**附件：**

**非线性可积系统的高阶怪波及其动力学研究**

**（一）项目基本情况**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目名称 | 非线性可积系统的高阶怪波及其动力学研究 |
| 主要完成人及所在单位 | 母贵(昆明学院),秦振云(复旦大学),戴正德(云南大学),武凤霞(曲靖师范学院) |
| 提名者 | 昆明学院 |
| 提名等级 | 云南省自然科学奖二等奖 |

**（二）项目简介**

 怪波是一种新非线性现象，最初描述海洋上大振幅水波现象，对海洋航行的各类船只、海上油井等导致致命性破坏，造成不可估量的损失。怪波具有持续时间短、来无影去无踪、最高振幅达到背景振幅的2倍以上等基本特征。1995年新年，科学家首次在北海直接探测到 “怪波”现象。因海洋环境的复杂性、不可控性等，对怪波研究是非常困难而又危险的，科学家提出借助研究非线性可积系统模型描述这种怪波现象。现已发现，这种现象存在于海洋上、非线性光学、冷原子、大气环境、金融投资等一系列复杂系统中。

非线性可积系统显式高阶怪波解的研究是一项国际重要前沿工作，它揭示了怪波“来无影去无踪”、“破坏力极强”等动力学特征，吸引了国内外众多数学物理专家的关注。非线性可积系统的种类繁多，很难用统一的方法构造其怪波解。而且随着怪波解的阶数增加，想要获得显式高阶怪波解则越发困难。十余年以来，项目组在多项国家自然科学基金项目、云南省科技厅项目等支持下，围绕“非线性可积系统的高阶怪波解”这一国际前沿课题，开展了创新性的研究工作，获得了一系列有影响力的研究成果，重要科学发现点如下：

1. 对中国科学院郭柏灵院士团队提出的广义达布变换首次给出严格的理论证明，并在此基础上创新性地提出了变量分离法，该方法在求解非线性可积系统 Lax 对方面有其独特的优势，为构造可积系统的显式高阶怪波解提供了一种更便捷的方法，国内外多个团队应用该方法构造了许多非线性可积系统的高阶怪波解。项目组使用该方法得到了非线性Schrӧdinger方程、Hirota方程、Sasa-Satsuma方程等Lax可积系统的显式高阶怪波解，为解释海洋怪波、金融海啸等现象提供了理论依据。
2. 发现了KP方程的Gram行列式解，并在此基础上创造性地使用双线性方法得到二维Mel´nikov方程的一般显式高阶怪波解，揭示了二维空间局部的亮型和暗型怪波新颖的动力学特征。所发现的KP方程的Gram行列式解为国内外同行构造Boussinesq方程、Hirota方程、BLMP方程等双线性可积系统的一般高阶怪波解提供了重要工具。
3. 提出了同宿呼吸波极限法，获得了从呼吸同宿波生成怪波的新途径，进而深入研究了怪波和其它波之间的相互作用，发现了扭结型呼吸波、扭结波退化、怪波被扭结波吞没等新动力学现象。

项目组在SIAM Journal on Applied Mathematics、Physical Review E、Physica D 等期刊发表论文41篇。20篇核心论文影响因子累计40.026，他引425次，其中8篇代表作他引279次，单篇他引最高78次。

**（三）代表性论文目录**

|  |  |
| --- | --- |
| **序号** | **代表性论文** |
| **1** | Gui Mu，Zhenyun Qin, Roger Grimshaw, [Dynamics of Rogue Waves on a Multisoliton Background in a Vector Nonlinear Schrödinger Equation,](http://www.researchgate.net/publication/261597787_Dynamics_of_rogue_waves_on_a_multi-soliton_background_in_a_vector_nonlinear_Schrodinger_equation?ev=auth_pub) ***[SIAM journal on applied mathematics,](http://www.researchgate.net/publication/261597787_Dynamics_of_rogue_waves_on_a_multi-soliton_background_in_a_vector_nonlinear_Schrodinger_equation?ev=auth_pub)*** [75, 1-20, 2015.](http://www.researchgate.net/publication/261597787_Dynamics_of_rogue_waves_on_a_multi-soliton_background_in_a_vector_nonlinear_Schrodinger_equation?ev=auth_pub) |
| **2** | Zhenyun Qin, Gui Mu, Matter rogue waves in an F=1 spinor Bose-Einstein condensate, ***Physical review E*** 86, 036601, 2012. |
| **3** | Gui Mu，Zhenyun Qin, Two spatial dimensional N-rogue waves and their dynamics in Mel’nikov equation, ***Nonlinear analysis: real world applications***, 18, 1-13, 2014. |
| **4** | [Gui Mu，Zhenyun Qin，](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167278919303057%22%20%5Cl%20%22%21)Roger Grimshaw，[Nail Akhmediev](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167278919303057%22%20%5Cl%20%22%21), Intricate dynamics of rogue waves governed by the Sasa-Satsuma equation，***[Physica D: Nonlinear Phenomena](https://www.sciencedirect.com/science/journal/01672789%22%20%5Co%20%22Go%20to%20Physica%20D%3A%20Nonlinear%20Phenomena%20on%20ScienceDirect)***，[402](https://www.sciencedirect.com/science/journal/01672789/402/supp/C%22%20%5Co%20%22Go%20to%20table%20of%20contents%20for%20this%20volume/issue),  132252，2020. |
| **5** | Gui Mu，Zhenyun Qin, Dynamic patterns of high-order rogue waves for Sasa-Satsuma equation, ***Nonlinear analysis: real world applications***, 31,179-209, 2016.  |
| **6** | Gui Mu，Zhenyun Qin, Nth-Order Rogue Waves to Nonlinear Schrödinger Equation Revisited: A Variable Separation Technique, ***Journal of the Physical Society of Japan*** 83, 104001, 2014. |
| **7** | Gui Mu, Zhenyun Qin, Rogue Waves for the Coupled Schrodinger-Boussinesq Equation and the Coupled Higgs Equation，***Journal of the Physical Society of Japan,*** 81，084001，2012. |
| **8** | ZhengDe Dai, FengXia Wu, Jun Liu, Gui Mu, New Mechanical Feature of Two-Solitary Wave to the KdV Equation, ***[Chinese Physics Letters](https://iopscience.iop.org/journal/0256-307X%22%20%5Ct%20%22https%3A//cn.bing.com/_blank)***，29，040201，2012. |

**（四）主要完成人基本情况**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **姓名** | **工作单位（完成单位）** | **职称** | **职务** |
| **1** | **母贵** | **昆明学院** | **教授** | **昆明学院****数学学院副院长** |
| **2** | **秦振云** | **复旦大学** | **副教授** | **无** |
| **3** | **戴正德** | **云南大学** | **教授** | **无** |
| **4** | **武凤霞** | **曲靖师范学院** | **讲师** | **无** |

**（五）项目曾获科技奖励情况**

无