

脱耦合项对 $K = 1/2$ 转动带的转动惯量变化的影响*

刘艳鑫¹ 于少英^{1,2,3}

1 (湖州师范学院理学院 湖州 313000)

2 (内蒙古民族大学物理与机电学院 通辽 028043)

3 (中国科学院理论物理研究所 北京 100080)

摘要 采用处理含有对力的推转壳模型(CSM)的粒子数守恒方法(PNC)研究了脱耦合项对正常形变奇 A 核 ^{171}Yb 的 $[521]1/2$ 转动带的转动惯量随角频率变化的影响. 在计算中同时考虑了单极对力和 Y_{20} 四极对力, 实验结果在 PNC 方法计算中得到了较好的重现.

关键词 奇 A 核 粒子数守恒方法 正常形变转动带 脱耦合项

1 引言

众所周知, 转动谱与原子核的形变有关. 在远离满壳的核区, 原子核一般具有稳定的形变, 这些区域是: $A \geq 225, 150 < A < 185, 19 \leq A \leq 27$ 以及远离 β 稳定线的某些区域. 在这些核区, 原子核低激发谱又重新变得比较简单而有规律. 尽管目前关于这些区原子核转动谱的研究积累了丰富的实验数据, 也有很多理论研究的基础, 但对 $K = 1/2$ 转动带^[1]的研究显然没有得到足够的重视. 因为 $K = 1/2$ 转动带还涉及到脱耦合项问题.

本文采用PNC方法研究了脱耦合项对 ^{171}Yb $[521]1/2$ 带的转动惯量随角频率变化的影响.

2 理论公式

推转壳模型的哈密顿量为

$$H_{\text{CSM}} = H_{\text{SP}} - \omega J_x + H_p, \quad (1)$$

其中 $H_0 = H_{\text{SP}} - \omega J_x$ 是 H_{CSM} 的单体部分, H_{SP} 是 Nilsson 哈密顿量, $-\omega J_x$ 是 Coriolis 作用能, H_p 是对力(包括单极和 Y_{20} 四极对力). 首先, 把 $H_0(\omega) = \sum_i h_0(\omega)_i$, $h_0(\omega) = h_{\text{Nilsson}} - \omega j_x$ 对角化得到推转的 Nilsson 轨道. 然后, 在一个足够大推转的多粒子

组态(CMPC)空间对角化 H_{CSM} , 得到CSM的晕带和低激发带内部态的足够精确的解. 有关PNC方法的细节可参考文献[2—4].

3 计算结果与讨论

实验上对于原子核转动谱的研究已经积累了丰富的实验数据. 但对于 $K = 1/2$ 的转动带, 还应考虑脱耦合项的影响, 而脱耦合项是由于考虑了RPC(转动粒子耦合)才出现的. 下面分考虑脱耦合项的作用和不考虑脱耦合项两种情况分别提取实验上的转动惯量, 如图1. 从图1(a)中可以看出, 在不考虑脱耦合项的影响时, 有很明显的旋称分裂. 这显然与实验事实不符. 而在考虑了脱耦合项的情况下旋称分裂减弱了, 得到了与实验一致的结果(图1(b)). 本文在考虑了脱耦合项的影响下, 采用PNC方法对 $K = 1/2$ 转动带的转动惯量做了理论计算. 结果与实验符合得较好.

单粒子 Nilsson 能级参数 (κ, μ) 取自文献[5,6], 奇 A 核的形变参数 $\varepsilon_2, \varepsilon_4$ 取为相邻偶偶核的平均值, 在本文中形变参数取为: $\varepsilon_2 = 0.267, \varepsilon_4 = 0.0305$. 在这样的CMPC空间中, 单极和四极对力强度(单位MeV)由原子核的结合能和带首转动惯量的奇偶差实验值确定, 对于质子可取为: $G_{0p} = 0.14, G_{2p}$

* 国家自然科学基金(10147205)资助

$= 0.005$; 对于中子可取为: $G_{0n} = 0.26$, $G_{2n} = 0.0155$. 不同旋称 ($\alpha = \pm 1/2$) 的能级要分开来计算.

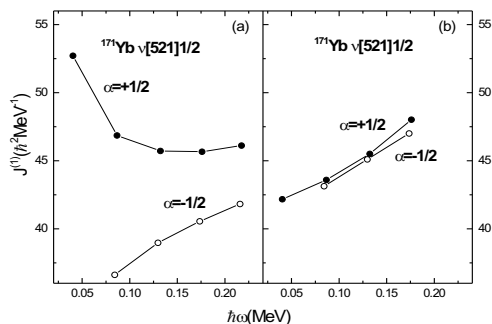


图 1 ^{171}Yb 实验上转动惯量随角频率的变化
-●-和-○-分别表示 $\alpha = +1/2$ 和 $\alpha = -1/2$ 带的转动惯量, (a) 不考虑脱耦合项的影响的转动惯量的值;
(b) 考虑脱耦合项的影响得到的转动惯量的值.

图2中给出了 ^{171}Yb ND 带 [521]1/2 的转动惯量的理论计算值与实验值之间的比较. 在整个实验观测的

范围内, 理论计算与实验结果符合得很好. 这正是由于在PNC方法中考虑了脱耦合项对转动惯量随角频率变化的影响才得到的结果.

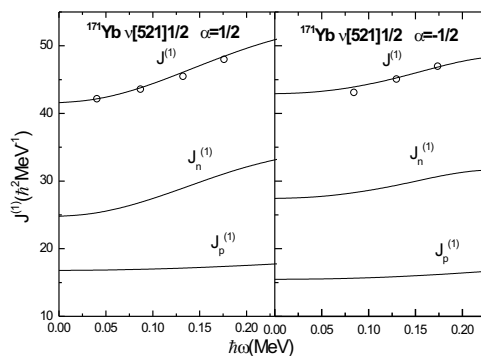


图 2 ^{171}Yb ND 带 [521]1/2 的转动惯量随转动频率的变化

实验的转动惯量 $J^{(1)}$ 用○来表示, 理论计算值用实线来表示, $J_n^{(1)}$ 和 $J_p^{(1)}$ 分别表示来自中子和质子对 $J^{(1)}$ 的贡献.

参考文献(References)

- 1 Stuchbery A E, Anderssen S S, Bolotin H H. Nucl. Phys., 2000, **A669**: 27—42
- 2 ZENG J Y, LEI Y A, JIN T H et al. Phys. Rev., 1994, **C50**: 1388—1397
- 3 ZENG J Y, LIU S X, LEI Y A et al. Phys. Rev., 2001, **C63**: 024305,1—4
- 4 HE Xiao-Tao, LIU Shu-Xin, YU Shao-Ying et al. HEP & NP, 2003, **27**(2): 124—126(in Chinese)
(贺晓涛, 刘树新, 于少英等. 高能物理与核物理, 2003, **27**(2): 124—126)
- 5 Tord Bengtsson, Ingemar Ragnarsson. Nucl. Phys., 1985, **A436**: 14—82
- 6 Nilsson S G et al. Nucl. Phys., 1969, **A131**: 1—66

Effect on the Variation of the Moment of Inertia in Band $K = 1/2$ *

LIU Yan-Xin¹ YU Shao-Ying^{1,2,3}

¹ (College of Science, Huzhou Teachers College, Huzhou 313000, China)

² (College of Physics and Electromechanics, Inner Mongolia University for Nationalities, Tongliao 028043, China)

³ (Institute of Theoretical Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

Abstract The effect on the variation of the moment of inertia in band ^{171}Yb [521]1/2 is investigated using the particle number conserving (PNC) method for treating the cranked shell model with monopole and Y_{20} quadrupole pairing interactions. The experimental moments of inertia of ^{171}Yb [521]1/2 (signature $\alpha = \pm 1/2$) and the blocking effect of proton are reproduced well by the PNC calculation, in which no free parameter is involved.

Key words odd- A nuclei, particle-number conserving method, normally deformed band, decoupling term

* Supported by National Natural Science Foundation of China(10147205)