

$A \sim 100$ 区 $\pi g_{9/2} \otimes \nu h_{11/2}$ 组态带旋称反转 系统学研究*

贺创业¹ 竺礼华^{1,2;1)} 吴晓光¹ 王治民¹ 刘颖¹ 孙慧斌² 温书贤¹ 李广生¹ 杨春祥¹

1(中国原子能科学研究院 北京 102413)

2(深圳大学理学院 深圳 518060)

摘要 对 Ag, Rh 和 Tc 同位素奇奇核 $\pi g_{9/2} \otimes \nu h_{11/2}$ 组态带的旋称反转进行了系统学研究, 发现旋称反转点随中子数增加而减小, 但随质子数增加而增大. 用 p-n 剩余相互作用与 Coriolis 力相互竞争的观点较好解释了 $A \sim 100$ 区旋称反转系统学规律.

关键词 旋称反转 p-n 剩余相互作用 Coriolis 力

近年来, 奇奇核旋称反转研究成为高自旋态领域的热门课题之一. 在正常情况下, 优惠的旋称态在能量上低于非优惠旋称态. 实验发现, 在 $A \sim 100$ 区的低自旋态普遍存在旋称反转现象, 即非优惠的旋称态能量低于优惠旋称态. 人们提出了各种理论模型^[1-4] 来解释此现象, 但至今仍无定论.

系统比较了 $A \sim 100$ 区

$$^{102,104,106,108,110,112,114,116}\text{Ag}^{[5-10]},$$

$^{98,100,102,104,106,108,110,112}\text{Rh}^{[9-15]}$ 和 $^{98,100}\text{Tc}^{[16, 17]}$ 等 18 个核 $\pi g_{9/2} \otimes \nu h_{11/2}$ 组态带旋称反转的实验结果. 发现如下规律(图 1): 1) 除个别核外, $\pi g_{9/2} \otimes \nu h_{11/2}$ 组态带旋称劈裂一般均随着自旋升高而减小, 直至恢复正常劈裂, 而且一直保持了较小的劈裂. 2) 对于同位素核, 旋称反转点随着中子数的增加有减小的趋势. 3) 对同中子素核而言, 反转点随着质子数的增加有所增大, 且旋称劈裂程度随着质子数的增加而减小.

引起上述系统性变化的原因很值得研究. 旋称劈裂来源于 $K=1/2$ 的组态带, 但由于 Coriolis 力引起 Ω 混杂, 致使 $K \neq 1/2$ 组态带也存在旋称劈裂. 本文所讨论的 $\pi g_{9/2} \otimes \nu h_{11/2}$ 组态带中, 质子费米面位于 $1g_{9/2}$ 壳的中部, 中子费米面位于 $1h_{11/2}$ 壳的底部. 因此该质量区中子 $h_{11/2}$ 轨道能级劈裂很大, 其非优惠旋称态较难布居, 该组态带的旋称劈裂主要来源于 $g_{9/2}$ 质子优

惠态和非优惠态. 所以对于同位素核, 旋称劈裂程度随着中子数的增加没有明显变化.

对旋称反转机制的一种可能解释是 p-n 剩余相互作用, 而 p-n 剩余相互作用与 $N-Z$ (中子数与质子数之差) 大小有关^[18]. 在 $A \sim 100$ 区, 随着中子数增加, $N-Z$ 增大, p-n 剩余相互作用减小, 因而可能造成同位素核反转点随中子数的增加而减小, 正如图 1 中实验数据所反映的一样. 对于同中子素, 随着质子数的增加, 质子费米面升高, 就越靠近 $\pi g_{9/2}$ 壳的顶部, 造成旋称劈裂程度随质子数增加呈减小趋势. 但质子数增加, $N-Z$ 减小, 引起 n-p 剩余相互作用跟着增大, 这可能是引起反转点随着质子数的增加而升高的主要原因.

从图 1 还看出, ^{102}Ag 和 ^{100}Rh 旋称反转不满足上面所描述的系统规律. 实验观察到 ^{100}Rh 一直保持反常的劈裂模式, 然而两者在低自旋态的劈裂模式有些相似, 只是 ^{102}Ag 在 $13\hbar$ 发生了旋称反转. 从组态结构分析, ^{102}Ag 和 ^{100}Rh 跟它们的同位素核相比, 两者都为更缺中子核. 中子数越少, 就越靠近 $N=50$ 的满壳层, 中子费米面逐渐远离 $h_{11/2}$ 壳层, 这时两者组态 $\pi g_{9/2}^{-2} p_{1/2} \otimes (d_{5/2} g_{7/2})^3$ (对于 ^{102}Ag)^[19] 和 $\pi g_{9/2}^{-4} p_{1/2} \otimes (d_{5/2} g_{7/2})^5$ (对于 ^{100}Rh)^[12, 19] 慢慢的向晕态转化, 导致 $\pi g_{9/2} \otimes \nu h_{11/2}$ 组态带有很大的组态混合. 由壳模型算出这种组态混合在低自旋态表现的尤为明显^[19], 这或许是引起 ^{102}Ag 与 ^{100}Rh 旋称反转与系统规律不同

* 国家自然科学基金(10175090,10105015,10375092, 10575133)和国家重点基础研究发展规划项目(TG2000077405)资助

1) E-mail: zhulh@iris.ciae.ac.cn

