

500 篇孤子摘要总结

Leichao Xu and Tie Zhang

September 9, 2020

Abstract

从 web of knowledge 中搜索关键词 soliton, 导出排名 500 的文献及摘要, 通过阅读部分文献, 了解当前孤子研究的主流方向, 例如: 特殊材料中孤子的产生以及其稳定性研究, 光纤中孤子解的研究, 利用孤子来产生逻辑门的研究, 以及求孤子解的问题等, 另外有一些前沿性的研究, 如超光速孤子的概念, 量子图概念。此外, 还有一些研究宏观世界下孤子的问题, 例如高速运行的火车头部的孤子解, 海洋中鱼群相关的孤子理论以及黑洞孤子概念等。

1 Indroduction

孤子最开始来源于水波波峰长时间保持形状传播, 之后产生了非线性的研究, 即孤子解属于非线性系统的解。对于微观系统, 如玻色爱因斯坦系统 (BEC), 非线性周期系统, 会产生孤子解, 同时相同带隙中的孤子解与对应非线性布洛赫波有对应关系 [1]。而对于宏观系统, 孤子解依然可以解释一些自然现象, 例如对黑洞中孤子的研究 [2], 海洋相关的孤子研究 [3,4], 海洋中鱼群与孤子的关系 [5], 高速运行的火车头部的空气研究 [5]。无论在微观领域还是宏观领域, 孤子的研究与应用非常广泛, 本篇综述将从孤子的研究现状, 研究应用, 以及当前孤子研究的新方向与新领域做大致的阐述, 一方面作为文献摘要阅读的总结, 也为孤子研究的方向确定做总结, 该综述的严谨性会比较差, 有错误的地方或者有争议的地方, 望指出或一起讨论。

2 孤子研究现状

孤子研究大致可以分为两个方向, 第一是理论与数值模拟, 第二是实验研究。数值模拟围绕求解非线性薛定谔方程来得到孤子解, 然后对孤子的稳定性展开叙述。对孤子的求解不仅限于亮孤子, 而且还有暗孤子 [6,7], 暗孤子只孤子解为凹陷型, 孤子的形状也是一个研究方向, 主要研究孤子解的曲线弧度 [8]。对于孤子的求解, 本质上是求解非线性薛定谔方程 [9], 有人也致力于求解精确的解析解 [10,11], 这类问题偏向于数学方向, 对于物理研究, 数值解应该是首选, 毕竟物理是要解释现象。得到孤子解后就需要讨论孤子解的稳定性, 不稳定孤子在实验中难以观测, 在一定时间内可以保持固定形状的孤子被称为稳定孤子, 而不稳定的孤子也有其特性, 例如有研究孤子超光速但是具有不稳定性 [12], 孤子的稳定性研究同样有数值模拟微扰法 [13]。数值方法有分步傅里叶方法 [14], 通过该方法可以直观的看到孤子随时间的演化。
todo 实验研究

References

- [1] Y. P. Zhang and B. Wu. Composition relation between gap solitons and bloch waves in nonlinear periodic systems. *Physical review letters*, 102(9), 2009.
- [2] Irina Dymnikova. Regular black holes and self-gravitating solitons with de interiors. *International Journal of Modern Physics A*, 35:2040053, 2020.
- [3] Y A Stepanyants. Nonlinear waves in a rotating ocean (the ostrovsky equation and its generalizations and applications). *Izvestiya Atmospheric and Oceanic Physics*, 56(1):16–32, 2020.
- [4] Xi Zhao, Zhiyuan Ren, and Hua Liu. The evolution of undular bore in coastal zone: Effect of bottom slope, friction and special topography. *Journal of Earthquake and Tsunami*, 13:1941005, 2019.
- [5] Irina Dymnikova. [doi:10.31857/S2686739720060031](https://doi.org/10.31857/S2686739720060031), 2020.
- [6] V. Kumar, B. Suthar, and A.K. Nagar. Stability of intersite dark solitons in a parametrically driven discrete nonlinear schrödinger equation. *Nanosystems: Physics, Chemistry, Mathematics*, 10:391–397, 08 2019.
- [7] Hiroki Ohya, Shohei Watabe, and Tetsuro Nikuni. Decay of phase-imprinted dark soliton in bose-einstein condensate at non-zero temperature. *Journal of Low Temperature Physics*, 2017.
- [8] Zhanbala Umbetova, Kuralay Yesmakhanova, and Tolkynay Myrzakul. Soliton surfaces associated with the (1+1)-dimensional yajima-oikawa equation. *Journal of Physics: Conference Series*, 1391:012034, nov 2019.
- [9] 俄罗斯. [doi:10.4213/tmf9734](https://doi.org/10.4213/tmf9734), 2020.
- [10] Mahima Poonia and K. Singh. Exact traveling wave solutions of diffusive predator prey system using the first integral method. In *ADVANCEMENTS IN MATHEMATICS AND ITS EMERGING AREAS*, 2020.
- [11] Preeti Devi and Karanjeet Singh. Exact traveling wave solutions of the (2+1)-dimensional boiti-leon-pempinelli system using (g g²) expansion method. volume 2214, page 020030, 03 2020.
- [12] Ildar Gabitov Katherine A. Newhall, Gregor Kovačič. Polarization dynamics in a resonant optical medium with initial coherence between degenerate states, 2020.
- [13] Dmitry Pelinovsky and P Kevrekidis. Stability of discrete dark solitons in nonlinear schrödinger lattices. *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*, 41:185206, 04 2008.

- [14] V. Kumar, B. Suthar, and A.K. Nagar. A theoretical study of the propagation of light soliton produced by semiconductor quantum dots through optical fibers. *Nanosystems: Physics, Chemistry, Mathematics*, 10:273–281, 06 2019.

1

¹[3] 为俄文文献，字符集不支持显示，所以给出了 doi 号码