

文章编号: 0253-2239(2003)09-1127-6

光束束宽对自散焦介质中诱导光束聚焦的影响*

郭 旗 李华刚

(华南师范大学量子电子学研究所, 广州 510631)

摘要: 影响自散焦介质中诱导光束聚焦过程的方程参量和初始条件共有 5 个, 即两光束波长比(方程参量)、抽运光和信号光的初始振幅、两光束初始束宽比和两光束中心初始间距。通过数值计算讨论了初始束宽比在不同初始光束间距和波长比情况下对信号光聚焦过程的影响, 得到了信号光聚焦效果的最佳初始参量条件。从而实现了影响自散焦介质中诱导光束聚焦过程 5 个参量的完整详细研究。

关键词: 非线性光学; 诱导光束聚焦; 非线性折射率; 交叉相位调制效应; 自散焦介质

中图分类号: O437 文献标识码: A

1 引 言

当一强一弱的两束光束在自散焦介质中同向共同传输时, 在一定的条件下强抽运光束可引起弱信号光束聚焦。信号光的聚焦是由于强抽运光通过交叉相位调制(XPM)效应而诱导, 因而这种聚焦现象被称为“诱导光束聚焦”(induced focusing of optical beams), 以区别于光束的自聚焦现象。Agrawal 的开创性工作^[1]引发的对诱导光束聚焦现象的研究热潮至今仍在持续, 学者们不仅在理论上对此现象及其物理背景进行了更深入的研究^[2~8], 而且在实验上观察到了自散焦介质中的诱导光束聚焦及其相关现象^[9,10]。

在诱导光束聚焦现象中, 将同时伴随出现两个过程^[1]。其一是信号光会产生诱导偏转, 即光束中心会产生偏移, 其二是信号光光束发生汇聚(压缩)。关于诱导偏转的过程, 已有相关论文详细研究^[4,5]。

在文献[7]中, 我们详细地讨论了假设两光束初始束宽相等的情况下, 抽运光初始振幅、抽运光-信号光初始间距和抽运光-信号光波长比三个参量对信号光汇聚过程的影响, 得到了影响汇聚的最佳参量。在此基础上, 本文对不同束宽的抽运光和信号光的情况进行了数值模拟, 研究了在不同初始光束间距和波长比情况下, 初始束宽比对信号光聚焦过程的影响。同时, 我们采用了新的归一化变换, 使得归一化系统的独立参量更加明确。如同文献[7], 我们仅考虑平面光波导中的非线性光束传输。

2 双光束同向传输方程及其归一化变换

在傍轴近似条件下, 无耗、均匀、稳定的 1+1 维介质中两束连续波或准连续波光束同向共同传输须满足下列耦合非线性薛定谔方程组^[1,7]:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial A_1}{\partial z} - \frac{i}{2k_1} \frac{\partial^2 A_1}{\partial x^2} &= \frac{ik_1 n_2}{n_{01}} (|A_1|^2 + 2|A_2|^2) A_1, \\ \frac{\partial A_2}{\partial z} - \frac{i}{2k_2} \frac{\partial^2 A_2}{\partial x^2} &= \frac{ik_2 n_2}{n_{02}} (|A_2|^2 + 2|A_1|^2) A_2, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

其中 A_j 为傍轴近似光束函数(慢变包络振幅), $k_j = 2\pi n_0 / \lambda_j$, n_{0j} 是波长为 λ_j ($j = 1, 2$, 下同) 时的线性折

射率, n_2 是非线性折射率。(1) 式右边两项分别是自相位调制(SPM)项和交叉相位调制(XPM)项。假定抽运光和信号光的初始输入均为高斯型:

$$\left. \begin{aligned} A_1(x, 0) &= A_{01} \exp\left(-\frac{x^2}{2\omega_1^2}\right), \\ A_2(x, 0) &= A_{02} \exp\left[-\frac{(x-x_0)^2}{2\omega_2^2}\right], \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

其中 A_{0j} 和 ω_j 分别为初始振幅和初始强度 1/e 半束

* 广东省自然科学基金(011455)、广东省自然科学基金团队项目(2003061)和广东省“千百十工程”优秀人才培养基金资助课题。

E-mail: guoq@scnu.edu.cn

收稿日期: 2002-07-29; 收到修改稿日期: 2002-10-28

宽, $j = 1$ 代表抽运光, 2 代表信号光, x_0 为抽运光和信号光初始光束中心间距。通过以下归一化变换:

$$U_j = \frac{A_j k_1 \omega_2 |n_2|^{1/2}}{n_{01}^{1/2}}, \quad Z = \frac{z}{L_D}, \quad X = \frac{x}{\omega_2}, \quad (3)$$

其中 $L_D = k_1 \omega_2^2$, 对耦合非线性薛定谔方程组和初始条件进行无量纲化, 分别得到

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial U_1}{\partial Z} - \frac{i}{2} \frac{\partial^2 U_1}{\partial X^2} &= -i(|U_1|^2 + 2|U_2|^2)U_1, \\ \frac{\partial U_2}{\partial Z} - \frac{i}{2} \frac{\partial^2 U_2}{\partial X^2} &= -ir(|U_2|^2 + 2|U_1|^2)U_2, \end{aligned} \right\} (4)$$

和

$$\left. \begin{aligned} U_1(X, 0) &= u_{01} \exp\left[-\frac{(X-D)^2}{2R_w^2}\right], \\ U_2(X, 0) &= u_{02} \exp\left(-\frac{X^2}{2}\right), \end{aligned} \right\} (5)$$

其中 $r = \lambda_1/\lambda_2$ 为抽运光与信号光的波长比, $R_w = \omega_1/\omega_2$ 是抽运光与信号光的初始束宽比, 同时也是归一化抽运光的初始束宽(归一化信号光初始束宽保持不变), $u_{0j} = A_{0j} k_1 \omega_2 (|n_2|/n_{01})^{1/2}$ 为归一化的初始振幅, $D = x_0/\omega_2$ 为归一化初始光束中心间距。在式中, 我们忽略了线性折射率的色散, 即认为 $n_{01} \approx n_{02}$, 此假设当波长比在 $0.5 \leq r \leq 1.5$ 的范围内时成立^[7]。同时由于非线性折射率 $n_2 < 0$ (自散焦介质), (4) 式右端取负号。这里需要专门说明的是, 变化式(3)中的 L_D 已经不再具有瑞利长度的物理意义^[1,7]。为什么不使用具有物理意义的瑞利长度 $k_1 \omega_1^2$ 或 $k_2 \omega_2^2$ 来作为变换参量呢? 主要目的是要使变换结果(4)、(5)两式尽可能与文献[7]中的结果接近, 而同时又便于对其进行诠释。实际上, 使用不同的变换, 最终结果应该是等价的: 一定的物理系统绝不会因为不同的数学变换而有所改变。但一个“好的”变换, 会得到事半功倍的效果。

为了解决数值计算光束束宽时计算精度和计算量之间的矛盾, 我们采用熵束宽来表征光束束宽^[7]。熵束宽的表达式如下^[11]:

$$w = \exp s, \quad s = - \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{|U|^2}{p} \ln \frac{|U|^2}{p} dX, \quad (6)$$

其中 $U(X, Z)$ 是光束函数。 $p = \int_{-\infty}^{+\infty} |U|^2 dX$, s 是光束函数的归一化强度函数 (U^2/p) 的熵。

3 数值模拟与分析

数值求解非线性初值问题(4)、(5)* 采用的算

法是分步傅里叶变换法。

当信号光和抽运光在自散焦介质中同向共同传输时, 必须同时满足两个条件才能使信号光产生聚焦^[1]: 其一是两光束中心有初始偏移 ($D \neq 0$), 其二是抽运光光强必须远远大于信号光光强。这两个条件满足后, 式中初始高斯信号光的典型演化过程是: 它首先汇聚, 光束束宽逐渐变窄, 光强分布偏离高斯分布并出现旁瓣, 与此同时, 光束中心继续逐渐远离抽运光束中心; 经过一段距离信号光聚焦到最小值后开始发散, 光束束宽再逐步变宽, 两光束中心继续偏离。对于不同初始条件和方程参量的传输过程, 信号光束的汇聚(压缩)程度不同。我们用两个参量来描述信号光的汇聚程度, 其一是信号光传输过程中束宽的最小值 w_{\min} , 其二是信号光的聚焦距离 L , 即从起点到光束汇聚到束宽最小时的距离。

由归一化方程(4)、(5)可见, 影响光束演化的方程参量和初始条件共 5 个, 即初始振幅 u_{01} 、 u_{02} , 初始束宽比 R_w , 初始光束中心间距 D 和波长比 r 。 u_{01} 、 D 、 r 对信号光聚焦过程的影响已在文献[7]中有详细讨论。 u_{02} 对信号光演化过程的影响是, 当 $u_{02}/u_{01} < 0.1$ 时, 光束的演化过程与 u_{02} 无关; 当 $u_{02}/u_{01} > 0.1$ 后, 随着增大, 信号光的聚焦效果逐步减弱, 最后完全失去汇聚功能。这是因为随着 u_{02} 增大, 信号光的自相位调制效应逐渐增强, 而在自散焦介质中, 自相位调制效应将使得光束发散。因此, 为了保证信号光聚焦的效果, 必须满足的准则是 $u_{02}/u_{01} < 0.1$ 。下面重点讨论最后一个参量对信号光演化过程的影响。

图 1 是对于不同的初始间距 D , 信号光束宽最小值 w_{\min} 和聚焦距离 L 随 R_w 的变化曲线(以 R_w/D 为自变量)。由图可见, 当抽运光初始束宽远小于信号光的时, 信号光不会出现聚焦^{**}。当抽运光束宽达到一定程度后(信号光束宽相对不变), 信号光开始出现汇聚, 聚焦程度随 R_w 的增加而增加。但聚焦程度并不是 R_w 的单调函数, 到曲线达到最小值后, 聚焦程度随 R_w 的继续增加反而变小, 直到最后出现发散(右端直线部分)。图 1(a)中曲线的最小值点 $[(R_w/D)_{\text{opt}}^{(w)}, (w_{\min})_{\min}]$ 为光束汇聚的最强点, 在此处光束得到最大压缩(汇聚); 图 1(b)中的最小值点

* 从数学角度, 这是初值问题。

** (5)式中归一化高斯信号光的熵束宽大约是 2.92。从图 1(a)可见, 当 R_w/D 足够小时, 信号光熵束宽的最小值保持为直线 2.92, 即初始时的光束束宽最小, 这意味着信号光的演化是发散的。

$[(R_w/D)_{\text{opt}}^{(L)}, L_{\text{min}}]$ 是介质样品长度的最佳值点, 对于给定样品长度, 此时光束得到最佳压缩*。由于 $(R_w/D)_{\text{opt}}^{(L)} \neq (R_w/D)_{\text{opt}}^{(w)}$, 因此样品长度的最佳值并非光束最大压缩长度。

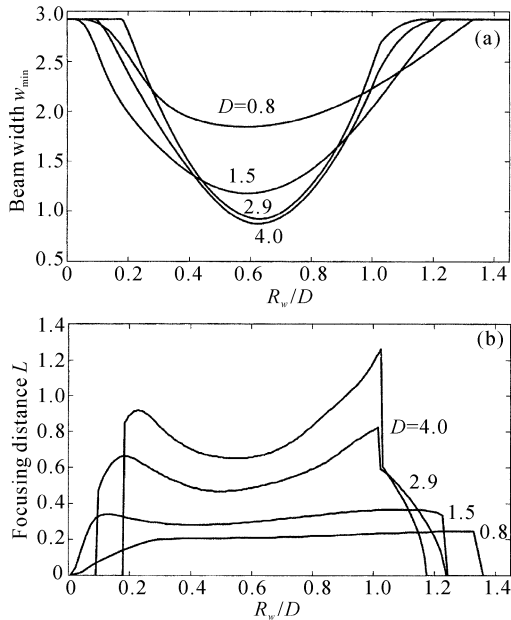


Fig. 1 The minimum of the signal beam width, w_{min} . (a) and focusing distance, L ; (b) as the function of R_w/D . The other parameters are $u_{01} = 5, u_{02} = 0.05, r = 1.1$, respectively

对不同的 D , $(w_{\text{min}})_{\text{min}}$ 的大小不同, 但 $(R_w/D)_{\text{opt}}^{(w)}$ 几乎不变。为了得出 $(w_{\text{min}})_{\text{min}}$ 和 $(R_w/D)_{\text{opt}}^{(w)}$ 随 D 的变化关系, 我们算出了 $(w_{\text{min}})_{\text{min}}$ 和 $(R_w/D)_{\text{opt}}^{(w)}$ 与 D 的函数曲线如图 2 所示。从图 2 可见, $(w_{\text{min}})_{\text{min}}$ 再次出现一个最小值, 此处 $\{D_{\text{opt}}, [(w_{\text{min}})_{\text{min}}]_{\text{opt}}\}$ 为光束压缩最佳点; 而 $(R_w/D)_{\text{opt}}^{(w)}$ 大致为一常量, 约为 0.6 左右。当 $r = 0.8$ 时, $D_{\text{opt}} \approx 2.70$, 而 $(R_w/D)_{\text{opt}}^{(w)} \approx 0.60$, 由此可得, $(R_w)_{\text{opt}} \approx 0.60 \times 2.70 = 1.62$; 当 $r = 1.1$ 时, $D_{\text{opt}} \approx 3.00$, 而 $(R_w/D)_{\text{opt}}^{(w)} \approx 0.62$, $(R_w)_{\text{opt}} \approx 1.86$; 当 $r = 1.4$ 时, $D_{\text{opt}} \approx 3.26$, 而 $(R_w/D)_{\text{opt}}^{(w)} \approx 0.64$, $(R_w)_{\text{opt}} \approx 2.09$ 。即当抽运光初始振幅 $u_{01} = 5$ 时, 如果抽运光初始束宽约为信号光初始束宽的 2 倍并且两光束的初始间隔大约为 3 (归一化值) 时, 信号光束可得到最大压缩。

为了考察波长比对 $w_{\text{min}}-R_w$ 曲线的影响, 我们以 r 为参量再次给出 w_{min} 与 R_w/D 的函数关系如图 3 所示。图 3 与图 1(a) 的情形类似。图 4(a) 是图 3 中的 $(w_{\text{min}})_{\text{min}}$ 与波长比的函数关系, 而图 4(b) 是图 3 中 $(R_w/D)_{\text{opt}}^{(w)}$ 与波长比的函数关系。由图 3、图 4(a)

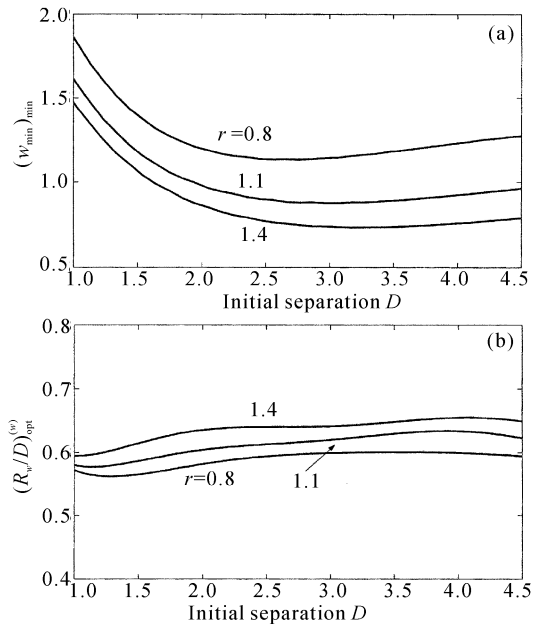


Fig. 2 (a) The minimum of the $w_{\text{min}}-R_w$ curves in Fig. 1(a) as the function of the initial separation D ; (b) $(R_w/D)_{\text{opt}}^{(w)}$ (the R_w/D values where the $w_{\text{min}}-R_w$ curves in Fig. 1(a) are minimum) as the function of D . The other parameters are $u_{01} = 5, u_{02} = 0.05$, respectively

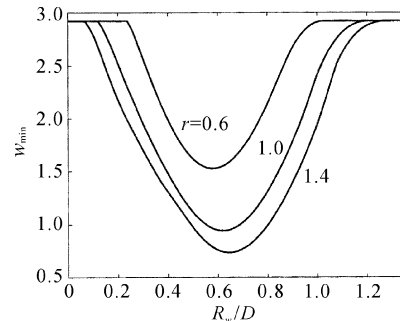


Fig. 3 For different wavelength ratio r , w_{min} as the function of R_w/D while D keeps unchanged. The other parameters are $u_{01} = 5, u_{02} = 0.05, D = 3$ respectively
可见, 其他参量不变时, 光束聚焦程度是 r 的单调函数, w_{min} 和 $(w_{\text{min}})_{\text{min}}$ 均随 r 单调减小**。从物理实质

* 对这个问题的规范做法应该是, 给定一个样品长度, 改变初始条件, 算出输出点的不同光束束宽, 最小的束宽对应的初始条件, 就是“给定样品长度, 光束的最佳压缩条件”。我们已经用数字计算证明, 两种做法的结果是等效的, 即聚焦长度的最小点, 就是给定样品长度, 光束的最佳压缩点。

** 文献[7]中关于波长比存在最佳值的结论有错。那是由于计算程序精度不够引起。用改进精度后的程序对文献[7]的结果进行复算表明, 除文献中图 5(b) $r > 1.0$ 的部分结果有误外, 其余主要结果仍然正确。

上不难理解此现象。由方程组中信号光的归一化演化方程可见,非线性交叉相位调制效应正比与 r (由于 $u_{01} \gg u_{02}$, 信号光的非线性自相位调制效应可以忽略), 而光束衍射效应反比与 r 。 r 增大, 使信号光的交叉相位调制效应增大, 加剧光束的汇聚, 并且同

时减小的衍射效应也会增加光束的汇聚。两个效应产生一致的结果, 使得光束汇聚程度成为波长比的单调函数。为了增加光束的压缩, r 在条件允许下越大越好。另一方面, 虽然 $(R_w/D)_{opt}^{(w)}$ 也是 r 的单调增加函数, 但其变化范围很小。

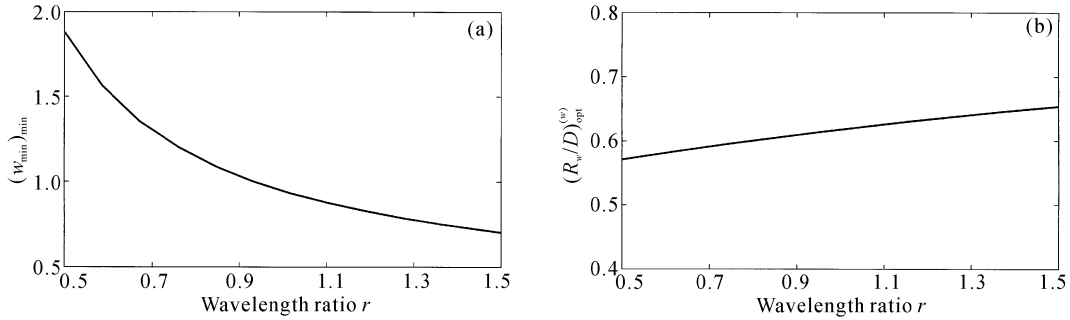


Fig. 4 (a) The minimum of the $w_{min}-R_w$ curves in Fig. 3 as the function of wavelength ratio r ; (b) $(R_w/D)_{opt}^{(w)}$ (the R_w/D values where the $w_{min}-R_w$ curves in Fig. 3 are minimum) as the function of r

图 5 是图 1 中样品长度最佳值 L_{min} 和 $(R_w/D)_{opt}^{(L)}$ 与 D 的函数关系。当 D 值较小时, 聚焦距离 L 与 R_w 的函数关系没有极小值[见图 1(b)中 $D=0.8$ 时的聚焦距离变化曲线], 仅当 D 大于临界

值 D_c (如图 5, D_c 是波长比 r 的函数) 后, L 才会出现极小值(最佳值)。极小值是 D 的单调增加函数。在给定介质样品长度和抽运光输入振幅的条件下, 可据此选择 D 和 R_w , 使信号光束得到最佳汇聚。

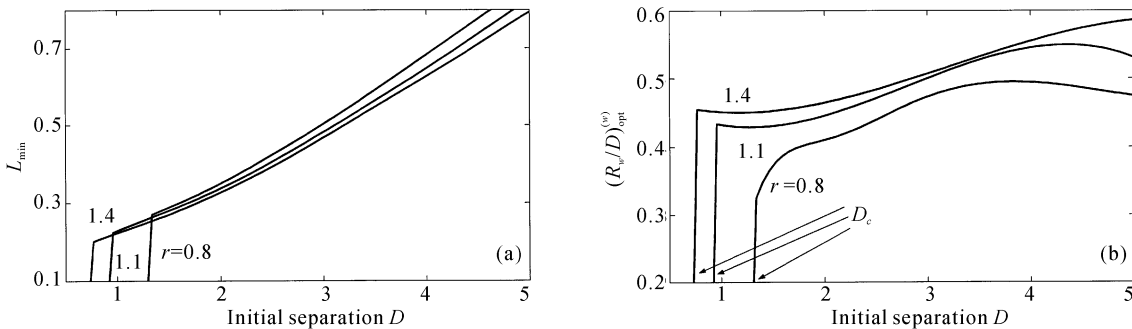


Fig. 5 The minimum of focusing distances, L_{min} , (a) and their corresponding R_w/D values, $(R_w/D)_{opt}^{(L)}$, (b) as the function of D . The other parameters are $u_{01}=5, u_{02}=0.05$ respectively

4 讨论:物理意义和最佳参量选择

上述现象的物理实质是强抽运光对弱信号光的交叉相位调制效应^[1]。如果我们假设抽运光在传输过程中波型保持不变, 并且进一步忽略信号光的弱自相位调制作用和衍射效应, 从方程组中信号光的演化方程和初始条件可得位于 X 坐标中心点的信号光受到中心位于 $X=D$ 点抽运光的交叉相位调制所产生的相位变化为

$$\phi_{NL} = -2rZ \exp\left[-\frac{(X-D)^2}{R_w^2}\right]. \quad (7)$$

而信号光的等相位面斜率 κ 由 $\frac{\partial^2 \phi_{NL}}{\partial X^2}$ 确定, 并且 $\kappa < 0$

对应光束的聚焦状态^[1]。由(7) 式得

$$\kappa \propto \frac{\partial^2 \phi_{NL}}{\partial X^2} = 4rZ \exp\left[-\frac{(X-D)^2}{R_w^2}\right] \frac{R_w^2 - 2(X-D)^2}{R_w^4}. \quad (8)$$

由(8) 式可得, κ 在区间 $0 \leq R_w/D \leq \sqrt{2}(1-X/D)$ 内为负值, 信号光聚焦, 并且在 $R_w/D = (\sqrt{5} - \sqrt{17}/\sqrt{2})(1-X/D) = 0.44(1-X/D)$ 达到极小值, $|\kappa|$ 在此点达到聚焦区间内的最大值, 聚焦程度最强。以上定性讨论忽略了抽运光的衍射效应和自相位调制效应以及信号光的衍射效应, 但信号光聚焦程度随 R_w 的变化特性已经可以略见一斑。

文献[7] 已经指出: 通过最佳值的选择, 可以在

其他条件不变的情况下,提高信号光束的压缩比($B = w_2/w_{out}$, w_{out} 为信号光输出束宽),即提高压缩效率。当 $R_w = 1$ (信号光和抽运光具有相同初始束宽)时,通过对 D 的最佳参量选择,可将压缩效果提高约 2 倍^[7]。当 $R_w \neq 1$ 时,还可将压缩效率进一步提高。当给定 $r = 1.1, u_{01} = 5$ 后,由图 2(a) 可得, $R_w = 1$ 时的最大压缩点满足 $(R_w/D_{max})|_{R_w=1} = (R_w/D)_{opt}^{(w)} \approx 0.6$,从而可得 $D_{max}|_{R_w=1} = 1/0.6 \approx 1.66$,此时 $(w_{min})_{min}|_{R_w=1} \approx 1.08$,但最佳压缩点 $D_{opt} \approx 3.0$,对应的 $[(w_{min})_{min}]_{opt} \approx 0.88$ 。两种不同的选择所得压缩比的比值为

$$\frac{B_{opt}}{B_{max}|_{R_w=1}} = \frac{(w_{min})_{min}|_{R_w=1}}{[(w_{min})_{min}]_{opt}} = \frac{1.08}{0.88} \approx 1.23,$$

压缩效率再次提高大约 1/4。

具体的实验要求不同对初始条件的选择会有所不同。如果给定了介质样品的长度,我们可以通过图 5 来选择初始值而获得信号光最佳压缩。例如,仍然给定 $r = 1.1, u_{01} = 5$,如果样品长度为 0.5,由图 5 得到 L_{min} 对应的 D 和 R_w/D 分别为 $D \approx 3.0$, $(R_w/D)_{opt}^{(L)} \approx 0.5$,从而得到 $R_w \approx 0.5 \times 3.0 = 1.5$ 。选择这样的 R_w, D 作为初始条件,可在 0.5 长度的样品上得到最佳压缩。

以上最佳参量值都是归一化系统中的,通过变换式(3)可将归一化参量转换到实际的物理系统中,从而确定实验参量。

结论 通过数值模拟,我们讨论了自散焦介质诱导光束聚焦过程中,初始束宽比在不同初始光束间距和波长比情况下对信号光聚焦的影响,得到了信号光聚焦效果的最佳初始参量条件。当样品长度任意时,如果抽运光初始振幅为 5,则抽运光初始束宽约为信号光初始束宽的 2 倍并且两光束的初始间隔大约为 3 时,信号光束可得到最大压缩。随波长比 r 的不同,最佳束宽比和间隔略有改变。如果仅从提高压缩比考虑, r 在条件允许下越大越好。当样品长度给定后,信号光最佳汇聚条件是 R_w/D 在

0.4~0.6 的范围。

文献[7]和本文共同组成对影响自散焦介质中诱导光束聚焦过程的全部 5 个参量的完整详细研究,研究结果对于利用此现象进行光束压缩实验的参量设计具有参考价值。

参 考 文 献

- 1 Agrawal G P. Induced focusing of optical beams in self-defocusing nonlinear media. *Phys. Rev. Lett.*, 1990, **64** (21):2478~2490
- 2 Agrawal G P. Transverse modulation instability of copropagating optical beams in nonlinear Kerr media. *J. Opt. Soc. Am (B)*, 1990, **7**(6):1072~1078
- 3 Dinev S G, Dreischuh A A, Naidenov A M. Induced waveguiding in a medium with cubic nonlinearity. *J. Opt. Soc. Am (B)*, 1991, **8**(10):2128~2131
- 4 Dinev S G, Dreischuh A A, Ivanova I M. Induced deflection of optical beams in an off-axis geometry. *J. Mod. Opt.*, 1992, **39**(4):667~671
- 5 Misra R M, Banerjee P P. Theoretical and experimental studies of pump-induced probe deflection in a thermal medium. *Appl. Opt.*, 1995, **34**(18):3358~3366
- 6 Pietrzyk M E. On the properties of two pulses propagating simultaneously in different dispersion regimes in a nonlinear planar waveguide. *J. Opt. (A): Pure Appl. Opt.*, 1999, **1**(6):685~696
- 7 Guo Qi, Tian Ye, Liu Chengyi. Optimum parameters for focusing of optical beams in self-defocusing nonlinear media. *Acta Physica Sinica* (物理学报), 2002, **51**(5):1057~1062 (in Chinese)
- 8 Li Huagang, Guo Qi. Focusing of optical beams by cross-phase modulation in three-dimensional self-focusing nonlinear media. *Chin. J. Lasers* (中国激光), 2003, **A30** (2):123~128 (in Chinese)
- 9 Stentz A J, Kauranen M, Maki J J *et al.*. Induced focusing and spatial wave breaking from cross-phase modulation in a self-defocusing medium. *Opt. Lett.*, 1992, **17**(1):19~21
- 10 Hickmann J M, Gomes A S L, Araujo C. Observation of spatical cross-phase modulation effects in a self-defocusing nonlinear medium. *Phys. Rev. Lett.*, 1992, **68**(24):3547~3550
- 11 Porras M A, Medina R. Entropy-based definition of laser beam spot size. *Appl. Opt.*, 1995, **34**(36):8247~8251

Influence of Beam Widths on the Induced Focusing of Optical Beams in Self-Defocusing Nonlinear Media

Guo Qi Li Huagang

(Institute of Quantum Electronics, South China Normal University, Guangzhou 510631)

(Received 29 July 2002; revised 28 October 2002)

Abstract: There are five parameters, i. e. the initial amplitudes of a pump beam and a signal beam, the ratio of the initial beam width of the pump to that of the signal, the initial separation between the two beams' centers, and the wavelength ratio of the pump to the signal, which influence the induced focusing of the signal optical beam due to the cross-phase modulation of the pump beam in self-defocusing nonlinear media. The effect of the ratio of the initial beam width on the focusing of the signal beam is discussed under other different parameters. The numerical results show that there exists a pair of optimum values for the ratio of the initial beam width and the initial separation, which can result in the strongest focusing of the signal, and another pair of optimum values for the ratio and the separation, under which the optimum focusing can be obtained for the given length of the medium specimen. The detailed discussion about the effects of all five parameters on the induced focusing of the optical beam in self-defocusing nonlinear media can be used to design experiments leading to the best effect of the focusing.

Key words: nonlinear optics; induced focusing of optical beams; nonlinear refractive index; cross-phase modulation effect; self-defocusing medium

《光学学报》重要通告

为了加快稿件的处理速度,促进期刊的电子化、网络化,本刊从 2003 年 5 月 1 日起一律采用电子邮件(E-mail)方式投稿。单位证明原件通过传统邮件方式寄过来。

未曾给《光学学报》编辑部留过电子邮件地址的《光学学报》审稿专家,请尽快把你们的电子邮件地址发给本刊编辑部,以便实行电子邮件方式审稿。

本刊的主网站是 <http://gxxb.chinajournal.net.cn>。网站上的“本刊动态”栏有以下内容,敬请广大作者、读者、审稿专家等各方面人士留意:

本刊最新的征稿简则——《光学学报》征稿简则(2003 年 7 月 1 日版);

《版权转让协议》

《光学学报》清样发送预告(每月刊登一次);

《光学学报》2002 年 22 卷第 6~12 期,2003 年 23 卷第 1 期~近期的目录(这对查找、阅读、引用《光学学报》近期的文章时是很方便的);

科技论文写作方面的信息;

以及其他紧急信息都可从本刊动态及时获得。

电 话:021-69918011, 69918428

E-mail:gxxb@mail.shenc.ac.cn

传 真:021-69918011

《光学学报》编辑部

2003 年 8 月 11 日

注 1) 注 1) 注 1) 注 1) 注 2) 注 2) 注 2) 注 2)

注 3) 注 3) 注 3) 注 3) 注 4) 注 4) 注 4) 注 4)