

第四届湖北省孤立子学术研讨会（线上），2022年12月3日-12月4日，武汉市



中国地质大学
CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES
1952-2022
七十周年校庆

2022年 第四届湖北省孤立子学术研讨会

会议手册



2022年11月26日

中国地质大学(武汉)数学与物理学院

湖北 武汉

第四届湖北省孤立子学术研讨会（线上）日程

2022年12月3日 会议地点：【线下】中国地质大学（武汉）教学综合楼A1104学术报告厅 【线上】腾讯会议 ID: 929-1591-0562 会议密码：无		
开幕式		
主持人	张光勇 教授 (中国地质大学(武汉))	
08:00-08:20	中国地质大学(武汉)教学与物理学院领导致辞	
	湖北省孤立子学术研讨会 会长 周勤教授致会议开幕辞 (武汉纺织大学)	
主持人:	曾健华 教授	
08:20-09:20	董亮伟 教授 (陕西科技大学)	波导阵列中涡旋孤子传播特性研究
09:20-10:20	刘文军 (北京邮电大学)	机器学习在非线性和可积系统识别问题上的应用
10:20-10:40	间歇、合影	
主持人:	董亮伟 教授	
10:40-11:40	张晓斐 教授 (中科院授时中心)	非局域非线性薛定谔方程中的拓扑量子态
11:40-12:40	曾健华 (中国科学院西安光学精密机械研究所)	囚禁于光晶格中的三维物质波带隙孤子和涡旋
12:40-14:00	午餐 午休	
主持人:	张晓斐 教授	
14:00-15:00	郭睿 教授 (太原理工大学)	周期背景下耦合LPD方程非线性局域波碰撞机制
15:00-16:00	徐四六 教授 (湖北科技学院)	<i>Modulation of optical solitons in cold atomic EIT systems</i>
16:00-16:20	间歇	
主持人:	周勤 教授	

第四届湖北省孤立子学术研讨会（线上），2022年12月3日-12月4日，武汉市

16:20-17:20	周勤 教授 (武汉纺织大学)	高非线性光纤中的精确孤子及其动力学
17:20-18:20	刘冲 教授 (西北大学 物理学院)	<i>Dynamics of vector Kuznetsov-Ma solitons: Existence diagram, and non-degenerate solution</i>
<p>2022年12月4日</p> <p>会议地点: 【线下】中国地质大学(武汉)教学综合楼A1104学术报告厅 【线上】腾讯会议 ID: 929-1591-0562 会议密码: 无</p>		
主持人:	徐四六 教授	
08:00-09:00	曾亮伟 教授 (广州航海学院)	周期结构非线性介质中的空间光孤子
09:00-10:00	朱兴 教授 (广东技术师范大学)	非PT对称复数势中竞争三次-五次非线性效应的空间光孤子
10:00-10:20	间 歇	
主持人:	张光勇 教授	
10:20-11:20	戴朝卿 教授 (浙江农林大学)	改进的物理信息神经网络方法预测光孤子动力学
11:20-12:20	何俊荣 教授 (湖北科技学院)	双芯波导放大器中时空光孤子的传输性质
12:20-12:30	周勤教授致会议闭幕辞 休会	
<p>2022年12月4日</p> <p>会议地点: 【线下】中国地质大学(武汉)教学综合楼A1104学术报告厅 【线上】腾讯会议 ID: 929-1591-0562 会议密码: 无</p>		
主持人	卢成 教授 (中国地质大学(武汉))	
14:20-16:20	中国地质大学(武汉)物理学科建设研讨交流会 参会专家	

报告题目与摘要

波导阵列中涡旋孤子传播特性研究

董亮伟 教授

（陕西科技大学）

摘要：光场传播受到横向折射率调制的强烈影响，这是操控多种线性、非线性光场最有效的途径之一。本报告着重阐述一类较为特殊的角向周期性折射率调制—光波导阵列中涡旋孤子的传播动力学行为。包括：

1. 竞争线性—非线性波导阵列中涡旋孤子特性研究，发现竞争的非线性将导致高拓扑指数涡旋孤子稳定性优于低拓扑指数涡旋孤子；
2. 部分 PT 对称波导阵列中分数阶涡旋孤子，发现相反拓扑指数涡旋孤子在部分 PT 对称分数阶系统中性质不同；
3. 扭曲波导阵列中涡旋孤子，发现波导扭曲可打破时间（空间）反演对称性，允许非扭曲系统中被禁止的涡旋孤子存在，同时扭曲也导致相反拓扑指数涡旋孤子演化特性完全不同。

机器学习在非线性可积系统识别问题上的应用

刘文军

（北京邮电大学）

摘要：非线性系统识别作为从数据中发掘新的数学规律，获得物理模型，进而指导现实工作的常用手段，已经活跃于水坝泄洪，光纤通信，石油开采，航空航天等多个学科领域之中。随着计算资源和存储能力迅速提高，机器学习成为新兴学科异军突起，为传统学科注入了新的活力，学者们将传统的系统辨识手段与机器学习结合构造了多种优秀模型，其中一个突出的模型是与深度学习结合的物理信息神经网络(PINN)。与其他模型相比，将物理信息引入神经网络迭代过程的PINN具有极强的特征提取能力与强大的迁移兼容能力，但是PINN依然存在着难以解决的问题，其中的关键是PINN作为一个数据驱动模型必须接收到一定的数据量才能使其具备一定拟合能力，然而由于客观现实的制约，在实际实验中获取数据十分困难，因此如何化解模型预测误差与网络训练的真实数据数量之间的矛盾成为问题的关键。

我们通过引入参数化的方程结构，研究了一个利用可变损失函数构造的预训练框架来尽可能的减弱PINN对真实数据集的依赖性，并且可以进一步降低模型的预测误差。实验表明，利用新框架进行预训练过的PINN进行的参数辨识任务精度提高了一个数量级，而使用的真实数据数量仅仅是原始PINN方法的1/5-1/8。同时我们的改进具有很强的普适性，新的预训练框架可以嵌入到任意改进的PINN类网络从而获得更强大的参数辨识能力，并且不需要任何的额外训练，大幅度提高了实验效率。这种改进有利于扩大PINN的实际使用范围，如光纤脉冲中的色散管理等。

非局域非线性薛定谔方程中的拓扑量子态

张晓斐 教授

（中科院授时中心）

摘要：里德堡缀饰和自旋轨道耦合的实验实现极大地拓宽了冷原子作为量子模拟平台的研究视野。我们考虑具有非局域里德堡相互作用的超冷原子气体，此时，描述该系统的 GP 方程为非局域非线性薛定谔方程。在不同外势下，我们探索了非局域里德堡相互作用和自旋轨道耦合强度对该系统基态的影响。研究发现，在非局域里德堡相互作用下，系统的全局对称性破，从而形成规则的周期性结构；当存在自旋轨道耦合相互作用时，系统的基态在此周期性结构的基础上，将呈现出丰富的内部结构。

囚禁于光晶格中的三维物质波带隙孤子和涡旋

曾健华

（中国科学院西安光学精密机械研究所）

摘要：非线性光学和超冷原子系统中产生稳定的三维局域波是极具挑战性的科学难题，因为在自聚焦情况下所有三维局域波都会发生超临界塌缩。通常的解决办法是引入线性势或竞争非线性作用势（或两者兼具）。我们在三维宇称-时间对称光晶格中以及三维耦合线性-非线性晶格系统中，从理论和数值上系统地研究了三维物质波带隙孤子和涡旋的形成、结构、动力学和稳定性情况，揭示了高维度空间下三维局域带隙模丰富的非线性机理，为克服三维物质波的超临界塌缩开辟了新途径。研究结果分别发表在两篇高起点新刊【*iScience* **25**, 104026 (2022)】和【*Advanced Photonics Research* **3**, 2100288 (2022)】上。

周期背景下耦合 LPD 方程非线性局域波碰撞机制

郭睿 教授

（太原理工大学）

摘要：基于耦合 LPD 方程，主要介绍周期背景下三类非线性局域波生成及碰撞机制：周期背景下的呼吸子，周期背景下呼吸子、孤子与怪波共存机制即半有理解，周期背景下的怪波即有理解。

报告主要从数学角度分析以上三类非线性局域波的生成以及在不同参数影响下的碰撞机制。

Modulation of optical solitons in cold atomic EIT systems

徐四六

（湖北科技学院）

Abstract: Electromagnetically induced transparency(EIT) have been widely studied in manipulating light fields. For quantum optical systems, we investigate squeezing of two-component quantum optical solitons slowly moving in a tripod-type atomic system with double EIT. The evolution of the double probe-field envelopes is governed by a vector quantum nonlinear Schrödinger equation, derived from the coupled Heisenberg-Langevin and Maxwell equations. We find that the quantum squeezing of the vector soliton pairs is generated by the giant Kerr nonlinearity, which is provided by EIT, and the outcome of the squeezing can be optimized by the selection of propagation distance and angle. We firstly address the properties of fully three-dimensional light bullets in cold Rydberg gases with moiré optical lattices. A family of light bullets, including zero-vortex and vortex gap solitons is found. Our study provides a new route for manipulating three-dimensional nonlinear optical processes via controlled optical nonlinearities and moiré optical lattices in cold Rydberg gases.

高非线性光纤中的精确孤子及其动力学

周勤 教授

（武汉纺织大学）

摘要：光纤孤子是一种自捕获的局域波包，是光纤波导折射率的波长相关（色散）和强度相关（非线性自相位调制）之间的平衡，反映的是色散和非线性引起的负啁啾和正啁啾的平衡。本报告将阐述本团队在暗孤子束缚态、非线性啁啾孤子、高阶孤子及其退化行为等方面的最新进展，最后介绍时空调制外场和原子增益/损耗下旋量玻色-爱因斯坦凝聚中非自治物质波孤子的激发。

Dynamics of vector Kuznetsov-Ma solitons: Existence diagram, and non-degenerate solution

刘冲 教授

（西北大学 物理学院）

Abstract: We present the dynamics of vector Kuznetsov-Ma solitons (KMSs) of the Manakov systems in both focusing and defocusing regime. Our results reveal the links between vector KMSs and the known solitons such as vector beating solitons and non-degenerate solitons.

周期结构非线性介质中的空间光孤子

曾亮伟 教授

（广州航海学院）

摘要：周期结构的非线性介质中可以形成多种有趣的空間光孤子，例如帶隙光孤子结构等。本次报告将介绍多种周期结构中的空間光孤子，包括常规衍射和近期受到众多学者关注的分数衍射效应下的孤子结构。此外，本次报告将介绍不同类型的周期非线性介质，包括同时考虑线性与非线性效应的情形以及仅存在非线性效应时的情形，详细说明这两种情形的异同。

非PT对称复数势中竞争三次-五次非线性效应的空间光孤子

朱兴 教授

（广东技术师范大学）

摘要：一维非PT对称复数势可以支持竞争三次-五次非线性介质中的连续孤子族。我们固定三次的散焦非线性系数，改变五次非线性系数。研究发现五次非线性系数会对孤子的存在和稳定区域产生重要影响。在高于非PT对称复数势的相变点时，单峰孤子在中等功率范围稳定存在，而双峰孤子全部不稳定。此外，五次非线性效应的存在会产生独特性质的孤子线性-稳定谱。

改进的物理信息神经网络方法预测光孤子动力学

戴朝卿 教授
(浙江农林大学)

摘要：机器学习一经出现就成为人工智能领域的研究热点。最近，基于物理信息神经网络方法（PINN）已用于微分方程的求解过程。本报告首先介绍 PINN 方法用于求解非线性演化方程的一般方法；接着，以标准非线性薛定谔方程和饱和非线性薛定谔方程为例介绍改进的 PINN 方法预测光孤子的形成及动力学，包括单孤子、双孤子、孤子分子、怪波、1-6 极孤子动力学行为；最后，对 PINN 方法研究非线性演化方程进行一定的展望。

双芯波导放大器中时空光孤子的传输性质

何俊荣 教授

（湖北科技学院）

摘要：研究了非均匀双芯波导放大器中时空光孤子在不同调制系数和外源作用下的传输性质。我们发现，在高斯、周期和贝塞尔调制情形下能得到W型和钟形结构的时空光孤子，并且可以通过调节非均匀系数和外源来进行操控。同时，还讨论了时空光孤子在双芯色散衰减介质中的传播性质。结果表明，通过调节啁啾参数可以达到压缩和展宽时空光孤子的目的，并且发现在高斯分布的色散衰减介质中，时空光孤子的压缩程度较好。这些结论对双芯波导放大器中脉冲压缩和超短脉冲的产生有一定的参考价值。最后，稳定性分析结果表明时空光孤子对微小扰动并不敏感。