

doi: 10.3788/gzxb20164510.1006003

Hirota 方程的二阶怪波解及其传输特点

李淑青¹, 常锋², 郭尊光¹, 刘阳¹

(1 太原工业学院 理学系, 太原 030008)

(2 中国移动通信集团山西有限公司, 太原, 030032)

摘 要: 为了研究 Hirota 方程的二阶怪波解和它在光纤中的传输特性, 数值分析了二阶怪波的形成机理, 并采用分步傅里叶方法数值模拟了二阶怪波在光纤中的传输特点. 结果表明: 二阶怪波可以看作两个怪波逐渐靠近的结果; 在光纤中传输时, 随着距离的增加, 二阶怪波最终分裂成两组次波, 每组次波的能量值降为初值的一半, 它们之间的距离越来越大且互不干扰, 并随着距离的增加能量逐渐降低. 数值分析了自陡峭和自频移对二阶怪波传输的影响, 发现自陡峭引起二阶怪波在传播过程中左波峰能量大于右波峰能量, 自频移使怪波的中心发生了非线性偏离, 且参数的正负决定偏离的方向.

关键词: 非线性光学; Hirota 方程; 数值模拟; 二阶怪波; 自频移

中图分类号: TN929.11

文献标识码: A

文章编号: 1004-4213(2016)10-1006003-6

2-order Rogue Solution of Hirota Equation and Its Transmission

LI Shu-qing¹, CHANG Feng², GUO Zun-guang¹, LIU Yang¹

(1 Department of Science, Taiyuan Institute Technology, Taiyuan 030008, China)

(2 China Mobile Communications Group co., LTD., Taiyuan 030032, China)

Abstract: In order to study the 2-order rogue solution of Hirota equation and its transmission, the formation mechanism of the 2-order rogue was numerical analyzed and the characteristic of the 2-order rogue wave propagation in the fiber was simulated by the fast Fourier transform. It is found that the 2-order rogue wave can be regarded as the two 1-order waves superposition. In the transmission process, the 2-order rogue wave is firstly split into two rogue waves, and the energy of the 2-order wave is reduced by half, and the distance between them is bigger but there is no mutual interference. Finally, the effects of self-steepening and self-frequency shift for 2-order rogue were numerical analyzed. The results show that self-steepening causes the energy of left wave bigger than right wave, and self-frequency shift makes the center of rogue wave nonlinear deviated, and the parameters decide the direction of deviate.

Key words: Nonlinear optics; Hirota equation; Numerical simulation; 2-order rogue; Self-steepening

OCIS Codes: 060.4370; 060.4510; 190.4370

0 引言

怪波作为一种新型波, 经常出现于海洋中, 在平静的海面上突显一柱巨大的水墙, 或者引起一系列的高水波, 从而导致海啸或海难. 怪波出现时并没有明显的征兆, 不能被准确地预测. 怪波在光通信、凝聚态物理等物理现象中也真实存在^[1-2]. 非线性方程在力、热、光、电、磁、海洋等许多领域受到关注, 常被用来研究超短脉冲在光纤中的传输^[3-4], 通过求解非线性方程的新

解来发现新型孤子^[5], 尤其是它的怪波解, 对解释海洋现象并在光通讯中产生高功率脉冲有重要的科学意义. 非线性方程中的高阶薛定谔方程在一定的可积条件下可以转化成 Hirota 方程, 通过达布变换结合孤立子理论可求出它的精确解. 作者在 2004 年求出了 Hirota 方程在平面波背景中的呼吸子解并发现了它的周期性特点^[6]. 2010 年, Akhmediev 等求出了 Hirota 方程的怪波解^[7]; 2012 年, TAO Y S 等给出了形式更广泛的一阶怪波解^[8]; 同年 YANG G Y 和 LI L 也求出

基金项目: 国家自然科学基金(No. 61475198)和太原工业学院青年(后备)学科带头人支持计划资助

第一作者: 李淑青(1978-), 女, 副教授, 硕士, 主要研究方向为非线性光学. Email: lishuqing6688@sina.com

收稿日期: 2016-04-11; **录用日期:** 2016-06-23

了 Hirota 方程的一阶怪波解,他们通过数值实验方法激发出怪波^[9];作者于 2014 年对 Hirota 方程的一阶怪波解及其传输特性做了研究,采用更简单的方法激发出怪波^[10]. 2011 年,北京航空航天大学的研究团队求出了 (2+1) 维的 Hirota-Maccari 方程的 N -阶孤子解^[11]. 关于 Hirota 方程的高阶怪波解于 2013 年被宁波大学的李女士求得^[12],然而关于含有高阶项的 Hirota 方程的 N 阶孤子解和二阶孤子解的特性鲜有研究. 宁波大学研究者分别求出了非线性薛定谔方程和高阶非线性薛定谔方程的怪波解,并讨论了高阶项对怪波的影响^[13-15];2013 年 Ankiewicz 求出了复合高阶非线性方程的怪波解并讨论了高阶项的影响,但是他们只从数学上进行了参数不为零的讨论,并没有从物理上讨论怪波在光纤传输的情况^[16].

本文采用达布变换法求出 Hirota 方程的二阶呼吸子解,并对此解进行线性化处理,得到它的二阶怪波解,研究二阶怪波的形成机理和它的特性,然后采用数值模拟方法研究它在光纤中的传输特点,并分析自陡峭和自频移对它在光纤中传输的影响.

1 Hirota 方程的 N -阶呼吸子解

高阶非线性薛定谔方程可以描述皮秒脉冲在光纤中的传输特性,即

$$\frac{\partial q}{\partial z} = i \left(\alpha_1 \frac{\partial^2 q}{\partial t^2} + \alpha_2 |q|^2 q \right) + \alpha_3 \frac{\partial^3 q}{\partial t^3} + \alpha_4 \frac{\partial (|q|^2 q)}{\partial t} + \alpha_5 q \frac{\partial |q|^2}{\partial t} \quad (1)$$

式中, q 是光脉冲的慢变波包, z 和 t 分别描述光脉冲的传输距离和延迟时间, $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ 和 α_5 都是实参数,分别表示群速度色散、自相位调制、三阶色散、自陡峭和自频移. 高阶非线性薛定谔方程的求解非常复杂,研究者通过不同的方法找到了求解式(1)的几种可积性条件^[17-18],此处采用其中一种,即参数满足

$$\alpha_2 = 2\mu^2 \alpha_1, \alpha_4 = 6\mu^2 \alpha_3, \alpha_4 + \alpha_5 = 0$$

就可以得到 Hirota 方程,即

$$\frac{\partial q}{\partial z} = i\alpha_1 \left(\frac{\partial^2 q}{\partial t^2} + 2\mu^2 |q|^2 q \right) + \alpha_3 \left(\frac{\partial^3 q}{\partial t^3} + 6\mu^2 |q|^2 \frac{\partial q}{\partial t} \right) \quad (2)$$

式中, μ 表示光纤中的非线性强度. 达布变换法是求解 Hirota 方程的一种有效方法^[19-20],可解得式(2)的一阶孤子解为^[6]

$$q_1 = q - \frac{2}{\mu} (\lambda_1 + \bar{\lambda}_1) \frac{\phi_1 \bar{\phi}_2}{\phi_1^T \bar{\phi}} \quad (3)$$

式中, $\phi^T \bar{\phi} = |\phi_1|^2 + |\phi_2|^2$, 且 $\phi = (\phi_1, \phi_2)^T$ 是式(2)的本征函数,其相应的本征值为 λ_1 , 一阶孤子解是一个迭代方程,可以从一个设定的解 q 求得新解 q_1 , q 通常被称为“种子”解. 将式(3)的迭代过程重复 N 次,就可以获得式(2)的 N -阶孤子解,即

$$q_N = q - \frac{2}{\mu} \sum_{m=1}^N (\lambda_m + \bar{\lambda}_m) \frac{\phi_1 [m, \lambda_m] \bar{\phi}_2 [m, \lambda_m]}{\phi [m, \lambda_m]^T \bar{\phi} [m, \lambda_m]}$$

其中,

$$\phi [m, \lambda] = (\lambda - S[m-1]) \cdots (\lambda - S[1]) \phi [1, \lambda],$$

$$S_s [j] = -\bar{\lambda}_s \delta_{sj} + (\lambda_j + \bar{\lambda}_j) \frac{\phi_s [j, \lambda_j] \bar{\phi} [j, \lambda_j]}{\phi [j, \lambda_j]^T \bar{\phi} [j, \lambda_j]},$$

$$s, l = 1, 2, j = 1, 2, \dots, m-1, m = 2, 3, \dots, N.$$

式中, $\phi [1, \lambda]$ 为相应于本征值 λ 的特征函数. 可见,只要选定“种子”作为基本的初始解,就可以求解出式(2)的 N 阶孤子解,也有研究者不用迭代的方法而是从行列式出发求出了非线性薛定谔方程 (Nonlinear Schrodinger Equation) 的 N -阶孤子解^[13]. 一般情况下,如果选择常数或者零作为种子解,就可以得到非线性方程的精确孤子解,如果以平面波作为种子解,就可以得到非线性方程的呼吸子解^[6].

2 Hirota 方程的 2-阶呼吸子解

将平面波作为最初的种子解,取平面波解的形式为 $q = A_c e^{i\omega_c t + ikz}$, 它满足非线性色散关系

$$k = (-\omega_c^2 + 2\mu^2 A_c^2) \alpha_1 + \omega_c (-\omega_c^2 + 6\mu^2 A_c^2) \alpha_3$$

式中, A_c 和 ω_c 是任意常数,分别表示平面波的振幅和角频率.

把种子解代入到 N 孤子解中,可得当 $N = 2$ 时, Hirota 方程的二阶呼吸子解,即

$$q_2 = e^{i(\omega_c t + kz)} \left(A_c - \frac{2G_1}{\mu F_1} \right) \quad (4)$$

其中,

$$\begin{aligned} F_1 &= 2b_1 \cosh(\theta_1 + \theta_2) + 2b_2 \cosh(\theta_1 - \theta_2) + \\ & b_3 (e^{\theta_1 + i\phi_2} + e^{-\theta_1 - i\phi_2}) + b_4 (e^{\theta_1 - i\phi_2} + e^{-\theta_1 + i\phi_2}) + \\ & b_5 (e^{\theta_2 + i\phi_1} + e^{-\theta_2 - i\phi_1}) + b_6 (e^{\theta_2 - i\phi_1} + e^{-\theta_2 + i\phi_1}) + \\ & 2b_7 \cos(\phi_1 + \phi_2) + 2b_8 \cos(\phi_1 - \phi_2), \\ G_1 &= a_1 e^{\theta_1 + \theta_2} + a_2 e^{-\theta_1 - \theta_2} + a_3 e^{\theta_1 - \theta_2} + a_4 e^{-\theta_1 + \theta_2} + \\ & a_5 e^{\theta_1 + i\phi_2} + a_6 e^{-\theta_1 - i\phi_2} + a_7 e^{\theta_1 - i\phi_2} + a_8 e^{-\theta_1 + i\phi_2} + \\ & a_9 e^{\theta_2 + i\phi_1} + a_{10} e^{-\theta_2 - i\phi_1} + a_{11} e^{\theta_2 - i\phi_1} + a_{12} e^{-\theta_2 + i\phi_1} + \\ & a_{13} e^{i\phi_1 + i\phi_2} + a_{14} e^{-i\phi_1 - i\phi_2} + a_{15} e^{i\phi_1 - i\phi_2} + a_{16} e^{-i\phi_1 + i\phi_2}, \\ \theta_k &= i(M_k - \bar{M}_k)t - (M_k \beta_k + \bar{M}_k \bar{\beta}_k)z - t_k, \\ \phi_k &= (M_k + \bar{M}_k)t + i(M_k \beta_k - \bar{M}_k \bar{\beta}_k)z - \phi_k^{(0)}, \\ M_k &= \frac{1}{2} \sqrt{(\omega_c + i2\lambda_k)^2 + 4\mu^2 A_c^2}, \end{aligned}$$

$$\beta_k = (i\omega_c + 2\lambda_k) + (-i4\lambda_k^2 + 2\omega_c \lambda_k + i\omega_c^2 - i2\mu^2 A_c^2) \alpha_3.$$

式中, b_l 和 a_m 是与 C_1 和 C_2 无关的任意常数, $\lambda_k = -\mu A_{ks}/2 + i\omega_{ks}/2$, 且 t_k 和 $\phi_k^{(0)}$ 分别取决于 $t_k = \ln |C_{2k}/C_{1k}|$ 和 $\phi_k^{(0)} = \arg(C_{2k}/C_{1k})k = 1, 2, \dots$

图 1(a) 为参数 $\alpha_1 = \alpha_3 = 1, \mu = 0.5, \omega_c = 0.45, \omega_{1s} = 1.2, \omega_{2s} = -1.3, A_c = 1, A_{1s} = A_{2s} = 1.2$ 时, 二阶呼吸子和二阶孤子解的强度等高图. 可以看出, 二阶呼吸子相当于两个一阶呼吸子的相互作用. 如果令式(4)中 $A_c =$

0,就相当于把平面波背景去掉,二阶呼吸子在极限情况下退化成二阶亮孤子,如图 1(b). 再次验证了选择非零背景和平面波背景对孤子解的影响.

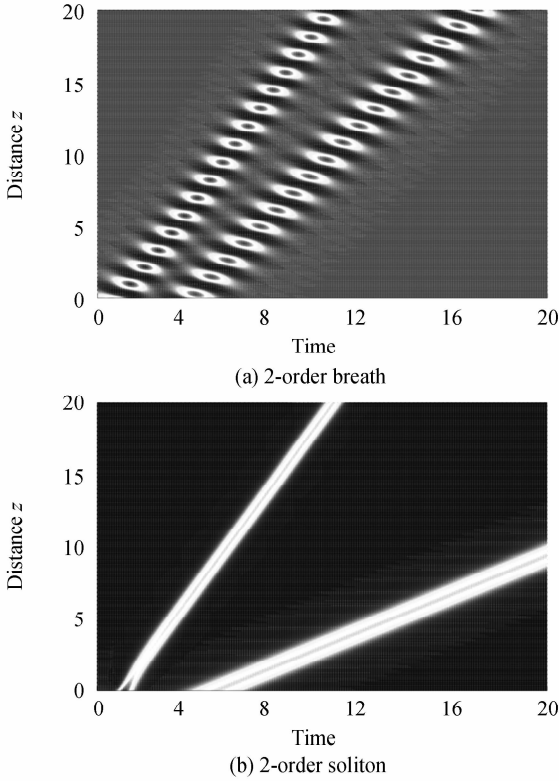
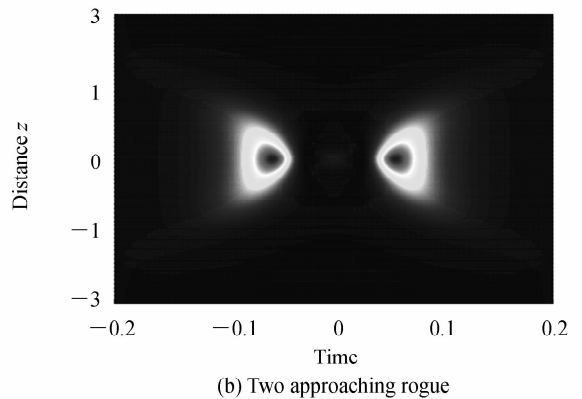
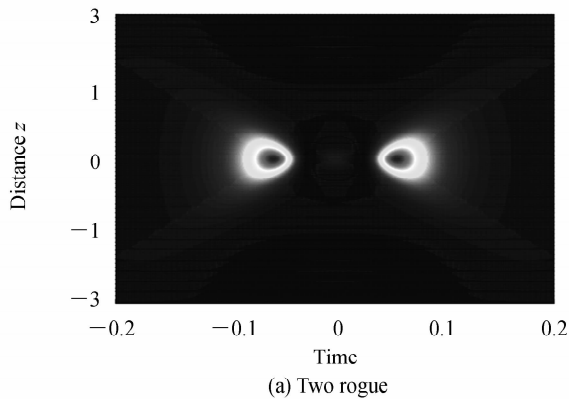


图 1 二阶呼吸子和二阶亮孤子的等高图
Fig. 1 The contour of the 2-order breath and the 2-order bright soliton

3 Hirota 方程的二阶怪波解

二阶呼吸子解是一个包含 e 指数函数和双曲函数的复杂表达式,对其泰勒展开后就可以得到形式上简单的有理多项式. 而且有理多项式中后项相对来说都是高阶无穷小项,可以根据情况进行近似处理. 对二阶呼吸子解式(4)进行泰勒展开处理,将得到 Hirota 方程的二阶怪波解^[8,10,12]. 对二阶呼吸子解进行线性化处理得到



$$q_{2\text{-rogue}} = e^{i(\omega_0 t + k z)} \left(1 + \frac{g_1}{f_1} \right) \quad (5)$$

其中 g_1 和 f_1 是非常复杂的函数,由于篇幅有限,此处不列出,从式(5)的形式上可以看出,二阶怪波的形成和一阶怪波相同,都可以看成是在平面波的基础上增加了一个扰动,关于一阶怪波的形成特点文献[10]已有详细分析,此处采用类似的方法进行分析,平面波上所加的扰动通过二阶呼吸子解的近似处理得到,通过数值模拟可以画出二阶怪波的波形图与相应的等高图如图 2.

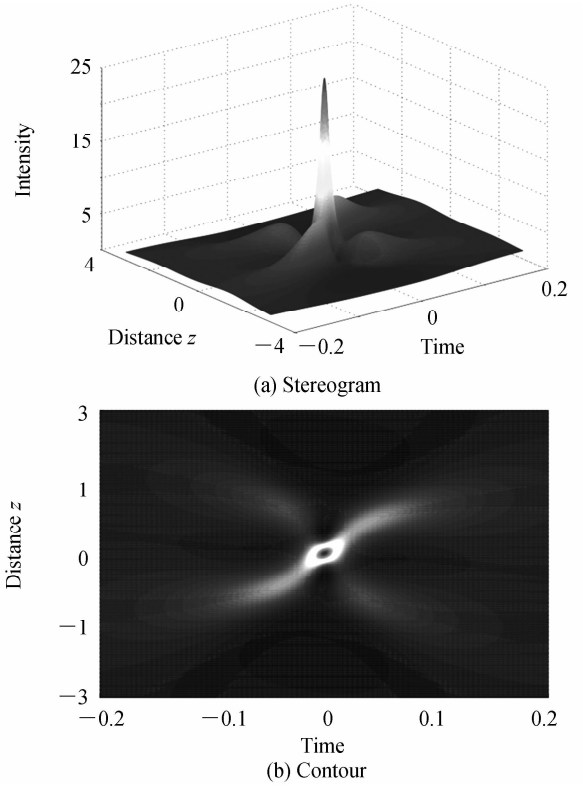


图 2 二阶怪波的立体图和等高图
Fig. 2 Stereogram and contour of the 2-order rogue

可以看出,二阶怪波与一阶怪波都具有时空局域性,二阶怪波的周围有旁瓣,而一阶怪波没有^[10],一般

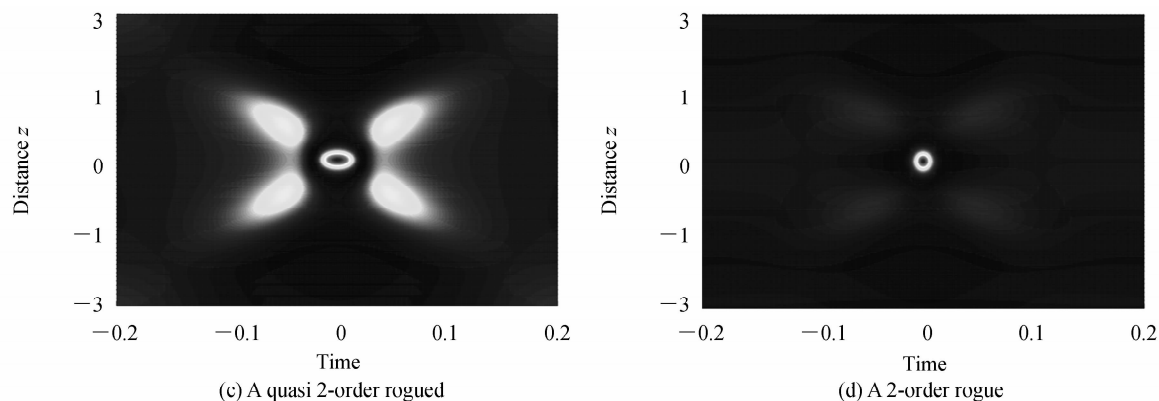


图3 二阶怪波的形成机理演示

Fig. 3 The formation mechanism of the 2-order rogue

情况下高阶怪波中旁瓣个数为 $n(n+1)-2$, n 为阶数, 因此对于二阶怪波就有 4 个旁瓣^[12]. 为了更好地理解二阶怪波的形成过程, 对式(5)中的 g_1 和 f_1 进行了逐步简化, 也就是对二阶孤子解有理多项式中的 g_1 和 f_1 近似处理, 发现二阶孤子的形成过程, 如图 3. 从图 3 可以看出从(a)~(d)两个怪波逐渐靠近, 直到(d)时合成一个二阶怪波, 因此怪波的形成可以看成是由两个怪波逐渐靠近的结果.

4 二阶怪波在光纤中的传输特点

采用数值模拟方法, 研究二阶怪波在光纤中的传输特点和自陡峭效应对其传输的影响. 以二阶怪波在 $z=0$ 时刻的波形作为入射波, 初始脉冲取为

$$q_2(0, t) = A_c + \frac{(36 - 192t^4 - 288t^2)}{(9 + 64t^6 + 48t^4 + 108t^2)}$$

入射到群速度色散常数为 $-0.885 \text{ ps}^2/\text{km}$, 三阶色散常数为 $0.0133 \text{ ps}^3/\text{km}$, 非线性参数为 $10 \text{ w}^{-1} \cdot \text{km}^{-1}$ 的光纤中, 采用分布傅里叶方法, 取步长 $h=1/10000$, 对应于式(1)中的参数分别为 $\alpha_1=0.5, \alpha_2=\mu^2, \alpha_3=0.0046, \alpha_4=0.0276, \alpha_5=0$, 进行数值模拟如图 4. 从图 4 中可以看出二阶怪波在光纤中的传输和一阶怪波是完全不同的, 一阶怪波分裂为一组次波, 二阶怪波在传输过程中首先分裂成两个怪波, 之后又分裂为两组次波, 这两组次波继续分裂且距离越来越大, 直到明显分离, 这是由二阶怪波的形成特点决定. 这对获取多组大功率脉冲起到理论指导的作用. 图 5 为二阶怪波在传输过程中不同位置的峰值能量, 从图中可以看出, 二阶怪波能量由最初的 25 个单位变为 12.5 个单位, 能量减少了一半, 这与一阶怪波也有区别, 一阶怪波分裂后能量并没有降低, 二阶怪波分裂后能量首先降低为原来的一半, 之后继续衰减, 再次证明了二阶怪波是由两个怪波叠加而成. 从图 4 和图 5 中都可以看出怪波分裂后左波峰的能量大于右波峰的能量, 这是由于高阶效应中的自陡峭所导致, 即在脉冲的后沿产生的光学冲击, 使得脉冲的中心平移, 在整个传输过程中,

自陡峭效应使前一个脉冲的能量转移到后一个脉冲上, 同时后一个脉冲在其下降沿开始产生分裂, 然后脉冲又把能量逐渐转移到其分裂的脉冲.

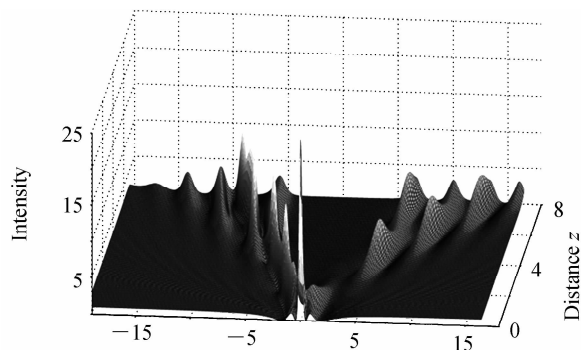


图4 二阶怪波的传输

Fig. 4 The transmission of 2-order rogue

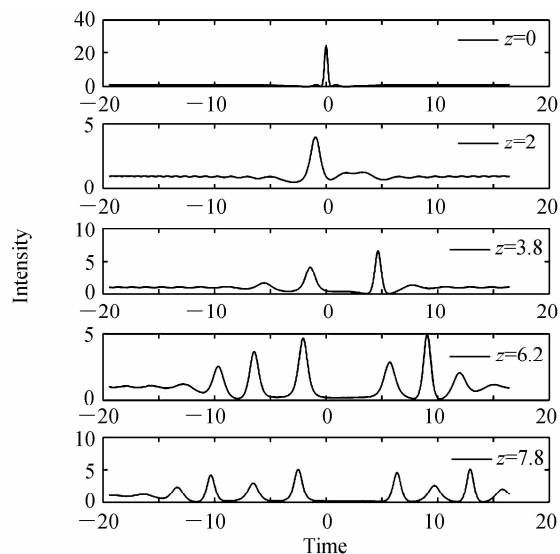


图5 二阶怪波传输的强度峰值

Fig. 5 The intensity peak of 2-order rogue transmission

5 自频移对二阶怪波传输的影响

式(1)中的最后一项表示自频移, 它对孤子的传输不容忽略, 尤其对脉冲宽度小于 5 ps 的孤子, 自频移是

由于波的强度对介质的时间延迟效应改变了介质的折射率分布,对脉冲自身的传输产生了影响而导致脉冲的中心发生偏移.图6为自频移参数分别取 $\alpha_5 = 0.02i$ 和 $\alpha_5 = -0.02i$ 时,二阶怪波的传输情况,其它参数取值同图4.从图6中可以看出自频移对怪波在光纤中传输的影响:1)脉冲发生偏移的方向和自频移参数 α_5 的取值正负有关,且自频移参数取正值时比取负值时中心偏移大;2)随着传输距离的增加,自频移的大小并非线性增加,这导致脉冲的偏移轨迹是曲线,这与图1中二阶呼吸子和二阶孤子所示的图景不同;3)随着传输距离的增大,脉冲中心收窄能量增大,这一点和一阶怪波的传输特点相同^[10].

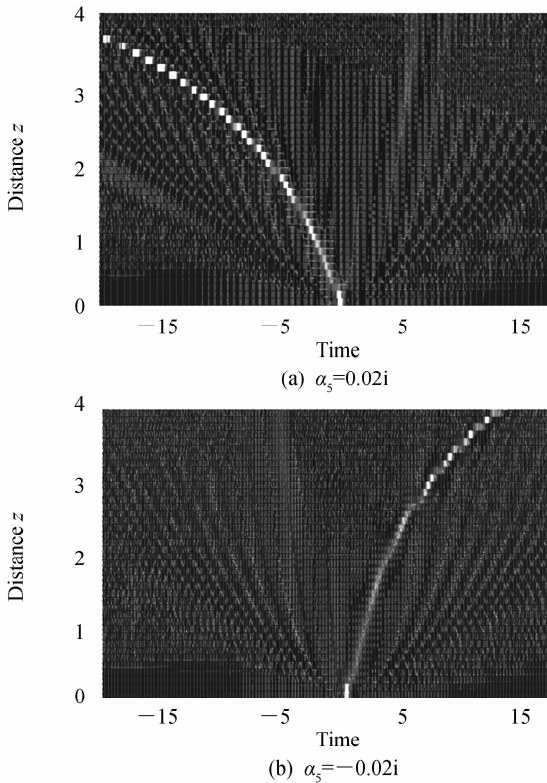


图6 自频移对二阶怪波传输的影响

Fig. 6 Self-frequency shift affection on 2-order rogue

6 结论

本文对 Hirota 方程进行了研究,通过达布变换法求出了它的二阶呼吸子解,并比较了二阶呼吸子解和二阶孤子解的区别,验证了平面波背景和零背景对精确解的影响.对二阶呼吸子解进行泰勒展开得到了二阶怪波解,并采用数值模拟方法发现二阶怪波解可以看成是两个怪波逐渐靠近并叠加的结果.研究了二阶怪波在光纤中的传输特点,发现不同于二阶怪波在光纤中的传播,二阶怪波在光纤中先分裂成两个怪波后再各自分裂为多个次波,两组怪波逐渐远离,互不干扰,分裂出的怪波的能量依次降低.最后分析了高阶效应中的自陡峭和自频移对怪波传输的影响,发现自陡

峭使怪波在传输过程中左边的峰值高于右边的峰值,使分裂后的两组次波不等峰,而自频移取不同的参数使怪波中心发生了不同方向的非线性偏移.

参考文献

- [1] ZHANG J F, JIN M Z, HE J D, *et al.* Dynamics of optical rogue waves in inhomogeneous nonlinear waveguides [J]. *Chinese Physics B*, 2013, **22**(5): 054208.
- [2] ZHAO L C. Dynamics of nonautonomous rogue waves in Bose-Einstein condensate [J]. *Annals of Physics*, 2013, **329**(5): 73-79.
- [3] LI Shu-qing, LI Lu, LI Zhong-hao, *et al.* Numerical research on the interaction of chirped ultra-short laser pulses with self-frequency shift [J]. *Acta Photonica Sinica*, 2004, **33**(7): 862-866.
- [4] 李淑青, 李录, 李仲豪, 等. 含自频移啁啾超短脉冲间相互作用的数值研究 [J]. *光子学报*, 2004, **33**(7): 862-866.
- [5] DU Xian-tong, ZHONG Xian-qiong, CHENG Ke, *et al.* Nonlinear propagation characteristic of the short-interval pulse trains and chaotic soliton wavepacket generation in optical fibers [J]. *Acta Photonica Sinica*, 2016, **45**(5): 0506002.
- [6] 杜仙童, 钟先琼, 程科, 等. 光纤中短间距脉冲串的非线性传输特性与混沌孤子波包产生 [J]. *光子学报*, 2016, **45**(5): 0506002.
- [7] JING Qi-chang, SU Yan-li. New typespatial soliton pairs based on two-photon photorefractive effect [J]. *Acta Photonica Sinica*, 2015, **44**(9): 0919001.
- [8] 姜其畅, 苏艳丽. 基于双光子光折变效应的新型空间孤子对 [J]. *光子学报*, 2015, **44**(9): 0919001.
- [9] LI S Q, LI L, LI Z H. Properties of soliton solutions on a cw background in optical fibers with higher-order effects [J]. *Journal of the Optical Society of America B*, 2004, **21**(12): 2089-2094.
- [10] ANKIEWICZ A, SOTO-CRESPO J M, AKHMEDIEV N. Rogue wave and rational solutions of the Hirota equation [J]. *Physical Review E*, 2010, **81**: 046602.
- [11] TAO Y S, HE J S. Multisolitons, breathers, and rogue waves for the Hirota equation generated by the Darboux transformation [J]. *Physical Review E*, 2012, **85**: 026601.
- [12] YANG G Y, LI L, JIA S T. Peregrine rogue waves induced by the interaction between a continuous wave and a soliton [J]. *Physical Review E*, 2012, **85**: 046608.
- [13] LI Shu-qing, YANG Guang-ye, LI Lu. Rogue solution of Hirota equation and its transmission [J]. *Acta Physica Sinica*, 2014, **63**(10): 104215.
- [14] 李淑青, 杨光晔, 李禄. Hirota 方程的怪波解及其传输特性研究 [J]. *物理学报*, 2014, **63**(10): 104215.
- [15] YU X, GAO Y T, SUN Z Y, *et al.* N-solutions for the (2+1)-dimensional Hirota-Maccari equation in fluids and optical fibers [J]. *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, 2011, **378**(2): 519-527.
- [16] LI L J, WU Z W, WANG L H, HE J S. High-order rogue waves for the Hirota equation [J]. *Annals of Physics*, 2013, **334**(7): 198-211.
- [17] HE J S, ZHANG H R, WANG L H, *et al.* Generating mechanism for higher-order rogue waves [J]. *Physical Review E*, 2013, **87**: 052914.
- [18] WANG L H, PORSEZIAN K, HE J S. Breather and rogue wave solutions of generalized nonlinear Schrodinger equation [J]. *Physical Review E*, 2013, **87**: 053202.
- [19] LIU W, QIU D Q, HE J S. Localized properties of rogue wave for a higher-order nonlinear Schrodinger equation [J].

Communications in Theoretical Physics, 2015, **63**(5): 525-534.

[16] ANKIEWICZ A, AKHMEDIEV N. Higher-order integrable evolution equation and its soliton solutions [J]. *Physics Letters A*, 2014, **378**(4): 358-361.

[17] KARPMAN V I. The extended third-order nonlinear Schrodinger equation and Galilean transformation [J]. *European Physical Journal B*, 2004, **39**(3): 341-350.

[18] NIJHOF JH B, ROELOFS G H M. Prolongation structures

of a higher-order non-linear Schrodinger equation[J]. *Journal of Physics A*, 1992, **25**(8): 2403-2416.

[19] GENG X G, LI R M. Darboux transformation of the Drinfeld-sokolov-satsuma-hirota system and exact solutions [J]. *Annals of Physics*, 2015, **361**: 215-225.

[20] DAI C Q, ZHOU G Q, ZHANG J F. Controllable optical rogue waves in the femtosecond regime[J]. *Physical Review E*, 2012, **85**: 016603.

第三届高光谱成像技术及应用研讨会征文通知

<http://www.csoe.org.cn/GGP2016/>

2016年11月7-9日,苏州凯莱酒店

会议宗旨:以“高分五号”卫星各型载荷为主,兼顾高分专项航空系统以及其他方面支持的相关高光谱载荷为牵引开展交流;权威专家报告引领,研讨高光谱共性关键技术、数据处理和应用;注重地矿、环保、农业、林业、气象、海洋等众多领域对高光谱数据的广泛应用需求以及载荷数据的应用前景

主办单位:国家自然科学基金委员会
中国工程院信息与电子工程学部

中国光学工程学会
中国遥感应用协会

研讨和征文议题:

- ◇ 新型高光谱遥感成像技术
- ◇ 高光谱卫星定标技术
- ◇ 成像光谱仪器与设备
- ◇ 载荷研制与数据处理技术(高分五号卫星、航空、其他机载)
- ◇ 光谱数据真实性检验
- ◇ 光谱成像量化研究
- ◇ 高光谱数据应用(大气、空间观测、地质、勘探、环境监测、考古探测、农业、林业,等)
- ◇ 其他相关内容

投稿注意事项:

1、请登录 <http://events.kjtxw.com/tougao/1426492996.html> 网址,注册后投递中文全文.第二轮截稿日期:2016年9月30日.会议投稿经专家审查后录用,择优被推荐到相应合作期刊发表(EI核心收录).投稿请从速,通知发表结果根据投稿时间决定.

2、投稿要求文字简练、数据翔实准确、重点突出、观点明确.凡在国内学术会议或公开刊物上发表过的论文不予录用.

3、请作者自行做好保密审查手续,来稿务必不能涉及保密问题,并将所在单位的保密审查证明用电子邮件发送到组委会 lijin@csoe.org.cn.

合作期刊:

《光子学报》(Ei)、《红外与激光工程》(Ei)、《光学精密工程》(Ei)、SPIE Proceeding (Ei)、《大气与环境光学学报》、《中国光学》、《太赫兹科学与电子信息学报》、《返回航天与遥感》、《红外》等.

组委会联系方式:

- (1)中国光学工程学会,天津市空港经济区中环西路58号,300308
李瑾,022-58168516, lijin@csoe.org.cn. 刘俊杰,022-58168555, liu_junjie8358@126.com
- (2)中国遥感应用协会,北京市海淀区丰贤东路5号,100094 许夏妃,010-57503347, ygxh@carsa.org.cn

中国光学工程学会
中国遥感应用协会
2016年8月

Foundation item: The National Natural Science Foundation of China (No. 61475198), Program for the Discipline of Taiyuan Institute of Technology