



广西师范大学  
GUANGXI NORMAL UNIVERSITY

# 对称能系数的形变依赖

报告者：莫秋虹

指导老师：王宁教授

刘敏教授

# 目录

一、研究意义

二、基于Skyrme能量密度泛函提取对称能系数

三、对称能系数的形变依赖

四、总结

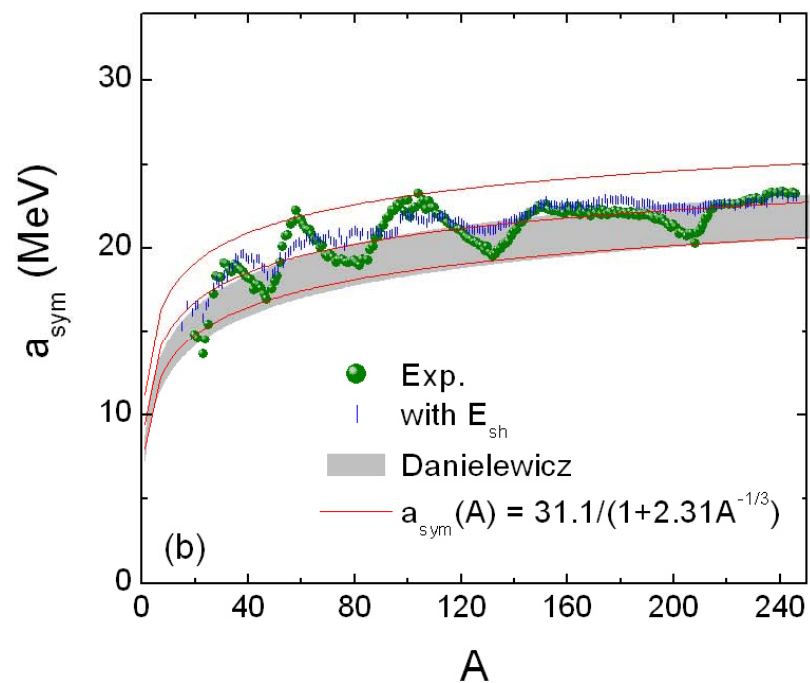
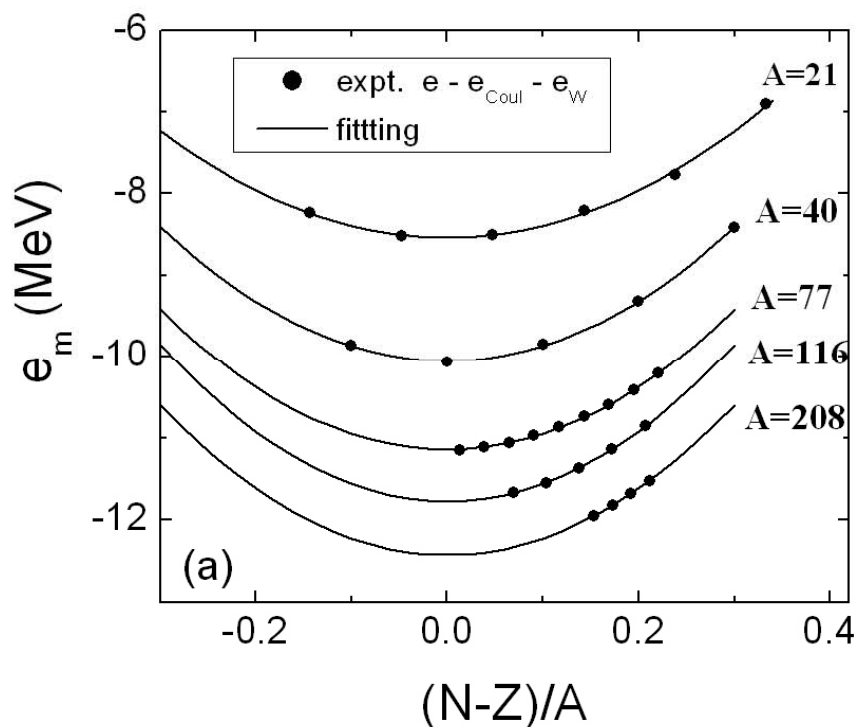


# 一、研究意义

- 核物质对称能一直备受人们关注，对于理解很多核物理问题都至关重要，如天体物理、核结构和反应等。
- 近年来，很多实验和理论研究表明，对称能的密度依赖性，特别是高密区，还不确定，仍需要更多的研究。
- 密度泛函理论为准确性与计算时间之间提供了一个有效的平衡，从而可以采用一个简单自恰的方式来进行研究，被广泛用于原子核结构和反应的研究。



$$\begin{aligned}
 e_m(A, I) &= e(A, I) - e_{\text{Coul}}(A, I) - e_w \\
 &= a_v + a_s A^{-1/3} + a_p A^{-3/2} \Delta_{np} + a_{\text{sym}}(A) I^2 \\
 &= e_0(A) + a_{\text{sym}}(A) I^2
 \end{aligned}$$



## 二、基于Skyrme能量密度泛函提取对称能系数

原子核结合能: 
$$E = \int H(r) dr$$

$$H(r) = H_{\text{Sky}}(r) + H_{\text{Coul}}(r)$$

$$H_{\text{Sky}}(r) = H_{\text{Sky}}[\rho_q(r), \tau_q(r), J_q(r)] \rightarrow H_{\text{Sky}}[\rho_q(r)]$$

$$H_{\text{Coul}}(r) = \frac{e^2}{2} \rho_p(r) \int \frac{\rho_p(r')}{|r-r'|} dr' - \frac{3e^2}{4} \left(\frac{3}{\pi}\right)^{1/3} [\rho_p(r)]^{4/3}$$

$$E \rightarrow E[\rho_q(r)] \quad E_{\text{Coul}} \rightarrow E[\rho_p(r)]$$



核子密度:

$$\rho_q = \frac{\rho_{q0}}{1 + e^{[r - R_q(\beta)]/a_q}}$$

(Woods-Saxon分布)

$$\rho_{q0} = N_q / \int \frac{dr}{1 + e^{[r - R_q(\beta)]/a_q}}$$

(核子数守恒)

$$\frac{\partial E}{\partial R_q} = 0 \quad \frac{\partial E}{\partial a_q} = 0$$

$$E \rightarrow E[\rho_q(r)] \rightarrow E[R_q(\beta), a_q]$$

(约束的密度变分法)

$$E_{\text{Coul}} \rightarrow E_{\text{Coul}}[\rho_p(r)] \rightarrow E_{\text{Coul}}[R_p(\beta), a_p]$$



原子核结合能:  $E = a_v A + a_s A^{2/3} + E_{\text{Coul}} + a_{\text{sym}} I^2 A$

$$\frac{E - E_{\text{Coul}}}{A} = a_v + a_s A^{-1/3} + a_{\text{sym}} I^2 \quad (\text{不考虑壳})$$

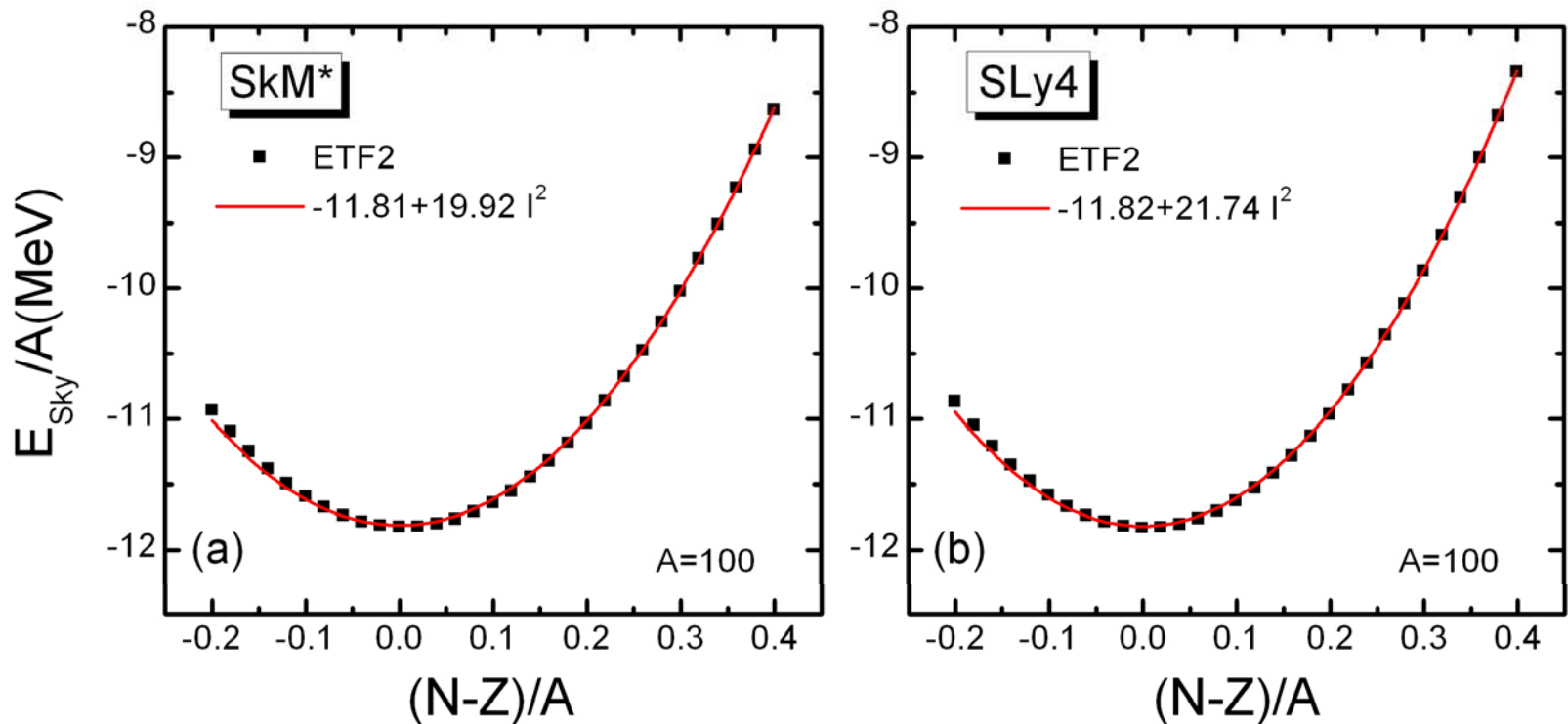


Fig1



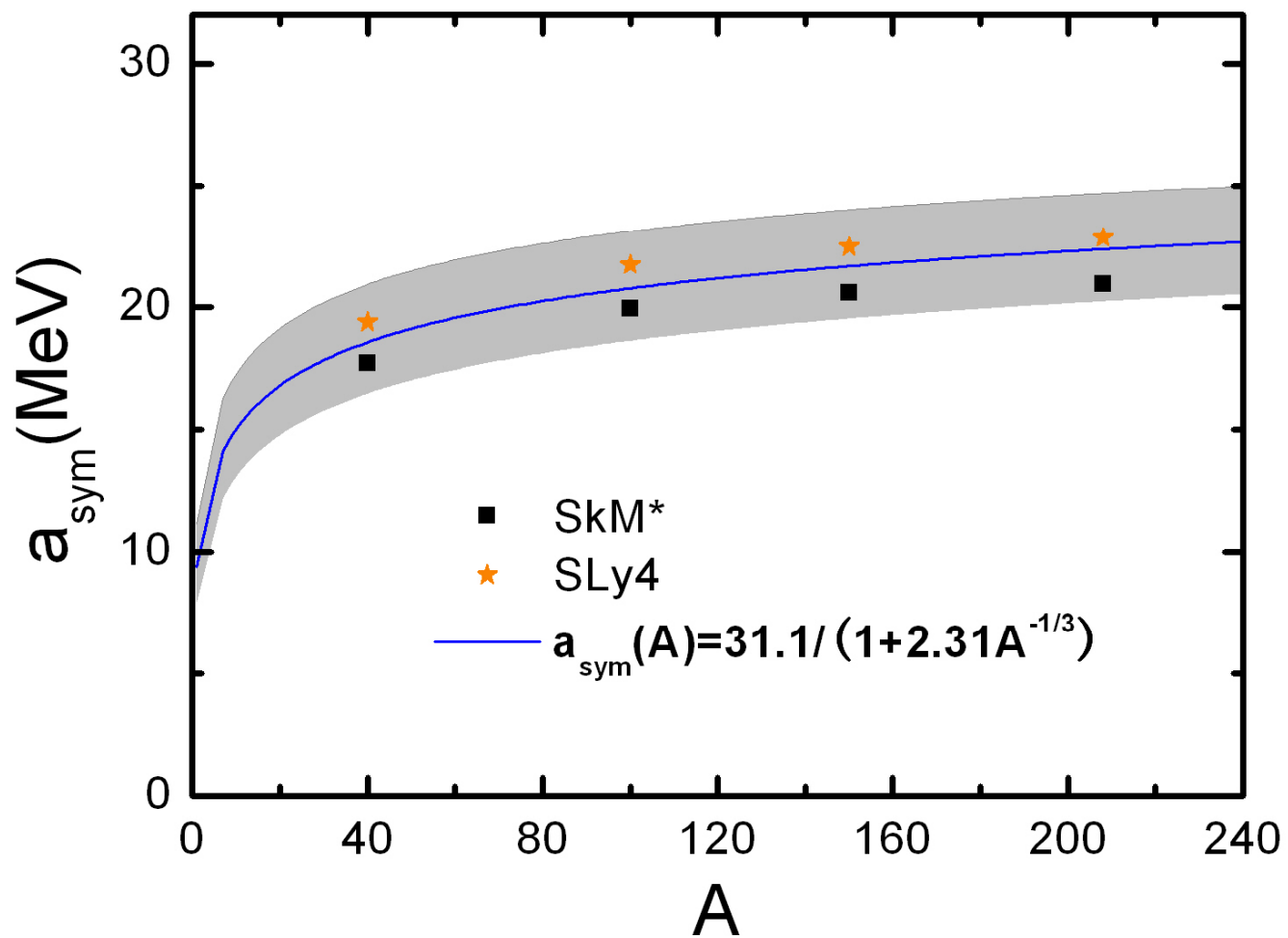


Fig2





### 三、对称能系数的形变依赖

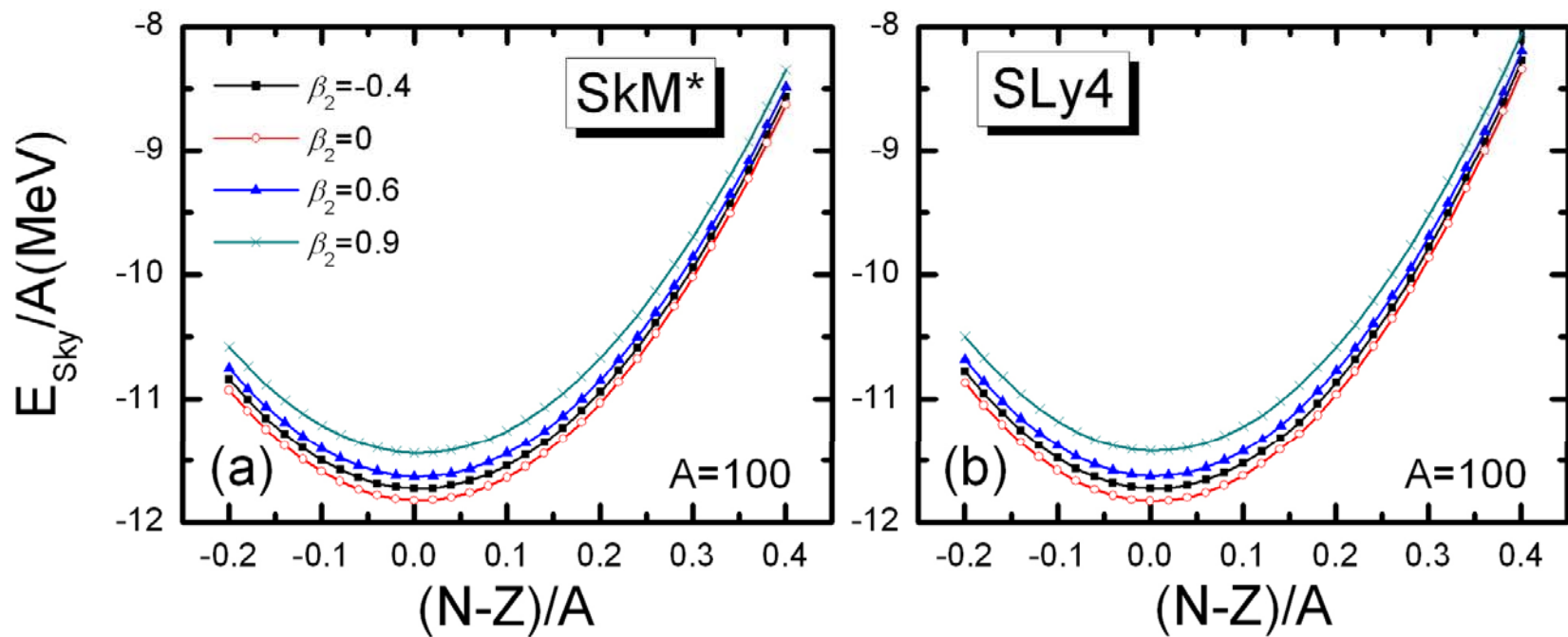


Fig3



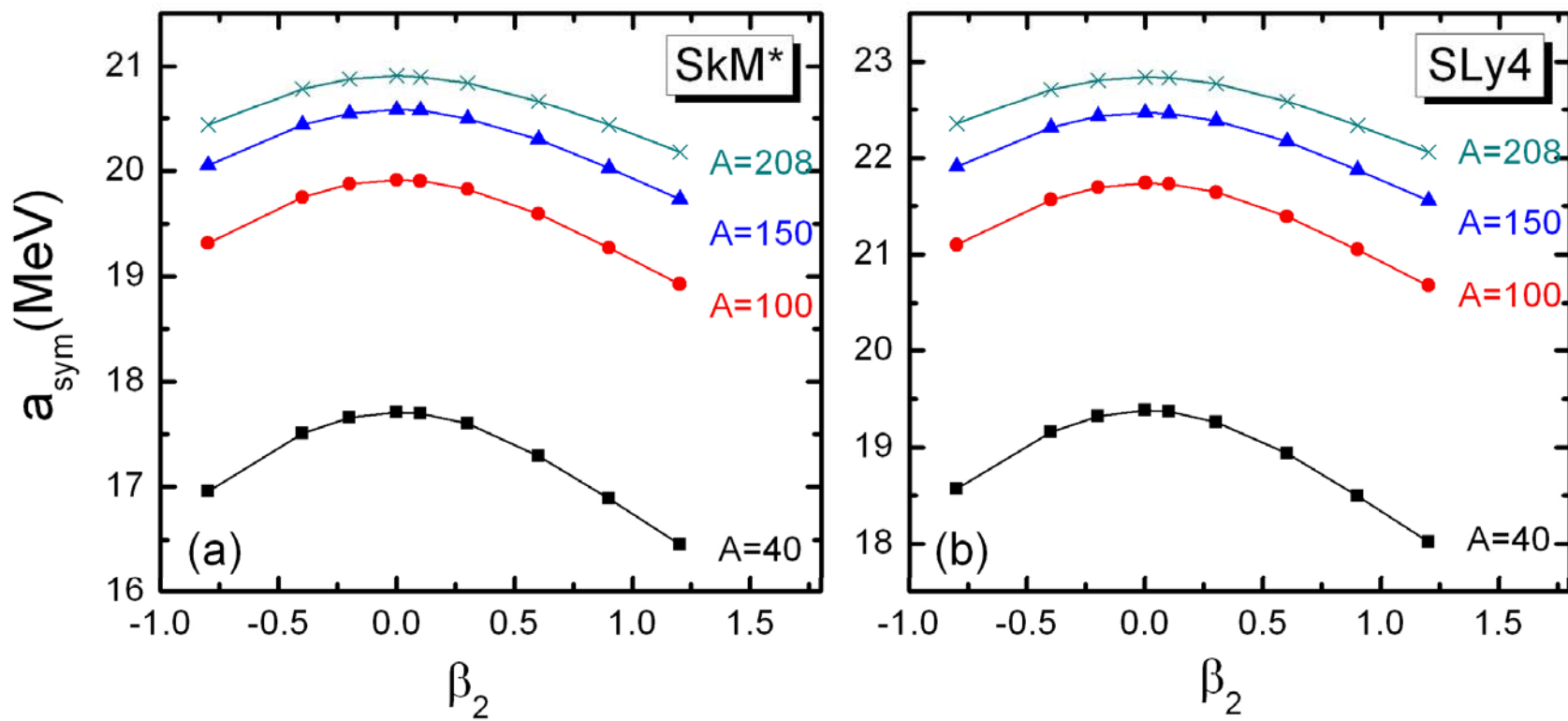


Fig4



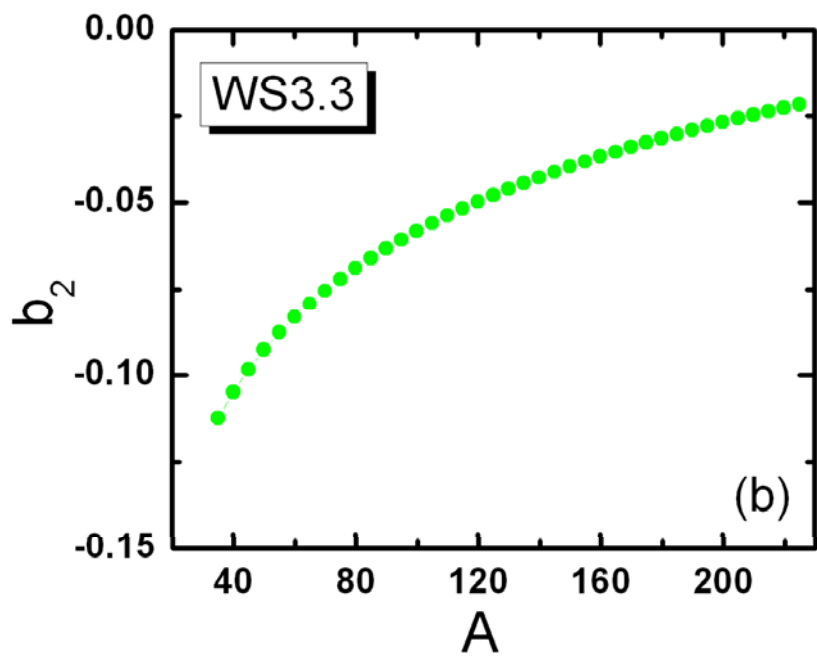
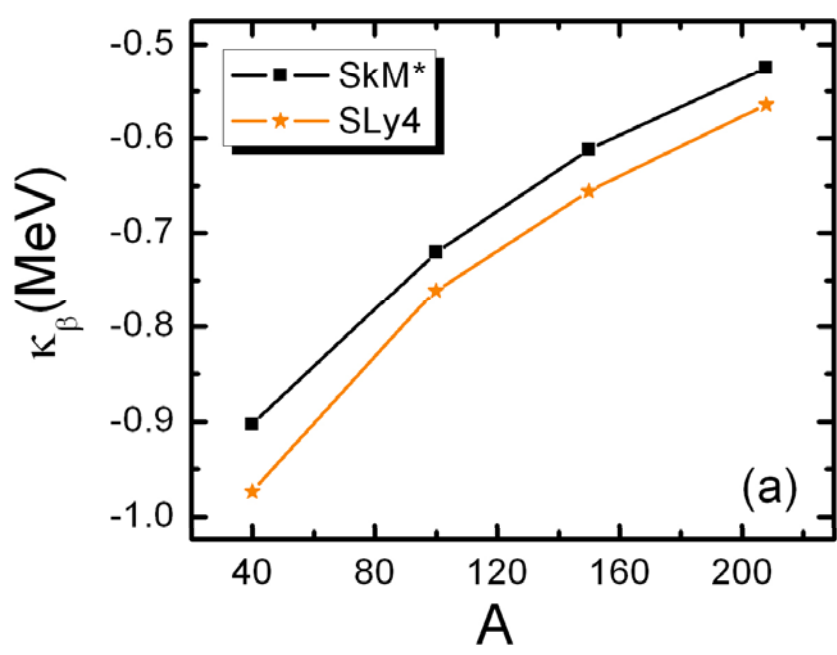


Fig5



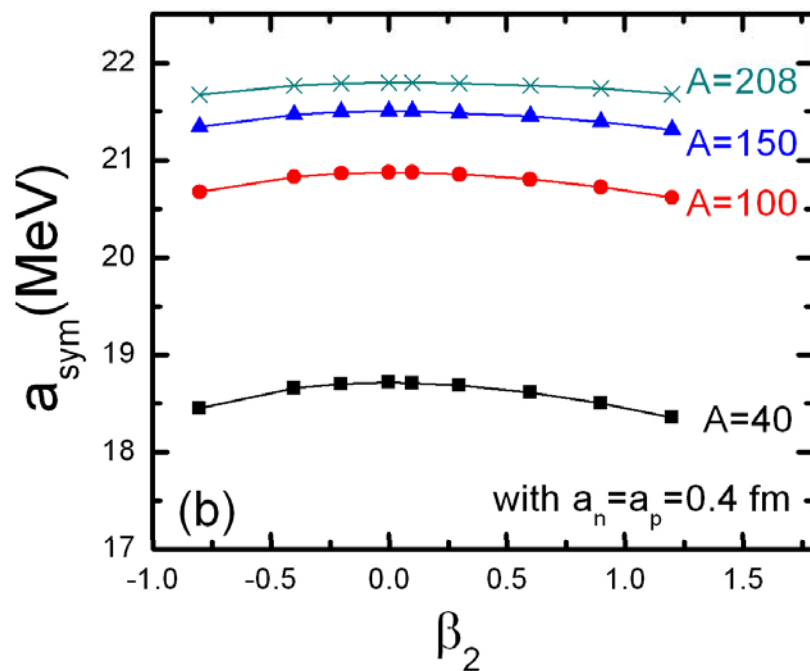
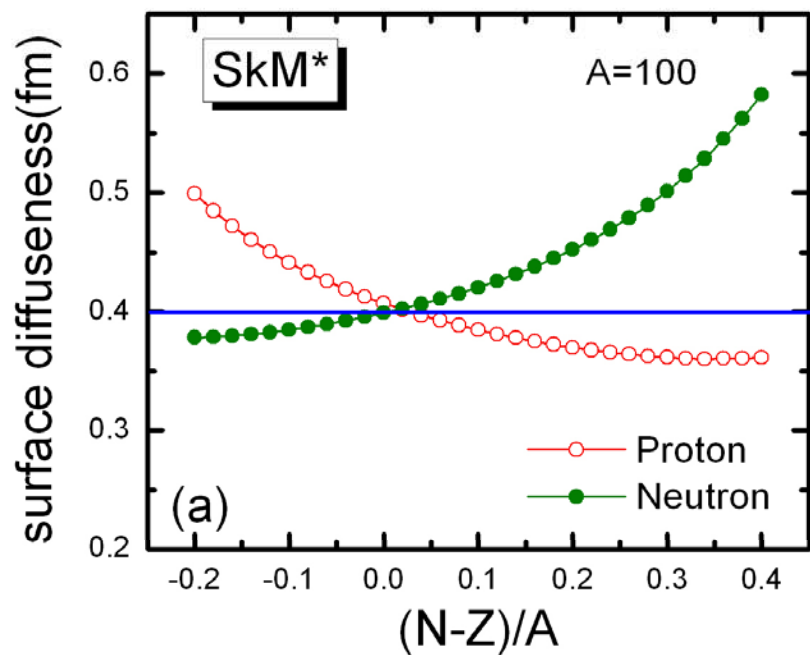


Fig6



## 四、总结

- 1、对称能系数与形变有关，不是常数。
- 2、对称能系数随形变变化的曲率与质量数 $A$ 有关， $A$ 越大，曲率越小，与WS\*模型的 $b_k$ 情况一致。
- 3、表面弥散的同位旋依赖对对称能系数的形变依赖影响很大。



谢谢！



廣西師範大學  
GUANGXI NORMAL UNIVERSITY