

文章编号: 1007-4627(2004)02-0159-03

## 三轴形变对<sup>102</sup>Rh 旋称反转的影响\*

郑仁蓉, 杨盈春, 陆 祺, 朱顺泉

(上海师范大学物理系, 上海 200234)

**摘 要:** 将两准粒子加轴对称转子模型扩展到三轴形变, 对奇奇核<sup>102</sup>Rh 的旋称反转进行了研究和  
分析, 结果表明, 可能的旋称反转机制(即低 K 空间 n-p 相互作用和科氏力的相互竞争), 对于 A  
= 100 质量区奇奇核也是适用的, 三轴形变可以明显地改进能谱的振荡特性.

**关键词:** 奇奇核; 旋称反转; 两准粒子加三轴形变转子模型

**中图分类号:** O571.23 **文献标识码:** A

奇奇核的旋称反转(signature inversion)一直受到一些实验和理论学者的关注<sup>[1, 2]</sup>. 在继 A = 160, 130, 80 质量区之后, 最近的实验发现在 A = 100, 180 质量区也存在旋称反转<sup>[3]</sup>, 为了解释实验结果, 出现了各种不同的旋称反转机制的理论模型<sup>[2-6]</sup>. 迄今为止, 对于奇奇核的旋称反转机制到底是什么和是否存在一种适用于各个不同质量区的普遍机制仍没形成共识. 我们曾经提出一种用于研究奇奇核的两准粒子加轴对称转子模型<sup>[4]</sup>, 这种模型的基矢空间考虑了近轴对称的  $\gamma$  振动微扰. 该模型对 A = 160<sup>[4]</sup>, 130<sup>[4]</sup>, 80<sup>[4]</sup> 3 个质量区奇奇核的计算结果和实验数据均相一致, 这表明我们的模型对奇奇核旋称反转研究很有效, 从该模型得出的旋称反转机制也应该是合理的. 我们还将该模型扩大到了 A = 100 质量区<sup>[4]</sup>, 研究了该模型和已有的旋称反转机制对这个新的质量区的适用性, 本文在原来的基础上加入了三轴形变, 进一步考察原子核三轴形变对奇奇核旋称反转能谱的影响.

在理论模型上, 二准粒子加三轴形变转子模型(PTRM)与我们所用的二准粒子加轴对称转子模型(PRM)<sup>[4]</sup>相比的不同之处仅在于引入三轴形变, 使三轴核心的哈密顿量  $H_R$  写成

$$H_R = \sum_{k=1}^3 \frac{(I_k - j_{nk} - j_{pk})^2}{2g_k}, \quad (1)$$

此式可以写成:

$$\begin{aligned} H_R = & \left( \frac{1}{4g_1} + \frac{1}{4g_2} \right) \cdot \\ & [(I^2 - I_3^2) + (j_n^2 - j_{n3}^2) + (j_p^2 - j_{p3}^2) + \\ & C_2(j_n - j_{p+} + j_{n+}j_{p-}) - \\ & C_3(I_+ j_{n-} + I_- j_{n+} + I_+ j_{p-} + I_- j_{p+})] + \\ & \left( \frac{1}{4g_2} - \frac{1}{4g_1} \right) \cdot \\ & \left[ -\frac{1}{2}(I_+^2 + I_-^2) - \frac{1}{2}(j_{n+}^2 + j_{n-}^2) - \right. \\ & \left. \frac{1}{2}(j_{p+}^2 + j_{p-}^2) - C_4(j_{n+}j_{p+} + j_{n-}j_{p-}) + \right. \\ & \left. C_5(I_+ j_{n+} + I_- j_{n-} + I_+ j_{p+} + I_- j_{p-}) \right] + \\ & \frac{1}{2g_3}(I_3^2 + j_{n3}^2 + j_{p3}^2) + \\ & \frac{1}{g_3}(j_{n3}j_{p3} - I_3j_{n3} - I_3j_{p3}), \quad (2) \end{aligned}$$

其中

$$g_k = \frac{4}{3}T \times \sin^2(\gamma - \frac{2k\pi}{3}),$$

$$k = 1, 2, 3,$$

T 为转动惯量参量,  $\gamma$  为标识三轴形变大小的角度. 当  $\gamma = 0^\circ$  时, T 即为轴对称转子的转动惯量 g. 注意(2)式中几个 C 系数是另加的,  $C_2 > 0$ ,  $(C_2 - 1)$  表示剩余 n-p 相互作用的系数,  $C_3$  为科氏力减弱因子, 系数  $C_4 = C_5 = 1.0$  将用于以下分析时, 对相应

收稿日期: 2003 - 12 - 08; 修改日期: 2004 - 02 - 27

\* 基金项目: 国家自然科学基金资助项目(10375001); 上海市高校科技发展基金资助项目(03DZ03); 上海市科委科技发展基金资助项目(0252nm082)

作者简介: 郑仁蓉(1944-), 女(汉族), 重庆人, 教授, 从事核理论研究.

项的开合。

对于奇奇核<sup>102</sup>Rh 的晕带能谱, 价核子所处的单  $j$  轨道为  $j_p = g_{9/2} \otimes j_n = h_{11/2}$ . 由于时间反演不变性,  $j_p$  和  $j_n$  的第三分量分别为  $\Omega_p = 1/2, -3/2, 5/2, \dots$  和  $\Omega_n = -1/2, 3/2, -5/2, \dots$ . 在计算中, 能隙参量取为  $\Delta_p = \Delta_n = 0.46 \kappa$ , 其中  $\kappa$  是能量单位. 其它参数取值见表 1. 表中各参数主要是从物

表 1 <sup>102</sup>Rh (PTRM) 计算参数值

核	$T/(\kappa^{-1})$	$\lambda_n/(\kappa)$	$\lambda_p/(\kappa)$	$C_2$	$C_3$	$\gamma/(\circ)$
<sup>102</sup> Rh	36.00	-0.88	-0.45	1.1	0.68	10

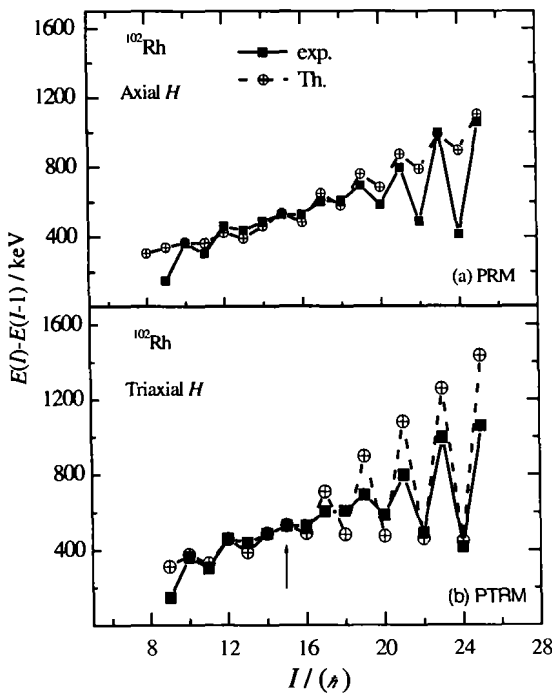


图 1 PTRM 计算(b)与实验(—)及 PRM(a)计算的比较

理意义上确定的, 除了  $\gamma$  和  $\kappa$  由于引入三轴形变有所改变, 其余均与轴对称转子情况相同. 图 1 为用 PTRM(b) 计算<sup>102</sup>Rh 的结果及与实验(实线)和用 PRM(a) 计算比较. 由图 1 可见, PTRM 和 PRM 计算均与实验基本相符. 但 PTRM 在高自旋部分振荡幅度大于 PRM, 因而 PTRM 计算结果好于 PRM.

为了分析三轴形变是怎样影响奇核旋称反转的, 可看图 2. 由于旋称振荡主要取决于相因子  $(-1)^{I-j_n-j_p}$ , 在图 2 中, 我们通过各个  $C$  系数, 一

个一个地考察有此项因子的项是如何影响旋称振荡的. 由图 2 可见, 1)  $n-p$  相互作用(a)和  $I-j_-$  (d)项引起旋称反转, 而科氏力(b)和  $j_-j_-$  (c)项使旋称正常振荡; 2) 自旋大, 旋称振荡幅度大; 3)  $\gamma$  大, 旋称振荡幅度也大. 因此旋称振荡幅度大. 以上 2) 说明了 PTRM 计算结果好于 PRM 的原因, 即  $\gamma$  形变能增大高自旋部分的旋称振荡幅度, 改进理论与实验的符合程度.

由于科氏力(b)和  $n-p$  相互作用(a)的振荡幅度最大, 且随自旋减小最慢, 所以图 2 说明, 科氏力与  $n-p$  相互作用的竞争仍然是奇奇核旋称反转的主要原因.

又因为  $j_-j_-$  (c)引起的振荡远小于  $I-j_-$  (d), 所以由三轴形变引起的总效应是增强了旋称反转的竞争能力. 也就是说, 大的  $\gamma$  形变可以把旋称反转点推向高自旋, 如在<sup>100</sup>Rh 核中就是这种情况<sup>[3]</sup>.

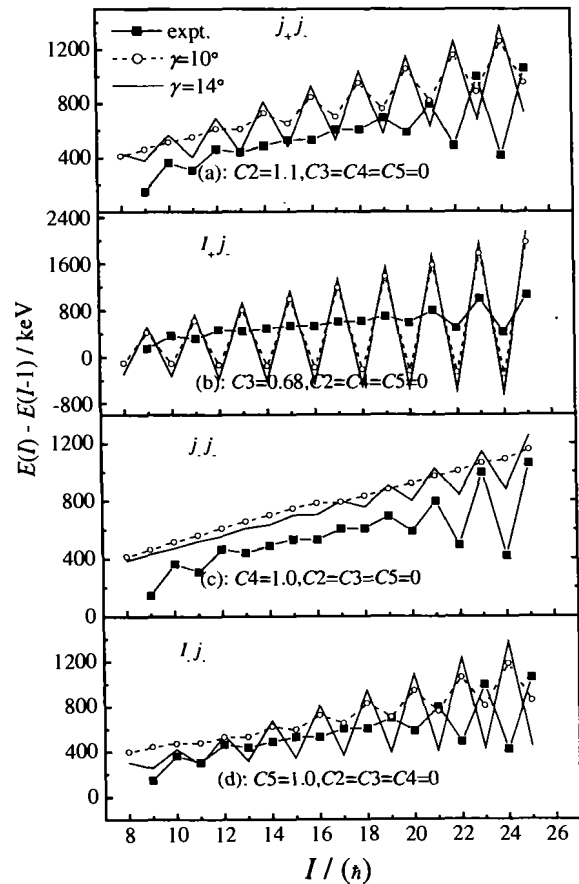


图 2 应用不同系数  $C$ ,  $\gamma = 10^\circ, 14^\circ$  两种情况下的<sup>102</sup>Rh 的 PTRM 计算

## 参 考 文 献:

- [1] Kreiner A J. Phys Rev Lett, 1979, **43**: 1 150.
- [2] Bengtsson R, Pinston J A, Barneoud D, *et al.* Nucl Phys, 1982, **A389**: 158; Hamamoto I. Phys Lett, 1990, **B235**: 221; Hara K, Sun Y. Nucl Phys, 1991, **A531**: 221.
- [3] Gizon J, Gh Cata-Danil, Gizon A, *et al.* Phys Rev, 1999, **C59**: R570; Chattopadhyay S, Mukherjee A, Pramanik D A, *et al.* Phys Rev, 1998, **57**: R471; Gizon A, Gh Cata-Danil, Gizon A, *et al.* Eur Phys J, 1998, **A2**: 325.
- [4] Zheng R R, Zhu S Q, Cheng N P, *et al.* Phys Rev, 2001, **C64**: 014313; Zhu S Q, Zheng R R. Chin Phys Lett, 1996, **13**: 504; Zheng R R, Zhu S Q, Pu Y W. Phys Rev, 1997, **C56**: 175; Zheng R R, Zhu S Q. J of Modern Phys, 1999, **E8**: 131; Winchell D F. Phys Rev, 1997, **C55**: 111.
- [5] Doring J, Holccomb J W, Johnson T D, *et al.* Phys Rev, 1993, **C47**: 2 560; Landufo E. Phys Rev, 1996, **C54**: 626; Rudolph D. Phys Lett, 1996, **76**: 376; Harder A. Phys Rev, 1995, **C51**: 2 932; Kaye R A. Phys Rev, 1996, **C54**: 1 038; Tanbel S K. Nucl Phys, 1998, **A632**: 3; Chattopadhyay S. Phys Rev, 1994, **C49**: 116; Labor S L. Phys Rev, 1997, **C56**: 142; Doring J. Phys Rev, 1999, **C59**: 71; Timar J. Acta Physica Polonica, 2003, **52**: 1 891.
- [6] Tajima N. Nucl Phys, 1994, **A572**: 365.

## Influence of Triaxial Deformation on Signature Inversion in Odd-odd Nucleus $^{102}\text{Rh}^*$

ZHENG Ren-rong, YANG Yin-chun, LU Qi, ZHU Shun-quan

(Department of Physics, Shanghai Normal University, Shanghai 200234, China)

**Abstract:** The model of an axially symmetric rotor plus two quasi-particles for the Signature Inversion (SI) in odd-odd nuclei is generalized to the triaxial deformation. The calculation of the odd - odd nucleus  $^{102}\text{Rh}$  shows that the possible SI mechanism (i. e. , the competition between the n-p interaction and the coriolis force in low  $K$  space) is also appropriate for odd-odd nuclei in the  $A=100$  region. A triaxial shape can improve the vibration property of the rotational spectra remarkably.

**Key words:** odd-odd nuclei; signature inversion; two quasi-particles plus triaxial rotor model.

---

\* **Foundation item:** National Natural Science Foundation of China (10375001); Shanghai Foundation for Developing Science and Technology in University (03DZ03); Shanghai Foundation for Developing Science and Technology (0252nm082)