (山东大学)

报告题目

Energy stability and error analysis for the Chan-Hilliard-Navier-Stokes models

报告摘要

In this talk, we shall first present a numerical scheme based on the scalar auxiliary variable (SAV) approach in time and the MAC discretization in space for the Cahn-Hilliard-Navier-Stokes phase field model, and carry out stability and error analysis. We also establish second-order error estimates both in time and space for phase field variable, chemical potential, velocity and pressure in different discrete norms. Next we will discuss how to construct first- and second-order time discretization schemes for the Cahn-Hilliard-Navier-Stokes system based on the MSAV approach for gradient systems and (rotational) pressure-correction for Navier-Stokes equations. These schemes are linear, fully decoupled, unconditionally energy stable, and only require solving a sequence of elliptic equations with constant coefficients at each time step. We carry out a rigorous error analysis for the first-order scheme, establishing optimal convergence rate for all relevant functions in different norms. We also provide numerical experiments to verify our theoretical results.

报告人简介



李晓丽, 山东大学研究员, 主要研究领域为偏微分方程数值解与计算流体力学。在 SIAM J. Numer. Anal., Math. Comput., SIAM J. Sci. Comput., J. Fluid Mech., Comput. Methods Appl. Mech. Engrg. 等计算数学高水平期刊上发表学术论文 40 余篇。获得中国工业与应用数学学会第 16 届年会优秀学生论文奖, 山东省优秀博士学位论文, 山东省研究生优秀科技成果二等奖等。2019 年入选“博士后创新人才支持计划”, 获国家自然科学基金青年基金以及第 65 批中国博士后科学基金一等资助。

报告人 刘娜 (北京应用物理与计算数学研究所)

报告题目

三维复杂场景冲击波传输并行自适应方法

报告摘要

爆炸冲击波问题模拟在国防和民用安全领域具有重要的工程应用价值。爆炸冲击波在复杂场景中传输是典型的三维问题，涉及复杂几何结构耦合、强间断处理等问题，具有模型复杂，多尺度等特点。本文针对大尺度场景冲击波和复杂结构目标尺度特征准确性描述难的问题，提出了一种适用于三维复杂场景冲击波传输问题的并行自适应算法。通过各层网格与 CAD 模型交互，逐层提升几何结构刻画精度。同时，对于包含数千几何体的极端模型，通过实体子集及瓦片加密技术，避免了自适应加密过程中复杂的几何运算，提升了自适应加密算法的计算效率，由不能计算提升到可计算。通过与典型算例的对比，验证了方法的正确性和有效性，并给出若干应用算例展示数千几何体的极端模型下的应用效果。该研究对于不同高度下的毁伤模拟具有重要的理论指导意义。

报告人简介



刘娜，2013 年在北京大学获理学博士学位，曾任中物院高性能数值模拟软件中心流体力学团队负责人，现任中物院高性能数值模拟软件中心数值团队负责人，北京计算数学学会理事会副秘书长。主要从事高精度、多介质问题等算法研究以及高性能流体力学数值模拟软件研制工作。承担国家自然科学基金青年和面上项目，挑战计划项目，科技部项目、军委科技委项目，国防重点实验室基金等多个项目。发表论文 7 篇，获专利 1 项、软件著作权 1 项。曾获九所”先进青年”、软件中心“优秀员工”等荣誉称号。

报告人 鲁仲杰 (中国科学技术大学)

报告题目

Numerical approximation for the eigenvalue problems in photonic crystals

报告摘要

In this talk, we discuss the approximation and computation for the linear and non-linear eigenvalue problems in photonic crystals. We discretize the shifted Maxwell operator with edge finite elements and construct a penalty term using Lagrange element space. Using the properties of the finite element spaces on discrete de Rham complex, we prove that this penalty term can complement the kernel of the discrete Maxwell operator. Then the discrete Maxwell eigenproblem with the penalty term can be computed almost in the same way as Laplace eigenproblem. We prove that the nonzero eigenpairs of the original discrete Maxwell eigenproblem are free from the influence of the penalty term can be picked up by simple recomputation. We extend the classical spectral approximation theory for compact and bounded operators to general linear operators, and then apply it to polynomial eigenvalue problems (PEP). We also study the essential spectrum in PEPs, and prove that this spectrum is stable under relatively compact perturbations. Based on this analysis, we give some suggestions to make algorithms for solving PEPs more efficient.

报告人简介

鲁仲杰, 中国科学技术大学博士后, 2011 年本科毕业于长安大学理学院, 2017 年博士毕业于中国科学技术大学数学科学学院, 期间曾赴荷兰 Twente 大学应用数学系、德国 Würzburg 大学数学研究所访问学习。2017 年-2019 年于意大利 Pavia 大学数学系从事博士后研究。主要研究方向为有限元方法与特征值问题的理论与应用, 主持国家自然科学基金青年项目一项。

报告人 裴永刚 (河南师范大学)

报告题目

An adaptive cubic regularisation method for nonlinear equality constrained optimization

报告摘要

The Adaptive Regularisation algorithm using Cubics (ARC) is initially proposed for unconstrained optimization. In this paper, we extend ARC to solve nonlinear equality constrained optimization. In each iteration of our method, the trial step is decomposed into the sum of normal step and tan-gential step. Then a new ARC subproblem for nonlinear equality constrained optimization is constructed based on reduced-Hessian approach. Once the trial step is obtained, the ratio of the actual reduction to the predicted reduction is used to determine whether the trial point is accepted. Finally, the global convergence of the algorithm is investigated under some mild assumptions. Preliminary numerical experiments are present to show the performance of the proposed algorithms.

报告人简介



裴永刚, 博士, 河南师范大学副教授、研究生导师, 河南省运筹学会副秘书长。主要从事非线性约束优化计算方法的理论与应用研究, 在 Journal of Computational and Applied Mathematics、Applied Mathematics and Computation、Numerical Algorithms 等期刊上发表学术论文 20 余篇。曾参与国家自然科学基金项目 5 项, 主持河南省重点科技攻关项目 1 项、河南省高等学校重点研究项目 1 项; 获省自然科学优秀学术论文一等奖和三等奖各 1 项。

报告人 田文义 (天津大学应用数学中心)

报告题目

ADMM and its application to the identification of diffusion coefficients in elliptic equations

报告摘要

We first present an ADMM with a worst-case $O(1/n^2)$ convergence rate by applying a rule proposed by Chambolle and Pock to iteratively update the penalty parameter. Without strong convexity requirement on the objective function, our assumptions on the model are mild and can be satisfied by some representative applications. Then we consider applying the ADMM to the TV-regularized model for identifying the discontinuous diffusion coefficient in an elliptic equation with observation data of the gradient of the solution. The favorable nonsmoothness and convexity properties of the model can be entirely kept. The ADMM subproblems can be well solved by the active-set Newton method along with the Schur complement reduction and the CNN, respectively. The resulting ADMM-Newton-CNN approach is demonstrated to be easily implementable and very efficient even for higher-dimensional spaces with fine mesh discretization.

报告人简介



田文义, 2009 年和 2012 年于兰州大学分别获理学学士和硕士学位, 2015 年获香港浸会大学博士学位。2015 年 12 月至今任天津大学应用数学中心讲师、副教授。主要研究方向为偏微分方程反问题与优化控制问题中的数值与优化方法等, 研究成果发表在《Math. Comp.》《Multiscale Model. Simul.》《Inverse Problems》《J. Sci. Comput.》等期刊上。主持国家自然科学基金青年项目和面上项目各一项。

报告人 赵纪坤 (郑州大学)

报告题目

四阶 curl 问题的虚拟元方法

报告摘要

我们基于 de Rham 复形的思想, 构造出了三组 $H(\text{curl}^2)$ -协调的虚拟单元, 其中二维情况下最简单的单元仅在网格顶点处和边上各有一个自由度。我们所构造的单元与 H^1 -协调虚拟单元构成正合的离散型复形。我们将最简单的一组单元用于离散四阶 curl 问题, 严格证明了单元的插值误差估计、离散双线性型的稳定性、离散格式的椭圆性和 inf-sup 条件, 然后得到了离散格式的最优收敛性。我们也展示了一些数值算例, 验证了理论结果。

报告人简介



赵纪坤, 郑州大学副教授。2016 年获郑州大学数学与统计学院博士学位, 并留校工作至今。主要研究领域包括有限元方法, 稳定化方法, 后验误差估计, 虚拟元方法等。近年来, 在虚拟元方法的理论研究方面取得了一些重要的成果, 如 H^2 非协调虚拟单元、无散度非协调 Stokes 单元、 $H(\text{curl}^2)$ 协调单元等虚拟单元的构造。主持国家自然科学基金一青年基金一项, 并以第一作者或通讯作者在国际 SCI 期刊发表学术论文 10 余篇, 其中包括 SIAM Journal on Numerical Analysis, Mathematical Models & Methods in Applied Sciences, Journal of Computational Physics, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, IMA Journal of Numerical Analysis 等期刊。

三 西北工业大学数学与统计学院简介

学院概况：学院聚焦数学、统计学及其应用中的前沿科学问题，开展高水平科学研究与高层次的人才培养。其前身是 1957 年创建的数学力学系，1987 年调整为应用数学系，2003 年与应用物理系、化学工程系合并成立理学院，2019 年正式成立数学与统计学院。现有数学与应用数学、信息与计算科学、统计学 3 个本科专业，6 个二级学科硕士点，数学一级学科博士点和数学博士后流动站。拥有 2 个省部级重点实验室，2 个国际联合研究中心，2 个国际联合实验室。师资力量：学院不断加大人才引进和培育的力度，形成了以院士、杰青、长江学者、讲座教授为学术带头人、优秀青年教师为骨干的师资队伍。现有教职工 106 人，其中教授 26 人，副教授 54 人，外籍教师 1 人。博士生导师 23 人，硕士生导师 47 人。师资队伍中包括双聘院士 2 人、教育部长江学者 4 人、国家杰出青年基金获得者 3 人、教育部新世纪优秀人才 3 人、陕西省教学名师、陕西省特支计划领军人才、陕西省杰出青年基金获得者等省部级人才 8 人、洪堡基金获得者 2 人。师资队伍中 91 师毕业于清华大学、复旦大学、中国科技大学等国内顶尖高校，以及德国基尔大学、巴黎第十一大学等国外著名高校。

学科特色：学院经过近 60 年的发展与积淀，坚持“重基础、强应用”和服务国防战略需求的发展思路，将当前国际数学主流方向和国防重大应用相结合，构建了整体科研实力雄厚、国防特色鲜明、教学科研梯队完整的学科体系，形成了“科学问题导向，应用问题驱动”的学科特色。近年来，承担国家重点研发计划项目 1 项、国防重点基础研究发展计划项目子课题、国家自然科学基金重大项目和重点基金子项目 4 项、国家和省部级科研项目 100 余项。国家自然科学基金项目年均 15 项，科研经费总数达 3000 余万元。先后获国防科学技术进步奖 1 项、教育部自然科学奖二等奖 1 项；陕西省科学技术一等奖 2 项、二等奖 3 项，省部级奖项 6 项。在 J. Math. Pure. Appl., Adv. Math., Indiana U. Math. J., Nonlinear Dynamics, Chaos, J. Func. Anal. 等数学和应用数学国际著名期刊发表 SCI 学术论文 600 余篇，其中二区以上 100 余篇。

人才培养：学院以培养扎实数学功底和鲜明国防特色的创新型数学拔尖人才培养为目标，确立了与国防领域优势工科交叉共融的“共享、交叉、实践”的人才培养模式，坚持全面推进素质教育和正确的价值观塑造。2020 开设数学类“强基计划”基础科学班，选拔培养有志于服务国家重大战略需求，有志向、有兴趣、有天赋的基础学科拔尖学生。近年来，获国家级教学成果一等奖 1 项、省级教学成果奖 6 项；获建国家精品课程 1 门、省级精品课程 4 门，省级优秀教学团队 3 个；获陕西省优秀博士学位论文

11 篇。依托数学实验中心和数学建模基地，鼓励学生积极参加创新实践竞赛、以及相关国家级科研项目及学术交流活动。近三年来，学生获批教育部大学生创新创业训练项目 31 项，在全国大学生数学竞赛中获奖 70 余人次，大学生数学建模竞赛中获奖 160 余人次。目前，已为国家培养各类高级专业人才 4000 余名，包括院士 2 人、国家杰出青年、长江学者、省部级领导多名，毕业生深受用人单位欢迎。

国际合作：学院现有心脏学计算与应用国际联合实验室、西安-布达佩斯组合数学联合研究中心、复杂性与统计科学国际联合实验室和网络优化与经济决策联合研究中心 4 个国际交流合作平台。与英国格拉斯哥大学、英国赫瑞-瓦特大学、荷兰特温特大学、法国贡比涅技术大学、法国雷恩大学、以及（外）蒙古科技大学签订培养和双边合作协议，每年多名学生在国家留学基金委和学校的资助下公派留学、访学、开展创新实验项目。同时，与美国、英国、德国、法国、比利时、以及澳大利亚、意大利等国的国际知名高校建立了长期有效的科研交流和研究生联合培养合作关系。