

对相互作用对陷阱态的可能影响

张锡珍

(中国科学院原子能研究所)

摘 要

本文用 Woods-Saxon 势的单粒子能级考虑了对相互作用对陷阱态的可能影响,并计算了能隙随角动量 I 的变化关系。

高自旋态的同质异能态(即 Yrast 陷阱态)目前引起了人们很大的兴趣。它是高速转动原子核在高速转动下出现的新的运动形态。Bohr 和 Mottelson^[1]指出,高速转动的原子核倾向于扁椭球状,且转动轴和原子核的对称轴相重合。这时,原子核的角动量完全由费米表面附近的几个核子所带有。当考虑到壳效应时,在原子核的转晕线上可能存在有长寿命的态——Yrast 陷阱态。Anderson^[2]等人用 Nilsson 单粒子势进行了具体计算,指出在几个缺中子原子核(如 ¹⁵⁰Gd 和 ¹⁵⁸Yb)的转晕线上确实存在有一些陷阱态。文献[3]中用 Woods-Saxon 势进行了更详细地计算,并指出在 $N-Z$ 平面上(N ——中子数, Z ——质子数),存在有形状同质异能态的小岛,其中的一个岛正是文献[2]指出的原子核所在的区域,且与最新的实验相符合^[4]。

文献[2]和[3]的计算结果都指出,对于原子核的小变形,所有的形状同质异能态都处于角动量 $I < 40(\hbar)$ 的范围内,文献[3]中预言了对大变形 $\epsilon \sim 0.4$, 陷阱态可能发生在 $I \sim 50(\hbar)$ 的范围。

众所周知,在 $I < 40(\hbar)$ 的范围内,对相互作用有重要影响,本文用自洽方法(BCS 近似并考虑阻塞效应)讨论对相互作用对陷阱态的影响,并指出能隙对角动量 I 的变化关系。

当转动轴和对称轴重合时, Yrast 态的能量由方程

$$E = \sum_{\epsilon(\nu) - \lambda - \omega m(\nu) \leq 0} \epsilon(\nu) \quad (1)$$

给出。这里 $\epsilon(\nu)$ 和 $m(\nu)$ 分别是单粒子态 ν 的能量和角动量在对称轴上的投影。 λ 和 ω 是由方程

$$I = \sum_{\epsilon(\nu) - \lambda - \omega m(\nu) \leq 0} m(\nu), \quad (2)$$

$$A = \sum_{\epsilon(\nu) - \lambda - \omega m(\nu) \leq 0} I \quad (3)$$

决定的常数,它们分别表示原子核的费米能量和转动频率。 I 和 A 分别是原子核的总角

动量和核量数. 严格满足上面方程的 I 只能取一些分离值 (称最佳组态), 而在这些分离的 I 值之间的 Y_{rast} 态由相对于最佳组态的粒子空穴激发给出.

在考虑对相互作用时, BCS 近似下的准粒子态 ν 同样是 I_z 的本征函数 (I_z 是原子核的角动量在对称轴上的投影). 所以可用通常的准粒子变换

$$\alpha^+(\nu) = U(\nu)a^+(\nu) + V(\nu)a(\bar{\nu}), \quad a^+(\nu) = U(\nu)\alpha^+(\nu) - V(\nu)\alpha(\bar{\nu})$$

变到准粒子图象. 这里 a^+ , a 是粒子的产生和消灭算符, α^+ , α 是准粒子的产生和消灭算符, $|\bar{\nu}\rangle$ 是态 $|\nu\rangle$ 的时间反演态. 考虑到阻塞效应可得下列方程

$$\Delta = G \sum'_{\nu} U(\nu)V(\nu) \quad (4)$$

$$N = \sum'_{\nu} \left(1 - \frac{\varepsilon(\nu) - \lambda}{E(\nu)} \right), \quad (5)$$

$$E_T = \sum'_{\nu} \left[\varepsilon(\nu) - \lambda - E(\nu) + \frac{\Delta^2}{G} + \sum_i \varepsilon(i) \right]. \quad (6)$$

$E(\nu) = \sqrt{(\varepsilon(\nu) - \lambda)^2 + \Delta^2}$ 是准粒子能量. 这里对 ν 求和中的一撇, 表示不包括被阻塞了的态 i . N 是粒子数减去被阻塞了的态的数目.

在给定角动量 I 之下, 可由方程 (1)、(2)、(3) 和作粒子-空穴激发的方法给出 Y_{rast} 和几个最低的激发态 (在我们的计算中取了 8 个). 对于每一个态可由方程 (4)、(5) 和 (6) 给出能隙 Δ 和原子核的能量 E_T , 其最低的态则是在该角动量之下考虑了对相互作用的 Y_{rast} 态. 对于不同的 I 作类似的计算, 则给出有对相互作用的转晕线和 Δ 随 I 的变化关系.

图 1 给出原子核 ^{158}Dy 的有对相互作用的转晕线 (取 $\varepsilon = 0.1$) 和能隙 Δ_n 和 Δ_p 随角动量的变化关系. 可以看出, 在 $I < 40(\hbar)$ 的范围内对相互作用的影响一直存在, Δ_p 在

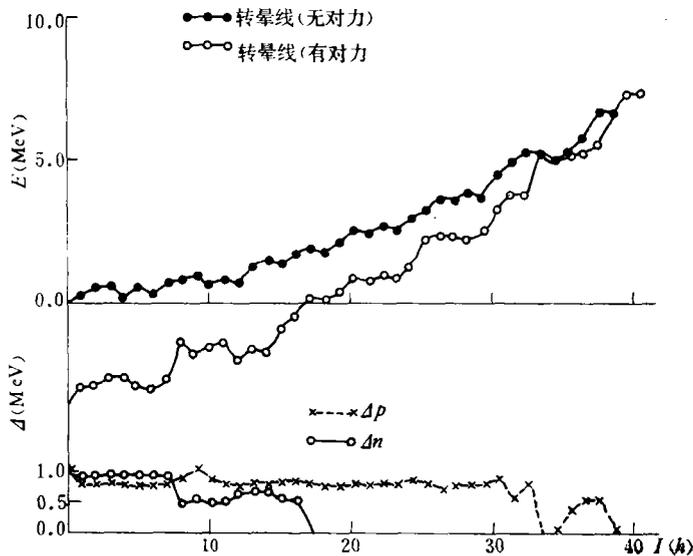


图 1 原子核 ^{158}Dy 的转晕线和对能随角动量的变化关系

$I \sim 40(\hbar)$ 附近消失而 Δ_n 在 $I \sim 20(\hbar)$ 附近消失。另外, 对相互作用对转晕线有相当的影响, 即对相互作用可能改变陷阱态的位置。应该指出, 有对相互作用的 Yrast 态并不一定对应于无对相互作用的同样 I 值下的 Yrast 态, 在很多情况下它对应于无对相互作用的激发态。所以对相互作用对陷阱态的影响应当予以考虑。

在本文的计算中用了 Woods-Saxon 势的单粒子能级。

参 考 文 献

- [1] A. Bohr and B. R. Mottelson, *Phys. Scripta*, **10A**(1974), 3.
- [2] G. Anderson et al., *Nucl. Phys.*, **A268**(1976), 205.
- [3] T. Døssing et al., *Phys. Rev. Lett.*, **39**(1977), 1395.
- [4] J. Pederson et al., *Phys. Rev. Lett.*, **39**(1977), 990.

THE POSSIBLE EFFECT OF PAIRING ON YRAST TRAPS

ZHANG XI-ZHEN

(*Institute of Atomic Energy, Academia Sinica*)

ABSTRACT

The possible effect of monopole on Yrast traps is studied and the variation of energy gap with angular momentum I is calculated using a Woods-Saxon potential.