



# 基于投影壳模型的位能面理论对 稳定形变区偶偶核的描述

报告人： 图雅

沈阳师范大学

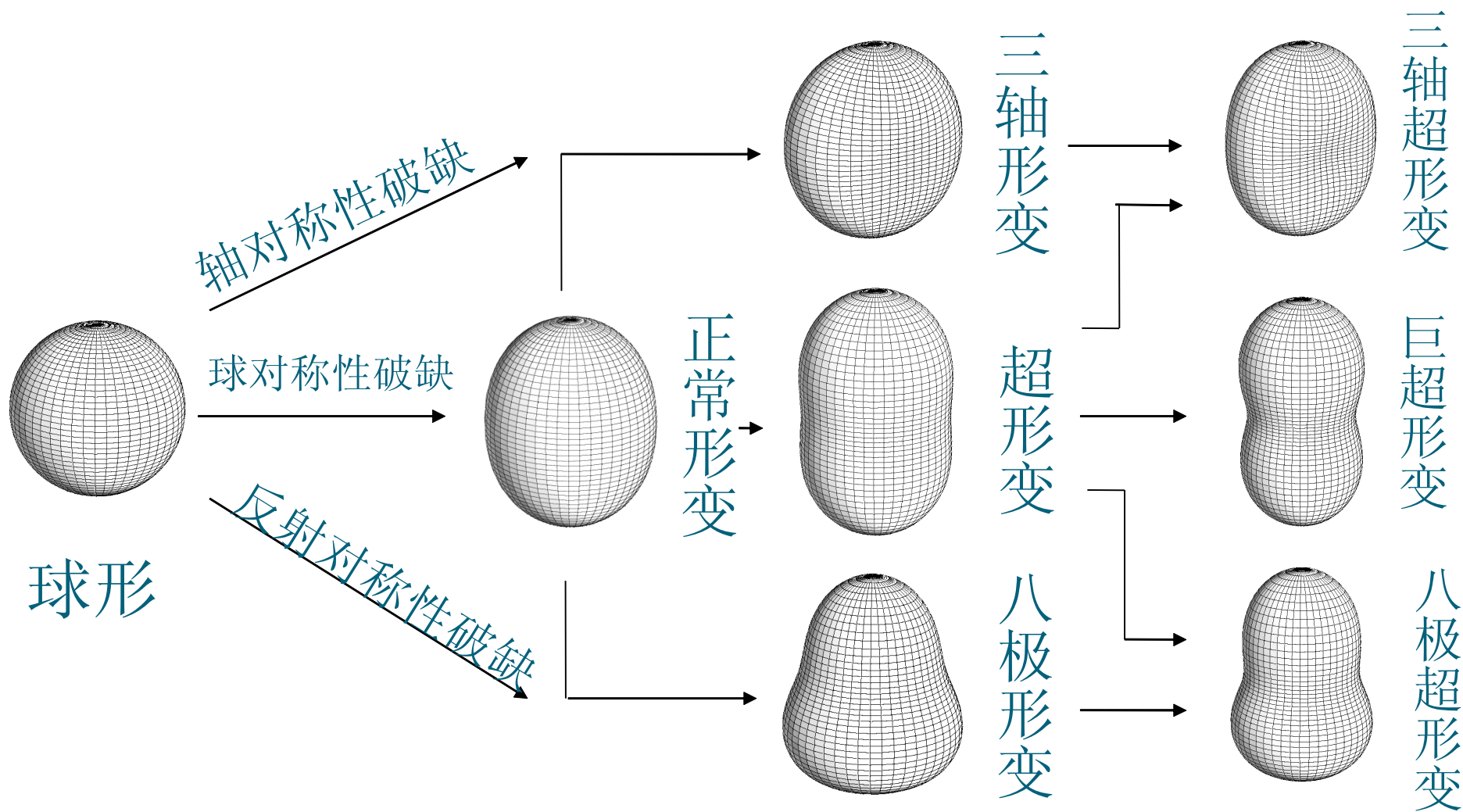
2013核反应大会



# 报告内容：

- 引言
- PTES 方法
- 计算结果及讨论
- 小结

# ■ 引言



研究原子核  
形状的方法

**Hartree-Fock**  
方法

— 约束HF近似

**TRS**等

位能面理论

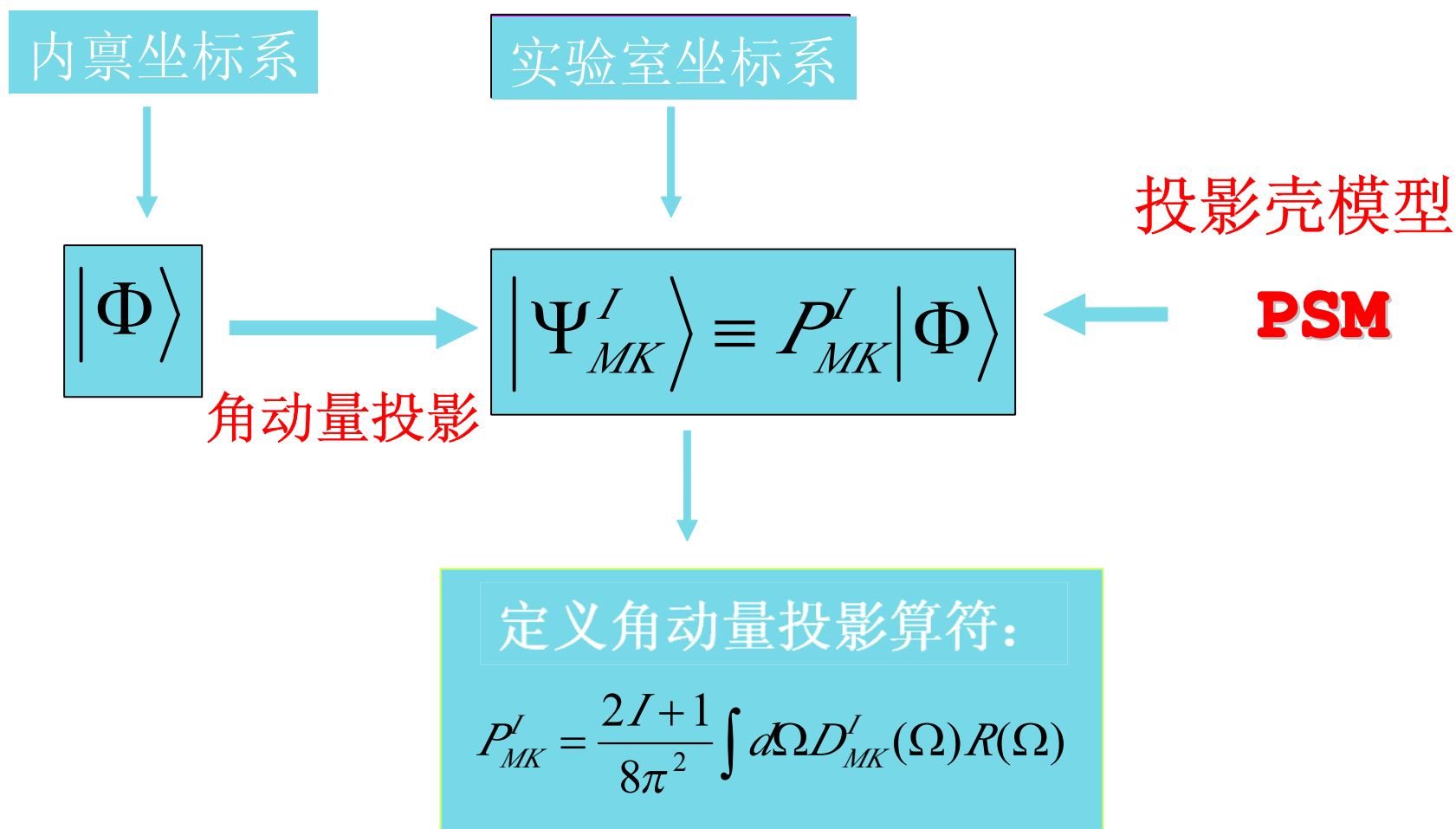
基于推转壳模型

基于投影壳模型

**PTES**

# ■ 基于投影壳模型的位能面理论 (PTES)

## 1) 投影壳模型



## 哈密顿量的选取

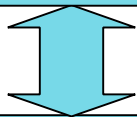
$$H = H_0 - \frac{1}{2} \sum_{\lambda=2}^4 \chi_{\lambda} \sum_{\mu=-\lambda}^{\lambda} Q_{\lambda\mu}^+ Q_{\lambda\mu} - G_0 P_{00}^+ P_{00} - G_2 \sum_{\mu=-2}^2 P_{2\mu}^+ P_{2\mu}$$

## 变形基的选取

- 解出Nilsson势的单粒子波函数
- 采用BCS方法处理对关联，得到变形的准粒子基。  
包括：准粒子真空态、两准粒子态、四准粒子态

# PSM本征方程

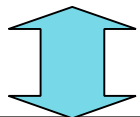
$$|\Psi\rangle = \sum_{\kappa} d\Omega F_{\kappa}(\Omega) R(\Omega) |\Phi_{\kappa}\rangle$$



$$|\Psi\rangle = \sum_{IMK\kappa} F_{MK\kappa}^I P_{MK}^I |\Phi_{\kappa}\rangle$$

$$F_{\kappa}(\Omega) = \sum_{IMk} \frac{2I}{8\pi^2} F_{MK\kappa}^I D_{MK}^I(\Omega)$$

$$H|\Psi\rangle = E|\Psi\rangle$$



$$\sum_{K\kappa} F_{K\kappa}^I \left( \langle \Phi_{\kappa'} | H P_{K'K}^I | \Phi_{\kappa} \rangle - E^I \langle \Phi_{\kappa'} | P_{K'K}^I | \Phi_{\kappa} \rangle \right) = 0$$

$$P_{MK}^I = \frac{2I+1}{8\pi^2} \int d\Omega D_{MK}^I(\Omega) \hat{R}(\Omega)$$

通过对角化本证方程可以求得有确定角动量和宇称的能量本征值  $E(I^{\pi})$  及其波函数。

# 投影壳模型 三轴投影壳模型 反射不对称壳模型





## 2) 基于投影壳模型的位能面理论

三轴投影壳模型/  
反射不对称壳模型

$$E^{tot} = E_{LD} + E_{shell} + E_{rot}$$

Strutinsky 方法

$$E_{LD} = E_{c0} \left( \frac{E_c}{E_{c0}} - 1 \right) + E_{s0} \left( \frac{E_s}{E_{s0}} - 1 \right)$$

$$E_{shell} = E - \bar{E}$$

# 计算结果及讨论

计算参数的选取  $G_0 = [g_1 \mp g_2 \frac{N-Z}{A}] A^{-1}$      $G_2 = fG_0$

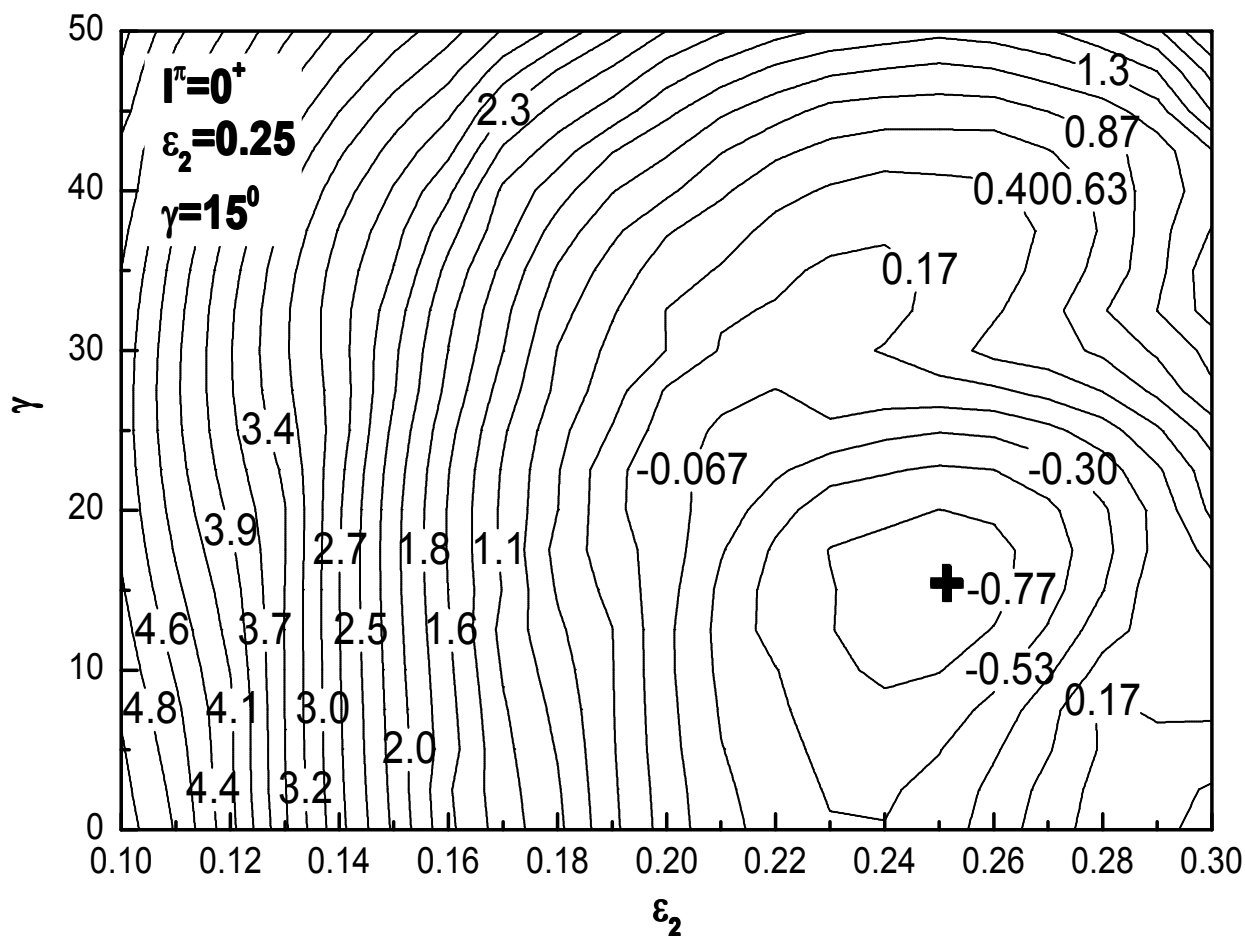


Fig.1 The counter plot of total energy in units of MeV for the band head of the yrast band in  $^{172}\text{W}$  at the configuration mixing calculations, the minimum is marked by "+".

$I^\pi$	0 <sup>+</sup>	2 <sup>+</sup>	4 <sup>+</sup>	6 <sup>+</sup>	8 <sup>+</sup>	10 <sup>+</sup>	12 <sup>+</sup>	14 <sup>+</sup>	16 <sup>+</sup>	18 <sup>+</sup>
$\varepsilon_2$	20 <sup>+</sup>									
$\gamma$	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.26	0.26	0.26	0.25	0.24
	0.24									
	15.5	15.5	15	15	15	15.5	15	15	14.5	14
	14									

Fig.2 Deformation parameters with angular momentum for  $^{172}\text{W}$

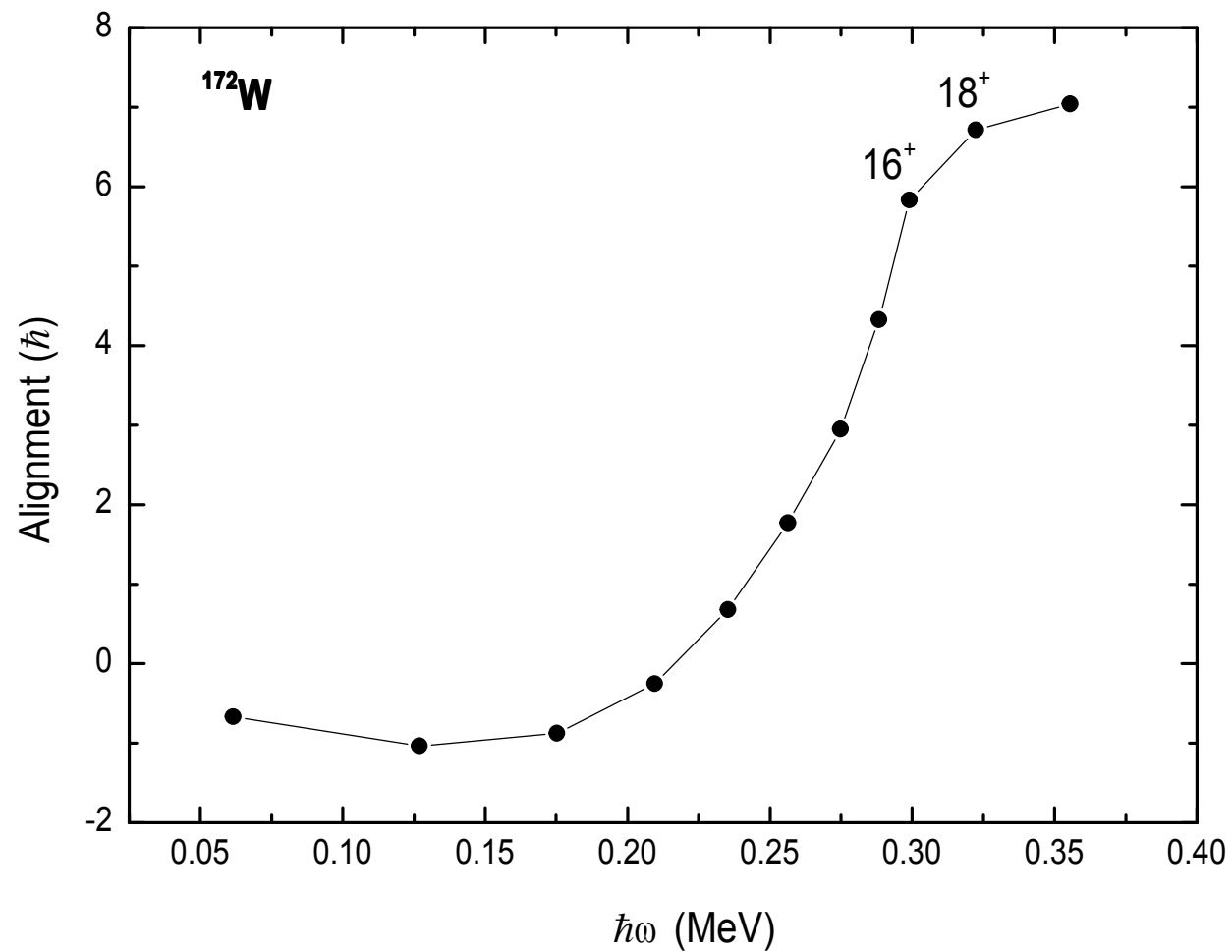


Fig.3 Experimental alignment ( $i_x$ ), as a function of rotational frequency, for the yrast band in  $^{172}\text{W}$

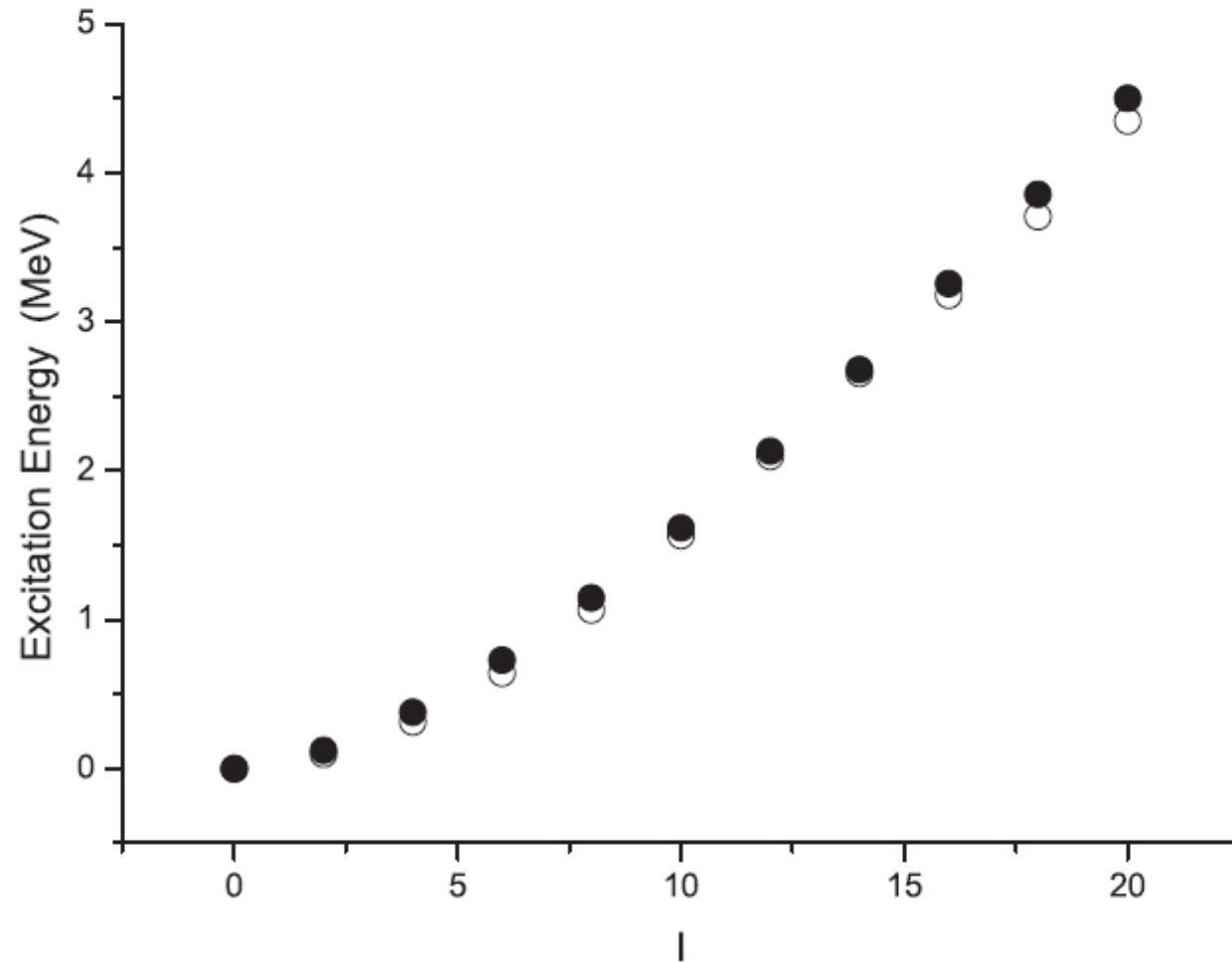
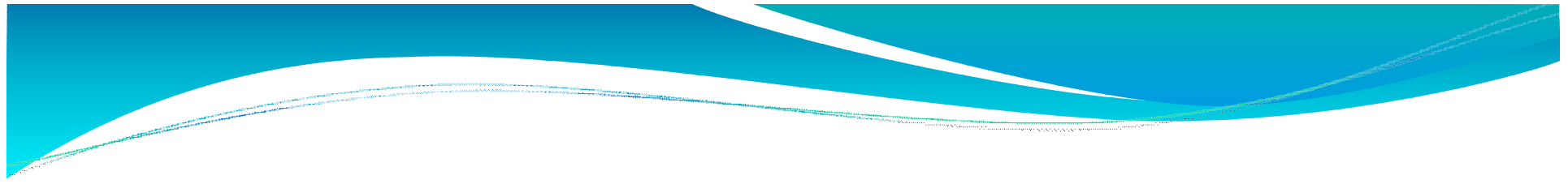


Fig.4 Calculated yrast band (open circle), the energy versus spin, with the deformation parameters listed in Fig.2 for  $^{172}\text{W}$  are compared with the experimental data (solid circle).

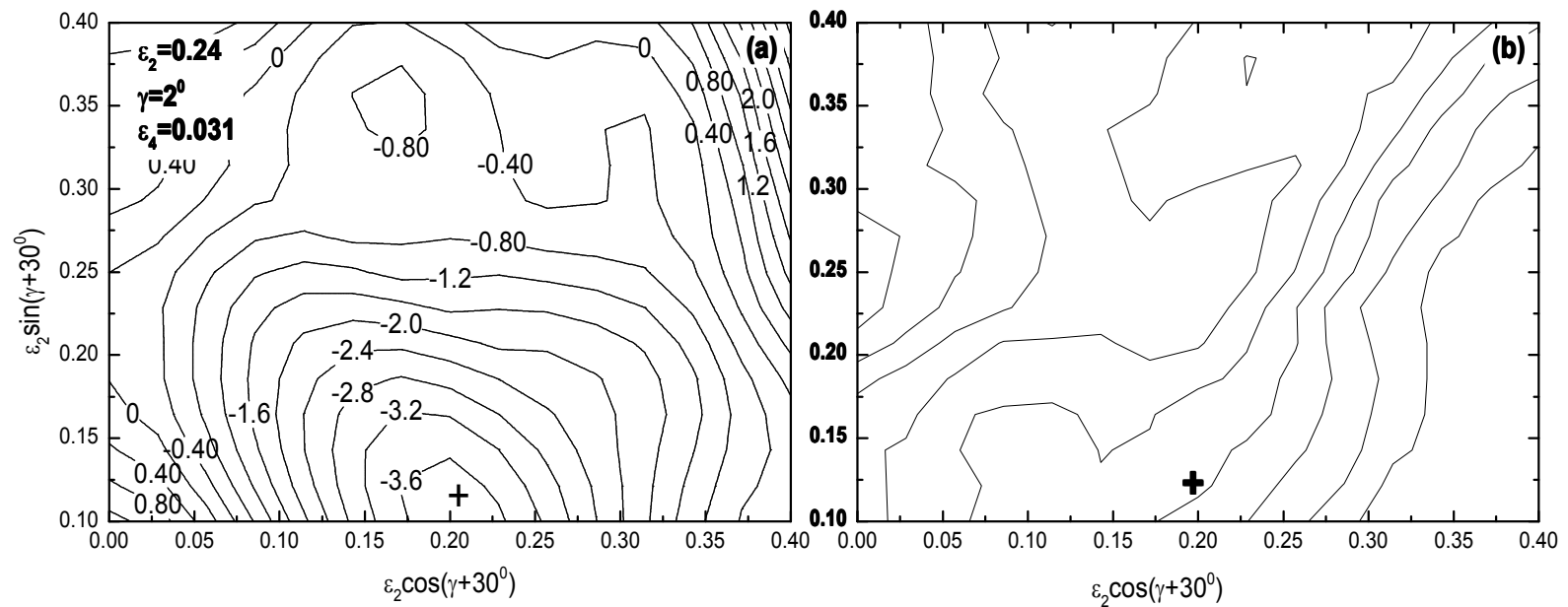


Fig.5 (a) The contour plot of total routhian in units of MeV at the rotational frequency  $\omega = 0.147 \text{ MeV}$  in  $^{172}\text{W}$ , (b) The contour plot of  $\varepsilon_4$ , the minimum is marked by "+".

$$Q_t = \frac{6ZeA^{2/3}}{(15\pi)^{1/2}} r_0^2 \beta_2 \left( 1 + \frac{2}{7} \left( \frac{5}{\pi} \right)^{1/2} \beta_2 \right) \cos(30^\circ + \gamma).$$

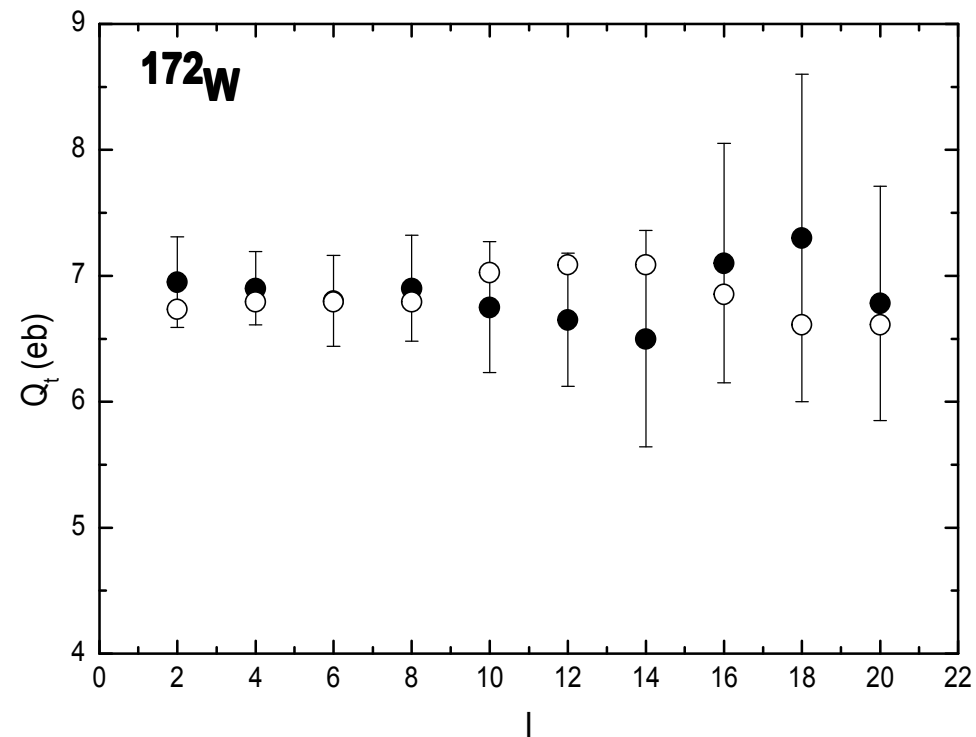
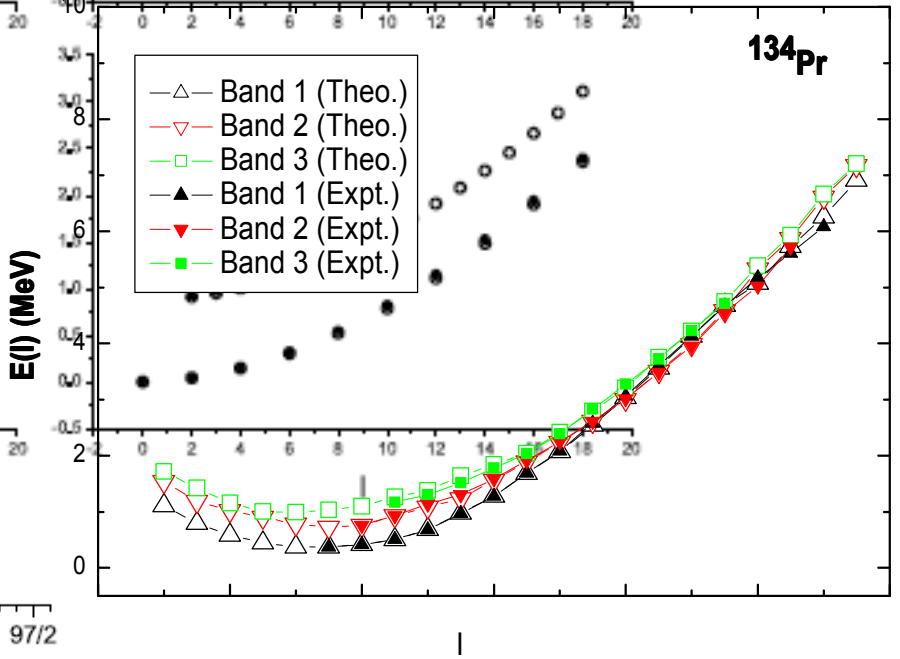
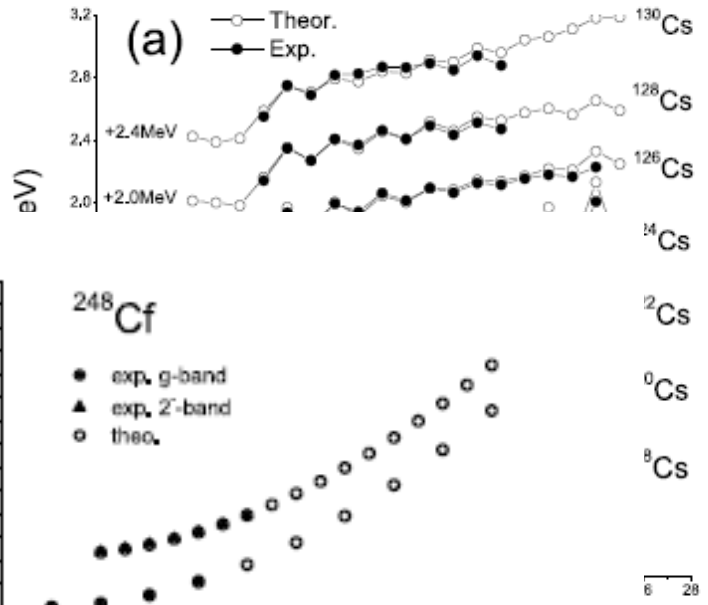
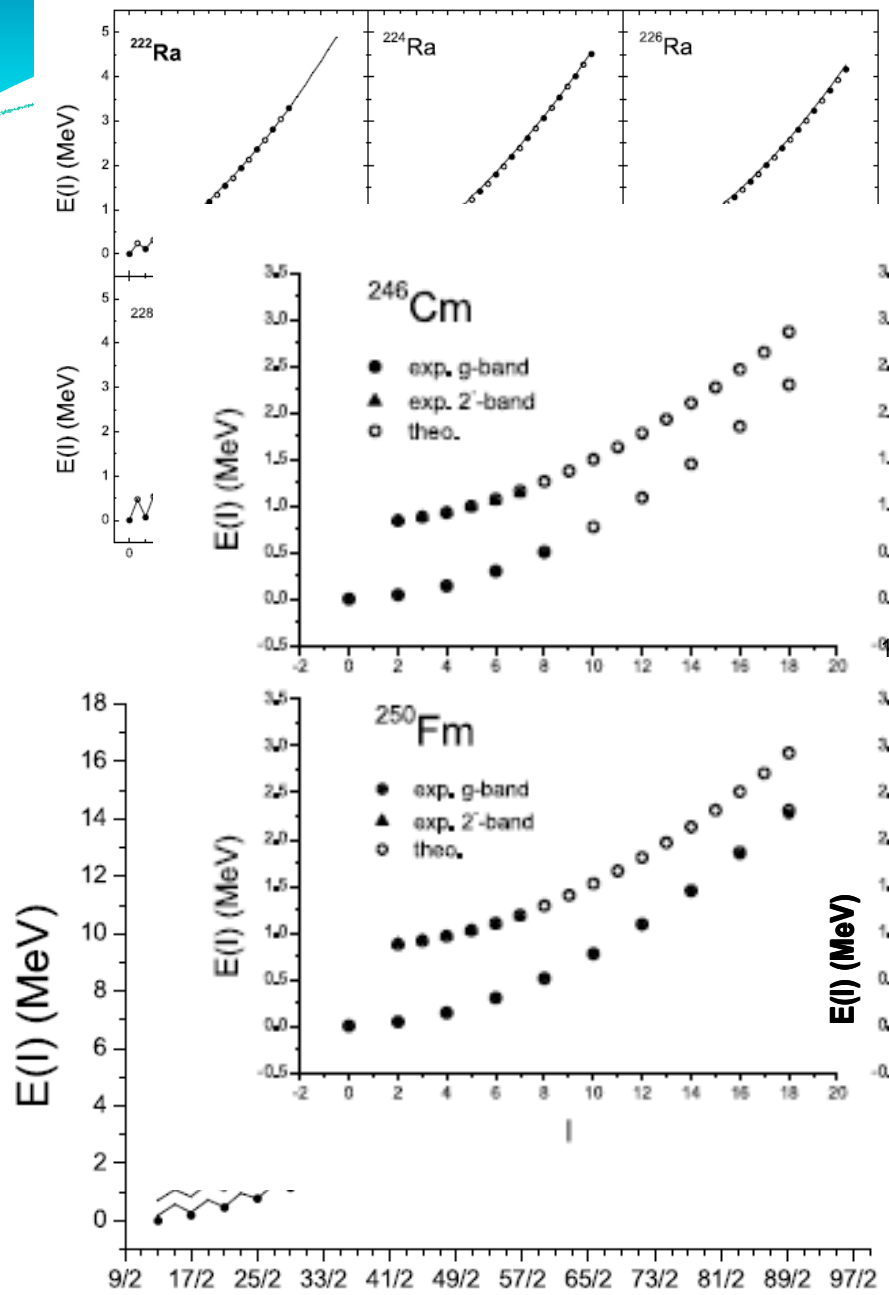



Fig.6 Calculated electric quadrupole moment (open circle) versus spin for the yrast band in  $^{172}\text{W}$  are compared with the experimental data (solid circle)





## • 小结

1. 我们的计算很好地再现了稳定区偶偶核实验的 $Y_{\text{rast}}$ 带。
2. PTES 普遍比TRS 给出更大的三轴形变。
3. PTES 方法得到的形变值很好地再现了实验的 $Q_t$ 值。
4. RASM方法成功描述了核结构当前热点课题。我们期望把该方法进一步应用到超锷核区，甚至超重核的核结构及性质的描述。



谢谢！

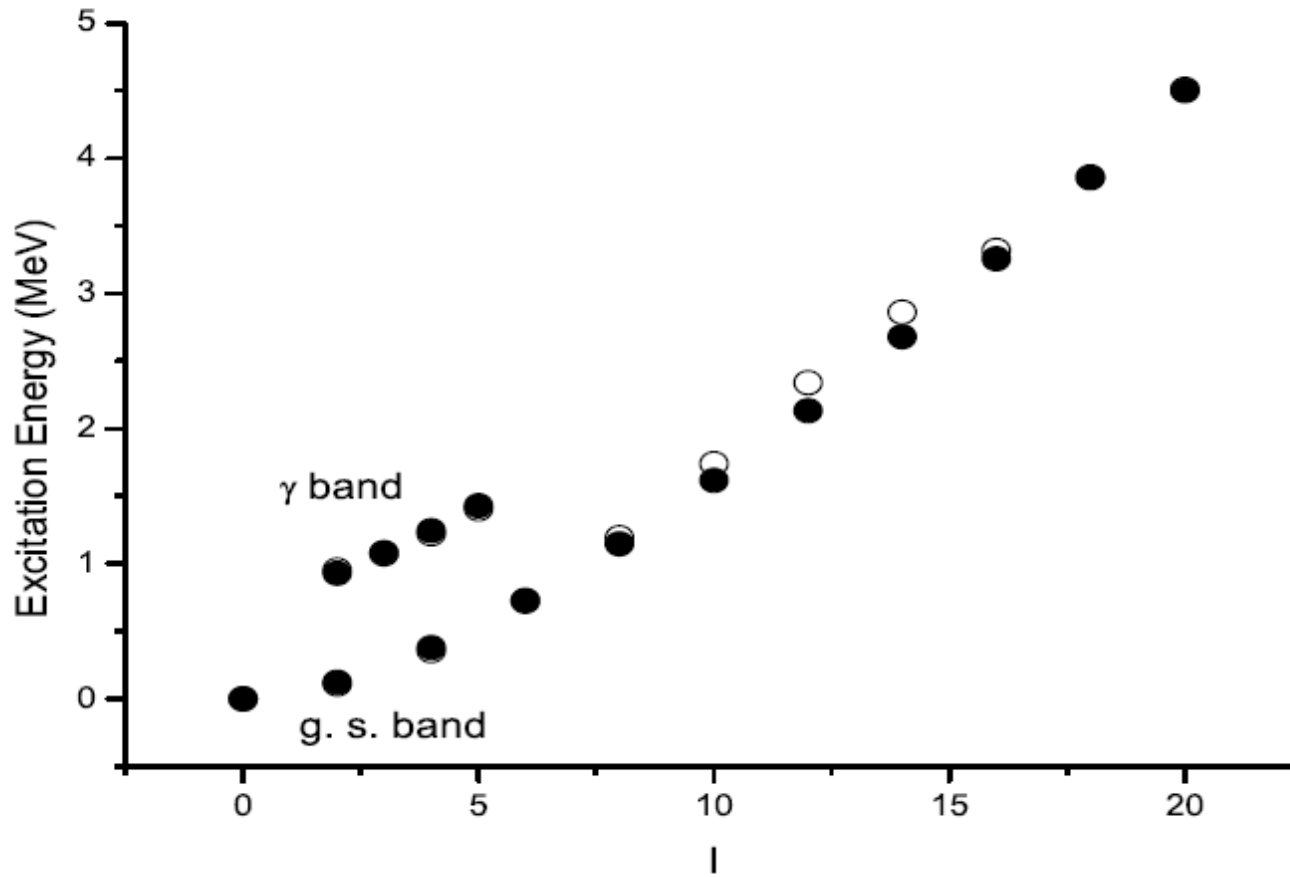
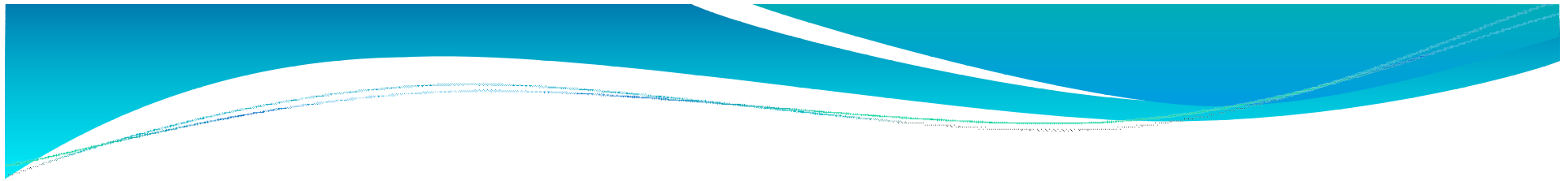
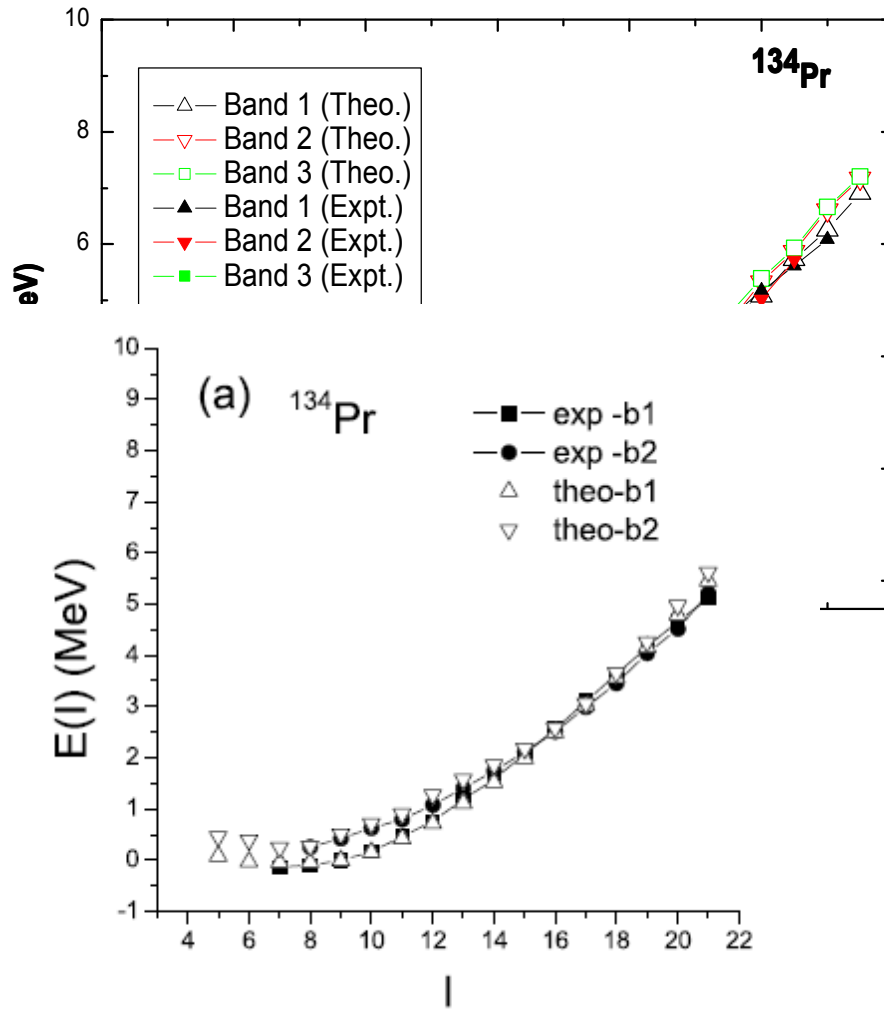
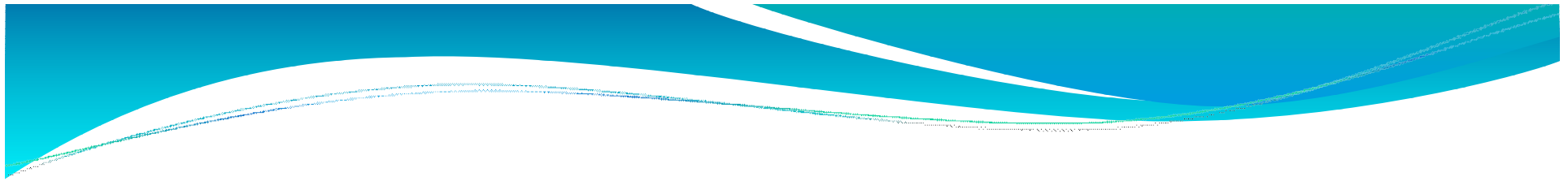


Fig.7 Calculated g.s. bands and their  $\gamma$  bands (open triangle), energy versus spin, with the deformation of  $\gamma = 26^\circ$  for  $^{172}\text{W}$  isotopes are compared with the experimental data (solid circle).



## PTES方法计算步骤

- 通过液滴模型+壳修正，给出变形准粒子真空态能量相对于球形液滴能  $E_{LD} + E_{corr}$
- 三轴投影壳模型给出确定自旋宇称 ( $I^\pi$ ) 态相对于变形准粒子真空态的能量  $E_{rot}(I^\pi)$
- 总能量  $E^{tot}$  给出核态 ( $I^\pi$ ) 能量相对于球形液滴能的值。

## 小结

- 我们的计算不仅很好地再现了实验的Yrast带，验证了存在有很大的三轴形变，而且也进一步证明了其两条正宇称S-带的存在。
- 与TRS方法计算结果的比较进一步验证了我们PTES方法计算结果的正确性。
- PTES方法也能很好地再现原子核激发带。