

文章编号: 0253-2239(2006)02-0300-5

利用三粒子 W 态隐形传送三粒子 GHZ 态*

杨洪钦^{1,3} 谢树森^{1,2} 陆祖康¹ 江云坤³

1 浙江大学现代光学仪器国家重点实验室, 杭州 310027
2 福建师范大学激光与光电子技术研究所, 福州 350007
3 福州大学电子科学与应用物理系, 福州 350002

摘要: 提出一个三粒子 GHZ(Greenberger-Horne-Zeilinger)态从发送者传送给两个接收者中任意一个的量子隐形传送方案。此方案用两个三粒子 W 态作为量子信道。若发送者进行两次贝尔态测量和阿达码门操作,想得到所需传送的三粒子 GHZ 态的接收者引进一个辅助粒子,进行控制-非操作,同时根据另一个接收者的测量结果实施一个适当的么正变换操作,可以一定的概率成功地隐形传送三粒子 GHZ 态。同时,此方案可推广至隐形传送 n 粒子 GHZ 态,这时也只需两个三粒子 W 态作为量子信道,但这时想得到所需传送的 n 粒子 GHZ 态的接收者需引进 $(n-2)$ 个辅助粒子,进行 $(n-2)$ 次控制-非操作,同时根据另一个接收者的测量结果实施一个适当的么正变换操作,可以一定的概率成功地隐形传送 n 粒子 GHZ 态。

关键词: 量子光学; 隐形传态; GHZ 态; 三粒子 W 态

中图分类号: O431.2 文献标识码: A

Teleportation of a Three-Particle GHZ State Via Three-Particle W States

Yang Hongqin^{1,3} Xie Shusen^{1,2} Lu Zukang¹ Jiang Yunkun³

1 State Key Laboratory of Modern Optical Instrumentation, Zhejiang University, Hangzhou 310027
2 School of Physics and Optoelectronics Technology, Fujian Normal University, Fuzhou 350007
3 Department of Electronic Science and Applied Physics, Fuzhou University, Fuzhou 350002

Abstract: A scheme for teleporting a three-particle Greenberger-Horne-Zeilinger (GHZ) state from a sender to either of the two receivers is proposed, where the quantum channel is composed of two three-particle W states. The results show that, for such a maximally entangled quantum channel, there is still a certain probability of successful teleportation if the sender performs two generalized Bell-state measurements and Hadamard operation while either of the two receivers performs the controlled-not operation and introduces an appropriate unitary transformation with the help of the other receiver's suitable measurements and classical information. The present scheme may be directly generalized to teleport an unknown n -particle GHZ state from a sender to either of the two receivers by introducing $n-2$ ancillary particles and performing $n-2$ controlled-not operations with the $n-2$ auxiliary particles as the target bit.

Key words: quantum optics; teleportation; Greenberger-Horne-Zeilinger (GHZ) state; three-particle W state

1 引 言

量子隐形传态是目前量子信息中最引人注目的课题之一,它是量子信息理论的重要组成部分,也是量子计算的基础^[1~3]。隐形传态(teleportation)的方案最早是由 Bennett 等^[4]提出。在此方案中用两粒子最大纠缠态作为量子信道,将未知量子态从发

送者传送给接收者。1997 年,奥地利的 Zeilinger 小组在实验上成功地将一个量子态从甲地的光子传送到乙地的光子上^[1]。近来,人们提出许多在实验上可行的方案来传送未知量子态^[5~17]。这些方案都是用两粒子纠缠态和 GHZ 态作为量子信道,将未知量子态从发送者传送给接收者。Dür 等^[18]证

* 福建省青年科技人才创新基金项目基金(2001J008)和福州大学科技发展基金(2004-xy-16)资助课题。

作者简介: 杨洪钦(1974~),男,福州大学电子科学与应用物理系助教,现为浙江大学光电系在职博士研究生,主要从事光学量子信息和激光与生物组织相互作用方面的研究。E-mail: hqyang@fjnu.edu.cn

收稿日期: 2005-01-18; 收到修改稿日期: 2005-06-17

明了三粒子两态系统存在两类不等价的纠缠形式——纠缠 GHZ 态或 W 态：

$$|\Psi_{\text{GHZ}}\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|000\rangle + |111\rangle), \quad (1)$$

$$|\Psi_{\text{W}}\rangle = \frac{1}{\sqrt{3}}(|001\rangle + |010\rangle + |100\rangle), \quad (2)$$

最近, Shi 等^[19~22]提出利用三粒子 W 态作为量子信道也可传送单比特未知量子态; 戴等^[23]提出利用两个三粒子 W 态作为量子信道隐形传送任意的两粒子态。本文提出利用两个三粒子 W 态作为量子信道, 可将三粒子 GHZ 态从发送者传送给两个接收者中的任意一个的方案。

2 三粒子 GHZ 态的隐形传送

假设粒子 1, 2, 3 处于某个未知的三粒子 GHZ 态上,

$$|\Psi\rangle_{123} = (\alpha|000\rangle + \beta|111\rangle)_{123}, \quad (3)$$

$$(|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1)$$

发送者(Alice)要把这个未知的三粒子 GHZ 态传送给远处的两个接收者(Bob 和 Charlie)中的任一个, 但粒子 1, 2, 3 始终要留在 Alice 这里。假设 Alice 与 Bob, Charlie 事先建立了两个三粒子最大纠缠 W 态通道:

$$|\Psi\rangle_{456} = \frac{1}{\sqrt{3}}(|001\rangle + |010\rangle + |100\rangle)_{456}, \quad (4)$$

$$|\Psi\rangle_{789} = \frac{1}{\sqrt{3}}(|001\rangle + |010\rangle + |100\rangle)_{789}, \quad (5)$$

粒子 4, 7 在 Alice 处, 粒子 5, 8 在 Bob 处, 粒子 6, 9 在 Charlie 处。于是要传送的粒子 1, 2, 3 与这两个三粒子纠缠 W 态(4, 5, 6)和(7, 8, 9)所构成的量子体系的总量子态为

$$|\Psi\rangle = |\Psi\rangle_{123} \otimes |\Psi\rangle_{456} \otimes |\Psi\rangle_{789}, \quad (6)$$

为实现隐形传送, Alice 首先对粒子(1, 4)和(2, 7)分别进行贝尔态测量, 经过这两次测量后, 所有可能的结果(16 种)如下:

$${}_{27}\langle\Phi^{\pm}|_{14}\langle\Phi^{\pm}|\Psi\rangle = \frac{1}{6}(\alpha|00101\rangle + \alpha|00110\rangle + \alpha|01001\rangle + \alpha|01010\rangle \pm \beta|10000\rangle)_{35689}, \quad (7)$$

$${}_{27}\langle\Psi^{\pm}|_{14}\langle\Phi^{\pm}|\Psi\rangle = \frac{1}{6}(\alpha|00100\rangle + \alpha|01000\rangle \pm \beta|10001\rangle \pm \beta|10010\rangle)_{35689}, \quad (8)$$

$${}_{27}\langle\Phi^{\pm}|_{14}\langle\Psi^{\pm}|\Psi\rangle = \frac{1}{6}(\alpha|00001\rangle + \alpha|00010\rangle \pm \beta|10100\rangle \pm \beta|11000\rangle)_{35689}, \quad (9)$$

$${}_{27}\langle\Psi^{\pm}|_{14}\langle\Psi^{\pm}|\Psi\rangle = \frac{1}{6}(\alpha|00000\rangle \pm \beta|10101\rangle \pm \beta|10110\rangle \pm \beta|11001\rangle \pm \beta|11010\rangle)_{35689}, \quad (10)$$

式中 $|\Phi^{\pm}\rangle_{ij}$ 和 $|\Psi^{\pm}\rangle_{ij}$ 为粒子 i 和 j 构成的贝尔基:

$$|\Phi^{\pm}\rangle_{ij} = \frac{1}{\sqrt{2}}(|00\rangle \pm |11\rangle)_{ij}, \quad (11)$$

$$|\Psi^{\pm}\rangle_{ij} = \frac{1}{\sqrt{2}}(|01\rangle \pm |10\rangle)_{ij}, \quad (12)$$

\pm^1 和 \pm^2 中的上标 1, 2 分别与粒子(1, 4), (2, 7)的贝尔态基相对应。显而易见, 经过两次贝尔测量后, 最初要传送的粒子 1, 2, 3 间的纠缠态消失了, 而在粒子 3, 5, 6, 8, 9 中建立起新的纠缠态。Alice 接着对粒子 3 进行阿达码门操作, 然后对粒子 3 进行测量, 使粒子 3 与粒子 5, 6, 8, 9 间的纠缠态消失。

例如, 若经过两次贝尔态测量后的纠缠态为

$${}_{27}\langle\Phi^{-}|_{14}\langle\Psi^{+}|\Psi\rangle = \frac{1}{6}(\alpha|00001\rangle + \alpha|00010\rangle - \beta|10100\rangle - \beta|11000\rangle)_{35689}, \quad (13)$$

对粒子 3 进行阿达码门操作:

$$H|0\rangle_3 = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle + |1\rangle)_3, \quad (14)$$

$$H|1\rangle_3 = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle - |1\rangle)_3, \quad (15)$$

则粒子 3 进行阿达码门操作将(13)式转换为

$$\frac{1}{6\sqrt{2}}[(\alpha|0001\rangle + \alpha|0010\rangle - \beta|0100\rangle - \beta|1000\rangle)_{5689}|0\rangle_3 + (\alpha|0001\rangle + \alpha|0010\rangle + \beta|0100\rangle + \beta|1000\rangle)_{5689}|1\rangle_3], \quad (16)$$

Alice 对粒子 3 进行测量。若测得的结果为 $|0\rangle_3$, 则粒子 5, 6, 8, 9 将坍缩为

$$\frac{1}{6\sqrt{2}}(\alpha|0001\rangle + \alpha|0010\rangle - \beta|0100\rangle - \beta|1000\rangle)_{5689}, \quad (17)$$

若测得的结果为 $|1\rangle_3$, 则粒子 5, 6, 8, 9 将坍缩为

$$\frac{1}{6\sqrt{2}}(\alpha|0001\rangle + \alpha|0010\rangle + \beta|0100\rangle + \beta|1000\rangle)_{5689}. \quad (18)$$

以上工作完成之后, Alice 通过经典信道将测量结果通知 Bob 和 Charlie。假设 Alice 对粒子 3 测得的结果为 $|0\rangle_3$, 如果 Bob 想得到所需传送的三粒子纠缠态(3), 首先要 Charlie 对粒子 6 和 9 分别进行测量。如果测量结果为 $|01\rangle_{69}$, $|10\rangle_{69}$ 或 $|11\rangle_{69}$, 则隐形传态失败。如果测量结果为 $|00\rangle_{69}$, 则隐形传态可能成功。如果测量结果为 $|00\rangle_{69}$, 则(17)式将坍缩为

$$|\Psi\rangle_{58} = \frac{1}{6\sqrt{2}}(\alpha|01\rangle - \beta|10\rangle)_{58}, \quad (19)$$

Charlie 通过经典信道将测量结果通知 Bob。Bob 引进一个初态为 $|0\rangle_A$ 的粒子 A。粒子 5, 8 与粒子 A 所构成的量子体系的量子态为

$$|\Psi\rangle_{58} \otimes |0\rangle_A = \frac{1}{6\sqrt{2}}(\alpha|01\rangle - \beta|10\rangle)_{58} \otimes |0\rangle_A, \quad (20)$$

Bob 接着对粒子(8, A)做控制-非(C-NOT)操作, 粒子 8 作为控制比特, 粒子 A 作为受控比特, 则(20)

式转换为

$$|\Psi\rangle_{58A} = \frac{1}{6\sqrt{2}}(\alpha|011\rangle - \beta|100\rangle)_{58A}, \quad (21)$$

Bob 可以在该纠缠态(21)式上作用一个幺正变换

$$U_1 = (|0\rangle\langle 0| + |1\rangle\langle 1|)_5 \otimes (|0\rangle\langle 1| - |1\rangle\langle 0|)_8 \otimes (|0\rangle\langle 1| + |1\rangle\langle 0|)_A, \quad (22)$$

来使它转变为原来的三粒子 GHZ 态(3), 成功的概率为 1/72。其他 31 种结果也可以用相同的方法使其转变为三粒子 GHZ 态(3), 成功的概率均为 1/72。隐形传态成功的总概率为 $(1/72) \times 32 = 4/9$ 。在各种情况下所对应的操作由表 1 列出。表 1 中 H_3^{\pm} 表示对粒子 3 实施阿达码门操作, 上标 \pm 中 + 和 - 分别与粒子 3 实施阿达码门操作后对其进行测量所得结果 $|0\rangle_3$ 和 $|1\rangle_3$ 对应, \pm^1 和 \pm^2 中的上标 1, 2 分别与粒子(1, 4), (2, 7)的 Bell 基相对应。

表 1 Bob 所实施的幺正变换 U_1

Table 1 All unitary transformation U_1 by Bob

| States of particles 5, 8 and A_1 | U_1 |
|--|---|
| $H_3^{\pm^1} ({}_{27}\langle \Phi^\pm {}_{14}\langle \Phi^\pm \Psi \rangle)$ | $(0\rangle\langle 1 \pm^1 1\rangle\langle 0)_5 \otimes (0\rangle\langle 1 \pm^2 1\rangle\langle 0)_8 \otimes (0\rangle\langle 1 \pm 1\rangle\langle 0)_A$ |
| $H_3^{\pm^2} ({}_{27}\langle \Psi^\pm {}_{14}\langle \Phi^\pm \Psi \rangle)$ | $(0\rangle\langle 1 \pm^1 1\rangle\langle 0)_5 \otimes (0\rangle\langle 0 \pm^2 1\rangle\langle 1)_8 \otimes (0\rangle\langle 0 \pm 1\rangle\langle 1)_A$ |
| $H_3^{\pm^1} ({}_{27}\langle \Phi^\pm {}_{14}\langle \Psi^\pm \Psi \rangle)$ | $(0\rangle\langle 0 \pm^1 1\rangle\langle 1)_5 \otimes (0\rangle\langle 1 \pm^2 1\rangle\langle 0)_8 \otimes (0\rangle\langle 1 \pm 1\rangle\langle 0)_A$ |
| $H_3^{\pm^2} ({}_{27}\langle \Psi^\pm {}_{14}\langle \Psi^\pm \Psi \rangle)$ | $(0\rangle\langle 0 \pm^1 1\rangle\langle 1)_5 \otimes (0\rangle\langle 0 \pm^2 1\rangle\langle 1)_8 \otimes (0\rangle\langle 0 \pm 1\rangle\langle 1)_A$ |

类似地, Alice 通过经典信道将测量结果通知 Bob 和 Charlie, 如果 Charlie 想得到所需传送的三粒子 GHZ 态(3), 首先要 Bob 对粒子 5 和 8 进行测量。如果测量结果为 $|01\rangle_{58}$, $|10\rangle_{58}$, $|11\rangle_{58}$, 则隐形传态失败。如果测量结果为 $|00\rangle_{58}$, Bob 通过经典信道告诉 Charlie, Charlie 引进一个初态为 $|0\rangle_A$ 的粒子 A, 然后对粒子(9, A)做控制-非(C-NOT)操

作, 粒子 9 作为控制比特, 粒子 A 作为受控比特, 接着 Charlie 根据所得信息对粒子 6, 9, A 实施一个适当幺正变换 U_1 , 使其转变为原来的三粒子 GHZ 态(3)。32 种态可以用同样的方法进行转换, 成功的概率均为 1/72。隐形传态成功的总概率为 $(1/72) \times 32 = 4/9$ 。在各种情况下所对应的操作由表 2 列出。

表 2 Charlie 所实施的幺正变换 U_1

Table 2 All unitary transformation U_1 by Charlie

| States of particles 6, 9 and A_1 | U_1 |
|--|---|
| $H_3^{\pm^1} ({}_{27}\langle \Phi^\pm {}_{14}\langle \Phi^\pm \Psi \rangle)$ | $(0\rangle\langle 1 \pm^1 1\rangle\langle 0)_6 \otimes (0\rangle\langle 1 \pm^2 1\rangle\langle 0)_9 \otimes (0\rangle\langle 1 \pm 1\rangle\langle 0)_A$ |
| $H_3^{\pm^2} ({}_{27}\langle \Psi^\pm {}_{14}\langle \Phi^\pm \Psi \rangle)$ | $(0\rangle\langle 1 \pm^1 1\rangle\langle 0)_6 \otimes (0\rangle\langle 0 \pm^2 1\rangle\langle 1)_9 \otimes (0\rangle\langle 0 \pm 1\rangle\langle 1)_A$ |
| $H_3^{\pm^1} ({}_{27}\langle \Phi^\pm {}_{14}\langle \Psi^\pm \Psi \rangle)$ | $(0\rangle\langle 0 \pm^1 1\rangle\langle 1)_6 \otimes (0\rangle\langle 1 \pm^2 1\rangle\langle 0)_9 \otimes (0\rangle\langle 1 \pm 1\rangle\langle 0)_A$ |
| $H_3^{\pm^2} ({}_{27}\langle \Psi^\pm {}_{14}\langle \Psi^\pm \Psi \rangle)$ | $(0\rangle\langle 0 \pm^1 1\rangle\langle 1)_6 \otimes (0\rangle\langle 0 \pm^2 1\rangle\langle 1)_9 \otimes (0\rangle\langle 0 \pm 1\rangle\langle 1)_A$ |

3 n 粒子 GHZ 态的隐形传送

上面提出的方案可推广到隐形传送 n 粒子 GHZ 态,这时只要用两个三粒子 W 态作为量子信道。假设待传送的未知的 n 粒子 GHZ 态为

$$|\Psi\rangle_{a_1, a_2, \dots, a_n} = (\alpha|00\dots 0\rangle + \beta|11\dots 1\rangle)_{a_1, a_2, \dots, a_n},$$

$$(|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1)$$

发送者(Alice)要把这个未知的 n 粒子 GHZ 态传送给远处的两个接收者(Bob 和 Charlie)中的任一个, Alice 与 Bob, Charlie 事先建立了两个三粒子最大纠缠 W 态通道:

$$|\Psi\rangle_{123} = \frac{1}{\sqrt{3}}(|001\rangle + |010\rangle + |100\rangle)_{123},$$

$$|\Psi\rangle_{456} = \frac{1}{\sqrt{3}}(|001\rangle + |010\rangle + |100\rangle)_{456},$$

粒子 1,4 在 Alice 处,粒子 2,5 在 Bob 处,粒子 3,6 在 Charlie 处。为实现隐形传送, Alice 首先对粒子 $(a_1, 1)$ 和 $(a_2, 4)$ 分别进行贝尔态测量,接着分别对粒子 a_3, a_4, \dots, a_n 进行阿达码门操作和测量,则粒子 2,3,5,6 将坍缩到相应的态上。以上工作完成之后, Alice 通过经典信道将测量结果通知 Bob 和 Charlie。如果 Bob 想得到所需传送的 n 粒子 GHZ 态,首先要 Charlie 对粒子 3 和 6 分别进行测量。如果测量结果为 $|01\rangle_{36}$, $|10\rangle_{36}$ 或 $|11\rangle_{36}$, 则隐形传态失败。如果测量结果为 $|00\rangle_{36}$, 则隐形传态可能成功。Charlie 通过经典信道将测量结果通知 Bob。Bob 引进 $(n-2)$ 个初态为 $|0\rangle_{A_i}$ 的粒子 $A_i (i=1, 2, \dots, n-2)$ 。对粒子 $(5, A_i)$ 做控制-非(C-NOT)操作,粒子 5 作为控制比特,粒子 A_i 作为受控比特,粒子 2,5 与粒子 A_1, A_2, \dots, A_{n-2} 所构成的量子体系的量子态,根据 Charlie 的测量结果实施一个适当的幺正变换操作, Bob 就可以一定的概率成功地获得原来的 n 粒子 GHZ 态。

类似地, Alice 通过经典信道将测量结果通知 Bob 和 Charlie,如果 Charlie 想得到所需传送的 n 粒子 GHZ 态,首先要 Bob 对粒子 2 和 5 进行测量。如果测量结果为 $|01\rangle_{25}$, $|10\rangle_{25}$, $|11\rangle_{25}$, 则隐形传态失败。如果测量结果为 $|00\rangle_{25}$, 则隐形传态可能成功。Bob 通过经典信道将测量结果通知 Charlie, Charlie 引进 $(n-2)$ 个初态为 $|0\rangle_{A_i}$ 的粒子 $A_i (1, 2, \dots, n-2)$, 然后对粒子 $(6, A_i)$ 做控制-非(C-NOT)操作,粒子 6 作为控制比特,粒子 A_i 作为受控比特,粒子 3,6 与粒子 A_1, A_2, \dots, A_{n-2} 所构成的量子体系的量子态,根据 Bob 的测量结果实施一个适当的幺

正变换操作, Charlie 就可以一定的概率成功地获得原来的 n 粒子 GHZ 态。

4 总 结

本文利用两个三粒子纠缠 W 态作为量子信道, 可将未知的三粒子 GHZ 态从发送者传送给两个接收者中的任意一个。该方案中发送者进行两次贝尔态测量和阿达码门操作, 想得到所需传送的三粒子 GHZ 态的接收者引进一个辅助粒子, 进行控制-非操作, 同时根据另一个接收者的测量结果实施一个适当的幺正变换操作, 可以一定的概率成功地隐形传送三粒子 GHZ 态。本文方案有以下优点: 可将待传送的三粒子 GHZ 态从发送者传送给两个接收者中的任一个, 而文献[15]中用三对两粒子纠缠态作为量子信道隐形传送三粒子 GHZ 态的方案只能从发送者传送给一个接收者; 另外, 只要用两个三粒子 W 态作为量子信道, 就可推广到隐形传送 n 粒子 GHZ 态。文献[24]提出了制备 W 态的方案, 因此我们的方案在实验上是可行的。

参 考 文 献

- 1 D. Bouwmeester, J. W. Pan, K. Mattle *et al.*. Experimental quantum teleportation[J]. *Nature*, 1997, **390**(6660): 575~579
- 2 A. Furusawa, J. L. Soensen, S. L. Brunstein *et al.*. Unconditional quantum teleportation [J]. *Science*, 1998, **282**(5389): 706~708
- 3 Shi-Biao Zheng, Guang-Can Guo. Teleportation of an unknown atomic state through the Raman atom-cavity-field interaction[J]. *Phys. Lett. (A)*, 1997, **232**(6): 171~174
- 4 C. H. Bennett, G. Brassard, C. Crepeau *et al.*. Teleporting an unknown quantum state via dual classical and Einstein-Podolsky-Rosen channels[J]. *Phys. Rev. Lett.*, 1993, **70**(13): 1895~1899
- 5 Yang Chui-ping, Guo Guang-Can. A proposal of teleportation for three-particle entangled state [J]. *Chin. Phys. Lett.*, 1999, **16**(9): 628~629
- 6 Bao-Sen Shi, Yun-Kun Jiang, Guang-Can Guo. Probabilistic teleportation and two-particle entangled state [J]. *Phys. Lett. (A)*, 2000, **268**(4): 161~164
- 7 J. Lee, M. S. Kim. Entanglement teleportation via Werner states [J]. *Phys. Rev. Lett.*, 2000, **84**(18): 4236~4239
- 8 M. Ikram, S. Y. Zhu, M. S. Zubairy. Quantum teleportation of an entangled state [J]. *Phys. Lett. (A)*, 2000, **62**(2): 022307-1~022307-9
- 9 Wan-Li Li, Chuan-Feng Li, Guang-Can Guo. Probabilistic teleportation and entanglement matching [J]. *Phys. Rev. (A)*, 2000, **61**(3): 034301-1~034301-3
- 10 Jin-Yan Zeng, Hong-bo Zhu, Shou-yong Pei. Multiparticle reduced density matrix and a useful kind of entangled state for quantum teleportation [J]. *Phys. Rev. (A)*, 2002, **65**(5): 052307-1~052307-11
- 11 L. Henderson, L. Hardy, V. Vedral. Two-state teleportation [J]. *Phys. Rev. (A)*, 2000, **61**(6): 062306-1~062306-8
- 12 Hong Lu, Guang-can Guo. Teleportation of a two-particle

- entangled state via entanglement swapping[J]. *Phys. Lett. (A)*, 2000, **276**(2): 209~212
- 13 Ke-Hui Song, Wei-Jun Zhang. Teleportation of entangled photon [J]. *Opt. Commun.*, 2001, **195**: 211~213
- 14 Zheng Yi-Zhuang, Gu Yong-Jian, Guo Guang-Can. Teleportation of a three-particle entangled W state[J]. *Chin. Phys.*, 2002, **11**(6): 537~542
- 15 Fang Jian-Xing, Ling Y in-Sheng, Zhu Shi-Qun *et al.*. Teleportation of a three-particle state via entanglement swapping [J]. *Commun. Theor. Phys.*, 2003, **39**(5): 529~530
- 16 Jianxing Fang, Yinsheng Lin, Shiqun Zhu *et al.*. Probabilistic teleportation of a three-particle state via three pairs of entangled particles[J]. *Phys. Rev. (A)*, 2003, **67**(1): 014305-1~014305-4
- 17 Lin Xiu, Li Hongcai. Teleportation of a two-qubit atomic state through the Raman atom-cavity-field interaction[J]. *Acta Optica Sinica*, 2003, **23**(2): 137~141 (in Chinese)
林 秀,李洪才. 利用拉曼型的 Jaynes-Cummings 模型传送两比特的未知原子态[J]. *光学学报*, 2003, **23**(2): 137~141
- 18 W. Dür, G. Vidal, J. I. Cirac. Three qubits can be entangled in two inequivalent ways [J]. *Phys. Rev. (A)*, 2000, **62**(6): 062314-1~062314-12
- 19 B. S. Shi, A. Tomita. Teleportation of an unknown state by W state[J]. *Phys. Lett. (A)*, 2002, **296**(4): 161~164
- 20 J. Joo, Y. J. Park. Comment on “Teleportation of an unknown state by W state”[J]. [*Phys. Lett. (A)*, 2002, **296**: 161]. *Phys. Lett. (A)*, 2002, **300**(3): 324~326
- 21 B. S. Shi, A. Tomita. Reply to “Comment on: Teleportation of an unknown state by W state”[J]. [*Phys. Lett. (A)*, 2002, **300**(3): 324]. *Phys. Lett. (A)*, 2002, **300**(5): 538~539
- 22 Zhuo-Liang Cao, Ming Yang. Probabilistic teleportation of unknown atomic state using W class states[J]. *Phys. (A)*, 2004, **337**(1): 132~140
- 23 Hong-Yi Dai, Ping-Xing Chen, Cheng-Zu Li. Probabilistic teleportation of an arbitrary two-particle state by two partial three-particle entangled W states [J]. *J. Opt. B: Quant. Semiclass. Opt.*, 2004, **6**: 106~109
- 24 Guang-Can Guo, Yong-Sheng Zhang. Scheme for preparation of the W state via cavity quantum electrodynamics[J]. *Phys. Rev. (A)*, 2002, **65**(5): 054302-1~054302-3

Optics InfoBase 数据库收录 *Chinese Optics Letters*

Optics InfoBase 网络数据库是美国光学学会(OSA)主办的国际权威性的光学期刊全文数据库,它收录了 *Optics Letters*, *Optics Express*, *JOSA (A,B)* 等多个国际知名光学期刊,是全球光学领域最重要、最常用的期刊文献数据库。近日,从美国光学学会传来消息,从 2006 年起, *Chinese Optics Letters* 被正式列入其 Optics InfoBase 网络平台。 *Chinese Optics Letters* 在该数据库中使用与美国光学学会主办刊物相同的数据结构,读者可以方便地在线检索、查阅 *Chinese Optics Letters* 发表的论文。这是 *Chinese Optics Letters* 国际化进程中的重要一步。

欢迎访问 <http://col.osa.org>

光学期刊联合编辑部