

转动频率对 ^{175}Hf 核的三轴超形变的影响*

李晓伟^{1,2} 于少英^{1,2,3;1)}

1 (浙江师范大学数理与信息工程学院 金华 321000)

2 (湖州师范学院理学院 湖州 313000)

3 (中国科学院理论物理所 北京 100080)

摘要 采用 TRS 方法对曾经在低转动频率下计算过的 ^{175}Hf 进行较高转动频率的计算, 结果在原来没有第二极小值的总位能面中出现了极小值, 进而分析它的产生机制, 并对两个频率下的各部分能量进行了比较.

关键词 位能面 三轴超形变 组态

1 引言

自从 1992 年实验上第一次在 ^{163}Lu 中发现三轴超形变带以来^[1], 已经在稀土核区附近的很多元素的同位素中发现了多条三轴超形变带, 特别是 Lu 核^[2-4]. 最近, 对 Hf 核的研究越来越多, 并且在一些同位素中也发现了多条三轴超形变带: 在 ^{168}Hf 中发现了 3 条^[5], 在 ^{170}Hf 中发现了 2 条^[6, 7], ^{174}Hf 中发现 4 条^[8], ^{175}Hf 中发现 2 条^[9], 最近的研究又在 $^{171, 172, 173}\text{Hf}$ 中也发现了三轴超形变带.

对于 ^{175}Hf 中发现的两条具有很大转动惯量的高形变带, 一直存在着很大的争议^[10]. 我们曾经用 TRS 方法对 ^{175}Hf 在转动频率为 $0.02\hbar\omega_0$, ε_4 为 0.03 的情况下进行了计算, 结果没有发现具有三轴超形变的证据. 本文将在提高转动频率到 $0.05\hbar\omega_0$ 的情况下对 ^{175}Hf 进行进一步研究, 并对 ^{175}Hf 在不同转动频率下进行了比较, 讨论了转动频率对 ^{175}Hf 三轴超形变的影响.

2 理论方法

在我们的 TRS 方法中, 采用 Nilsson 势作为单粒子势. Nilsson 势参数为 κ 和 μ , 其值取自文献[11], 对于对效应的处理采用 BCS 理论^[12], 对能隙参数通过质子和中子的奇偶质量差来计算得出. 在势场绕 x 轴转

动下, 在其中运动的准粒子的哈密顿量为

$$H^\omega = H_{s.p.}(\varepsilon_2, \varepsilon_4, \gamma) - \lambda N + \Delta(p^+ p^+) - \omega j_x,$$

其中 $H_{s.p.}$ 是静止势场中的单粒子哈密顿量, λ 为化学势, N 为粒子数. 第三项是对力项, 第四项是科里奥利力.

$$E(\varepsilon_2, \gamma, \omega) = E_{\text{LD}}(\varepsilon_2, \gamma) + E_{\text{corr}}(\varepsilon_2, \gamma, \omega = 0) + E_{\text{rot}}(\varepsilon_2, \gamma, \omega) + \sum_{i \in cf} e_i^\omega(\varepsilon_2, \gamma),$$

其中 E_{LD} 为液滴能, E_{corr} 为壳修正和对修正能, E_{rot} 为集体转动能. 最后一项为所给组态的所有准粒子能量和.

3 计算、结果和讨论

由于实验上在 ^{175}Hf 中发现了两条具有很大的转动惯量的高形变带, 并且根据以前发现的 Lu 同位素和 ^{170}Hf 等的三轴超形变带都是基于一个 $i_{13/2}$ 质子组态, 估计这两条带可能具有 5 个准粒子的组态^[8], 所以我们选取了最靠近费米面的 5 个准粒子的组态进行了计算: 两个质子 ($\pi[660]1/2, \alpha = 1/2$) \otimes ($\pi[651]3/2, \alpha = 1/2$) 和 3 个中子 ($\nu[624]9/2, \alpha = 1/2$) \otimes ($\nu[633]7/2, \alpha = 1/2$) \otimes ($\nu[523]5/2, \alpha = -1/2$) 的组态.

* 国家自然科学基金(10575036)和浙江省自然科学基金(Y604027, Y605476)资助

1) E-mail: ysy@hutc.zj.cn

图 1 是转动频率为 $0.05h\omega_0$ 的情况下 ^{175}Hf 的总位能面, 图中“+”是代表三轴超形变的第二极小值, 对应的形变值为 $\varepsilon_2 \approx 0.40, \gamma \approx 32.8$.

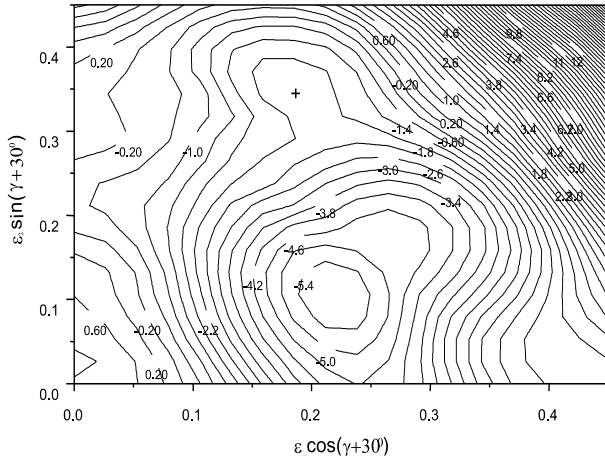


图 1 转动频率为 $0.05h\omega_0$ 的情况下 ^{175}Hf 的总位能面

图 2 对应的是转动频率为 $0.02h\omega_0$ 的情况下 ^{175}Hf 的总位能面, 从图中可以看到并没有明显的第二极小值, 这也就说明, 在转动频率很低的情况下, ^{175}Hf 不具有三轴超形变的特征.

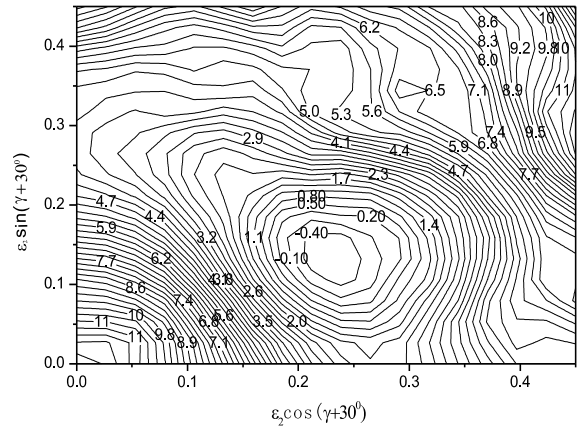


图 2 转动频率为 $0.02h\omega_0$ 的情况下 ^{175}Hf 的总位能面

从图 3 中不同转动频率下的比较发现, 壳修正能和对修正能的变化很小, 而转动能却发生了很大的变化. 从转动能的能量分布上可以看到, 与总位能面中第二极小值对应的位置的能量值很小, 这也就说明很有可能由于转动能的变化导致 ^{175}Hf 的三轴超形变的出现. 准粒子的能量也可能会有的一部分的贡献, 不过在对一些核的研究中, 准粒子能量的作用是很小的.

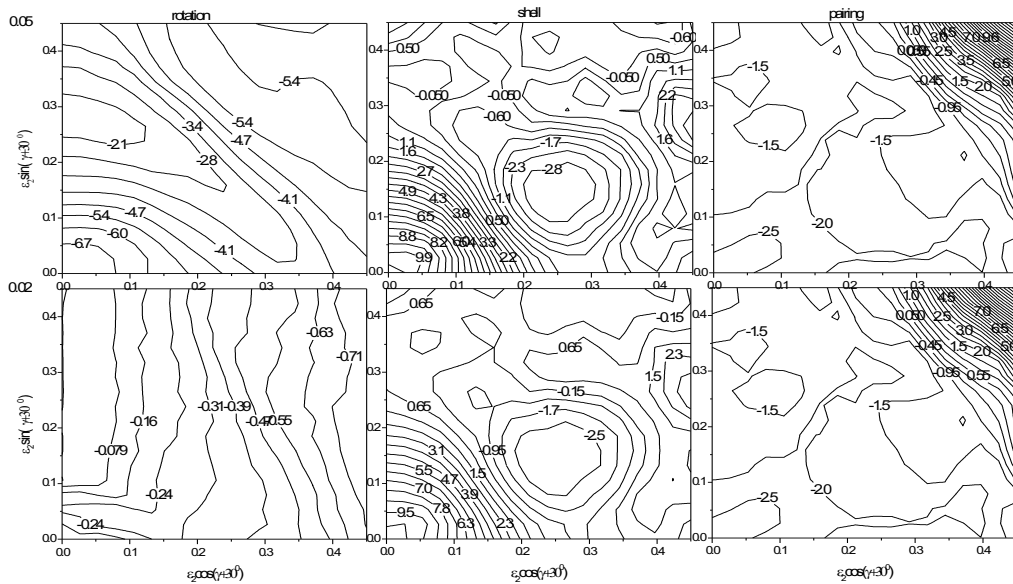


图 3 不同转动频率下各部分能量的比较图

第一行是转动频率为 $0.05h\omega_0$ 的情况下的转动能、壳修正能和对修正能, 第二行是转动频率为 $0.02h\omega_0$ 的情况下的转动能、壳修正能和对修正能.

参考文献(References)

- 1 Schnack-Petersen H et al. Nucl. Phys., 1995, **A594**:175—202
- 2 Bringel P, Hubel H, Amro H et al. Eur. Phys. J., 2003, **A16**: 155—158
- 3 Törmänen S et al. Phys. Lett., 1999, **B454**: 8—14
- 4 YANG C X, WU X G, ZHENG H et al. Eur. Phys. J., 1998, **A1**: 237—239
- 5 Amro H et al. Phys. Lett., 2001, **B506**: 39—44
- 6 Neuber A, Hubel H, Hangemann G B et al. Eur. Phys. J., 2002, **A15**: 439—441
- 7 Neuber-Neffgen A, Hubel H, Bringel P et al. Phys. Rev., 2006, **C73**: 034309
- 8 Djongolov M K et al. Phys. Lett., 2003, **B560**: 24—30
- 9 Scholes D T et al. Phys. Rev., 2004, **C70**: 054314
- 10 Walker P M, XU F R, Cullen D M. Phys. Rev., 2005, **C71**: 067303
- 11 Bengtsson T, Ragnarsson I. Nucl. Phys., 1985, **A436**: 14—82
- 12 Bohr A, Mottelson B R, Pines D. Phys. Rev., 1958, **110**: 936—939

Effect of Rotation Frequency on Triaxial Superdeformation in $^{175}\text{Hf}^*$

LI Xiao-Wei^{1,2} YU Shao-Ying^{1,2,3;1)}

1 (College of Mathematics, Physics and Information Engineering, Zhejiang Normal University, Jinhua 321000, China)

2 (School of Science, Huzhou Teachers College, Huzhou 313000, China)

3 (Institute of Theoretical Physics, CAS, Beijing 100080, China)

Abstract A calculation that had been done in low rotation frequency is carried out in ^{175}Hf in higher rotation frequency by TRS method. A second local minimum that was not found in low rotation frequency is found in the total potential energy surface. Furthermore, the mechanism of the local minimum is analysed and a comparison of energy is made between two different rotation frequencies.

Key words potential energy surface, triaxial superdeformation, configuration

* Supported by National Natural Science Foundation of China (10575036) and Natural Science Foundation of Zhejiang Province of China (Y604027, Y605476)

1) E-mail: ysy@hutc.zj.cn