

中子反应同质异能态截面比的系统学

黄 小 龙

(中国原子能科学研究院 北京 102413)

摘要 提出了中子反应同质异能态截面比的半经验公式. 该公式含有一系统学参数, 适应于产物核质量数 $44 \leq A \leq 197$ 、同质异能态自旋 $0 \leq J_m \leq 12$ 和基态自旋 $0.5 \leq J_g \leq 8$ 的中子反应. 在入射中子能量 $E_n < 20 \text{ MeV}$ 能区, 对该系统学参数进行了系统学研究. 通过获得的半经验公式和系统学参数, 可以很好地再现已有实验数据, 也可较好地预言无实验数据的两质异能态截面比或同质异能态截面.

关键词 中子反应 同质异能态截面比 系统学

1 引言

在中子核反应中, 如果剩余核的某一激发态具有可观测的寿命, 通常就称该激发态为同质异能态. 同质异能态反应截面是非常重要的核数据, 在许多领域都有其重要应用, 例如, 核装置的测试分析和医用同位素中同质异能态的纯度计算. 同质异能态截面在基础研究中也很重要, 可用来检测核模型理论的可靠性, 提供自旋切割因子及剩余核分立能级的有关信息.

从实用的角度看, 目前同质异能态反应截面的数据状况还远不能令人满意. 一方面, 实验测量数据不多, 特别是与能量有关的测量数据. 而现有实验数据间也存在较大矛盾与分歧. 另一方面, 模型理论计算还存在着很多缺陷. 1960年, R. Vandenbosch^[1]等首次从理论上提出了同质异能态截面的计算方法. 他们以统计模型为理论基础, 揭示了自旋切割因子在同质异能态截面比计算中的独特作用. 该方法在入射中子能量 $E_n < 30 \text{ MeV}$ 能区被认为是一个经典理论计算方法, 能相当合理地再现部分实验数据, 但进一步改进却较困难, 因为并未考虑同质异能态以上的分立能级信息. 其他较著名的模型理论计算程序, 如 GNASH 也显示出, 同质异能态截面比对产物核分立能级和其他模型参数比较敏感. 因此, 探索一简便可行的半经验方法就显得较为重要.

当实验数据缺乏或存在巨大分歧时, 系统学经验公式的使用将为同质异能态截面提供比较有用的信息. 一般来说, 与模型理论计算相比, 系统学在某些情形下将显得较为简

便和有效. 早期的 $(n, 2n)$, (n, p) , (n, α) 等反应截面的系统学研究就有力地证明了这一点. 考虑到目前同质异能态截面的实验数据状况和理论计算的困难, 系统学适合于研究同质异能态截面比.

2 实验数据概况

有关同质异能态反应截面 σ^m 、基态反应截面 σ^g 或总反应截面 σ^t ($\sigma^t = \sigma^m + \sigma^g$)的实验测量数据, 主要从 IAEA 的 EXFOR^[2] 数据库检索得到. 对某些反应道, 还收集了最新杂志上发表的实验数据. 入射中子能量限制在 $E_n < 20\text{MeV}$.

表 1 列出了 σ^t , σ^m 和 σ^g 实验测量数据的有关信息. 在收集实验数据时, 只考虑了半衰期长于 1s 的同质异能态, 并且 σ^t , σ^m 和 σ^g 是同一家实验室或同一作者完成的, 或者某一实验室直接测量了同质异能态截面比 R .

从表 1 可以看出, 现有同质异能态反应截面的实验测量数据还远不能令人满意, 多数反应道只在 14MeV 附近有实验数据, 只有极少数反应道测量了截面随能量变化的激发曲线.

表 1 中子反应同质异能态和基态反应截面测量数据概况

反应类型	测量数据概况		ϵ_m/keV	$T_{1/2}$	J_m	J_g
	σ^g	σ^m				
$^{35}\text{Cl}(n, 2n)^{34}\text{Cl}$	★	×	145.7	32m	3+	0+
$^{45}\text{Sc}(n, 2n)^{44}\text{Sc}^a$	○	○	271.24	58.6h	6+	2+
$^{46}\text{Ti}(n, p)^{46}\text{Sc}$	○	×	142.528	18.75s	1-	4+
$^{54}\text{Fe}(n, 2n)^{53}\text{Fe}$	○	★	3040.6	2.58m	19/2-	7/2-
$^{59}\text{Co}(n, 2n)^{58}\text{Co}^a$	○	○	24.889	9.15h	5+	2+
$^{58}\text{Ni}(n, p)^{58}\text{Co}^a$	○	○	24.889	9.15h	5+	2+
$^{60}\text{Ni}(n, p)^{60}\text{Co}^a$	×	×	58.603	10.467m	2+	5+
$^{63}\text{Cu}(n, \alpha)^{60}\text{Co}$	○	×	58.603	10.467m	2+	5+
$^{62}\text{Ni}(n, p)^{62}\text{Co}^a$	★	×	22	13.91m	5+	2+
$^{65}\text{Cu}(n, \alpha)^{62}\text{Co}^a$	×	×	22	13.91m	5+	2+
$^{68}\text{Zn}(n, p)^{68}\text{Cu}^a$	★	×	721	3.75m	(6-)	1+
$^{72}\text{Ge}(n, \alpha)^{69}\text{Zn}$	★	×	438.634	13.76h	9/2+	1/2-
$^{74}\text{Ge}(n, \alpha)^{71}\text{Zn}$	★	×	157.9	3.96h	9/2+	1/2-
$^{75}\text{As}(n, p)^{75}\text{Ge}$	○	×	139.68	47.7s	7/2+	1/2-
$^{76}\text{Ge}(n, 2n)^{75}\text{Ge}$	×	×	139.68	47.7s	7/2+	1/2-
$^{80}\text{Se}(n, \alpha)^{77}\text{Ge}$	★	×	159.7	52.9s	1/2-	7/2+
$^{74}\text{Se}(n, 2n)^{73}\text{Se}^a$	×	×	25.71	39.8m	3/2-	9/2+
$^{82}\text{Se}(n, 2n)^{81}\text{Se}$	×	★	102.89	57.28m	7/2+	1/2-
$^{81}\text{Br}(n, 2n)^{80}\text{Br}$	★	×	85.90	4.4205h	5-	1+
$^{85}\text{Rb}(n, 2n)^{84}\text{Rb}^a$	○	○	464.50	20.26m	6-	2-
$^{89}\text{Y}(n, \alpha)^{86}\text{Rb}^a$	×	★	556.03	1.017m	6-	2-

续表

反应类型	测量数据概况		ϵ_m/keV	$T_{1/2}$	J_m	J_g
	σ^g	σ^m				
$^{87}\text{Rb}(n,2n)^{86}\text{Rb}^a$	×	×	556.03	1.017m	6-	2-
$^{86}\text{Sr}(n,2n)^{85}\text{Sr}^a$	★	★	238.65	67.63m	1/2-	9/2+
$^{90}\text{Zr}(n,p)^{90}\text{Y}$	○	×	682.04	3.244h	7+	2-
$^{93}\text{Nb}(n,\alpha)^{90}\text{Y}^a$	×	×	682.04	3.244h	7+	2-
$^{91}\text{Zr}(n,p)^{91}\text{Y}$	×	×	555.57	49.71m	9/2+	1/2-
$^{92}\text{Zr}(n,x)^{91}\text{Y}$	★	★	555.57	49.71m	9/2+	1/2-
$^{92}\text{Mo}(n,\alpha)^{89}\text{Zr}^a$	×	×	587.8	4.18m	1/2-	9/2+
$^{90}\text{Zr}(n,2n)^{89}\text{Zr}^a$	○	★	587.8	4.18m	1/2-	9/2+
$^{93}\text{Nb}(n,2n)^{92}\text{Nb}$	○	○	135.1	10.15d	2+	7+
$^{95}\text{Mo}(n,p)^{95}\text{Nb}^a$	×	×	235.69	86.6h	1/2-	9/2+
$^{96}\text{Mo}(n,x)^{95}\text{Nb}^a$	★	★	235.69	86.6h	1/2-	9/2+
$^{97}\text{Mo}(n,p)^{97}\text{Nb}^a$	×	★	743.4	52.7s	1/2-	9/2+
$^{98}\text{Mo}(n,x)^{97}\text{Nb}$	★	★	743.4	52.7s	1/2-	9/2+
$^{98}\text{Mo}(n,p)^{98}\text{Nb}$	×	★	84.0	51.3m	(5+)	1+
$^{92}\text{Mo}(n,2n)^{91}\text{Mo}$	×	★	652.9	65.0s	1/2-	9/2+
$^{96}\text{Ru}(n,x)^{95}\text{Tc}$	★	★	38.9	61d	1/2-	9/2+
$^{102}\text{Pd}(n,p)^{102}\text{Rh}$	★	★	141	2.9a	6(+)	1-,2-
$^{103}\text{Rh}(n,2n)^{102}\text{Rh}^a$	○	×	141	2.9a	6(+)	1-,2-
$^{105}\text{Pd}(n,p)^{105}\text{Rh}$	★	★	129.7	40s	1/2-	7/2+
$^{106}\text{Pd}(n,p)^{106}\text{Rh}$	★	★	138	131m	(6+)	1+
$^{109}\text{Ag}(n,p)^{109}\text{Pd}$	×	★	188.9	4.696m	11/2-	5/2+
$^{110}\text{Pd}(n,2n)^{109}\text{Pd}^a$	×	×	188.9	4.696m	11/2-	5/2+
$^{107}\text{Ag}(n,2n)^{106}\text{Ag}$	★	○	300	8.28d	6+	1+
$^{115}\text{In}(n,p)^{115}\text{Cd}^a$	★	★	173.4	44.6d	11/2-	1/2+
$^{118}\text{Sn}(n,\alpha)^{115}\text{Cd}$	★	★	173.4	44.6d	11/2-	1/2+
$^{116}\text{Cd}(n,2n)^{115}\text{Cd}^a$	○	○	173.4	44.6d	11/2-	1/2+
$^{120}\text{Sn}(n,\alpha)^{117}\text{Cd}^a$	★	★	136.4	3.36h	11/2-	1/2+
$^{112}\text{Sn}(n,t)^{110}\text{In}$	★	★	60	69.1m	2+	7+
$^{113}\text{In}(n,2n)^{112}\text{In}$	★	×	155	20.56m	4+	1+
$^{114}\text{Sn}(n,p)^{114}\text{In}$	★	★	190.27	49.51d	5+	1+
$^{115}\text{In}(n,2n)^{114}\text{In}$	×	○	190.27	49.51d	5+	1+
$^{117}\text{Sn}(n,p)^{117}\text{In}^a$	★	★	315.3	116.2m	1/2-	9/2+
$^{119}\text{Sn}(n,p)^{119}\text{In}$	★	★	311.39	18.0m	1/2-	9/2+
$^{121}\text{Sb}(n,2n)^{120}\text{Sb}^a$	○	○	0.1	5.76d	8-	1+
$^{123}\text{Sb}(n,2n)^{122}\text{Sb}$	×	★	163	4.191m	(8)-	2-
$^{128}\text{Te}(n,p)^{128}\text{Sb}^a$	★	★	20.0	10.4m	5+	8-
$^{120}\text{Te}(n,2n)^{119}\text{Te}$	★	★	261	4.70d	11/2-	1/2+
$^{122}\text{Te}(n,2n)^{121}\text{Te}$	★	★	293.98	154d	11/2-	1/2+
$^{127}\text{I}(n,p)^{127}\text{Te}$	★	★	88.26	109d	11/2-	3/2+

续表

反应类型	测量数据概况		ϵ_m/keV	$T_{1/2}$	J_m	J_g
	σ^g	σ^m				
$^{128}\text{Te}(n,2n)^{127}\text{Te}^a$	○	○	88.26	109d	11/2-	3/2+
$^{130}\text{Te}(n,2n)^{129}\text{Te}^a$	○	○	105.50	33.6d	11/2-	3/2+
$^{126}\text{Xe}(n,2n)^{125}\text{Xe}$	★	★	252.7	57s	9/2-	1/2+
$^{134}\text{Xe}(n,2n)^{133}\text{Xe}$	★	★	233.18	2.19d	11/2-	3/2+
$^{138}\text{Ba}(n,\alpha)^{135}\text{Xe}^a$	×	★	526.56	15.29m	11/2-	3/2+
$^{136}\text{Xe}(n,2n)^{135}\text{Xe}$	★	★	526.56	15.29m	11/2-	3/2+
$^{134}\text{Ba}(n,2n)^{133}\text{Ba}^a$	×	×	288.4	38.9h	11/2-	1/2+
$^{138}\text{Ce}(n,2n)^{137}\text{Ce}$	★	★	254.3	34.4h	11/2-	3/2+
$^{140}\text{Ce}(n,2n)^{139}\text{Ce}$	×	×	754.2	54.8s	11/2-	3/2+
$^{142}\text{Nd}(n,2n)^{141}\text{Nd}^a$	×	×	756.5	62.0s	11/2-	3/2+
$^{144}\text{Sm}(n,2n)^{143}\text{Sm}^a$	○	★	754.4	66s	11/2-	3/2+
$^{151}\text{Eu}(n,2n)^{150}\text{Eu}^a$	×	×	42	12.8h	0-	5(-)
$^{168}\text{Er}(n,\alpha)^{165}\text{Dy}$	★	★	108.160	1.257m	1/2-	7/2+
$^{165}\text{Ho}(n,2n)^{164}\text{Ho}^a$	×	○	140	37.5m	6-	1+
$^{175}\text{Lu}(n,2n)^{174}\text{Lu}^a$	○	★	170.89	142d	6-	1-
$^{186}\text{W}(n,2n)^{185}\text{W}$	×	★	197.4	1.67m	11/2+	3/2-
$^{185}\text{Re}(n,2n)^{184}\text{Re}^a$	×	★	188.01	169d	8+	3-
$^{187}\text{Re}(n,2n)^{186}\text{Re}^a$	★	★	149	2.0E+5a	8+	1-
$^{192}\text{Os}(n,2n)^{191}\text{Os}$	×	×	74.38	13.10h	3/2-	9/2-
$^{191}\text{Ir}(n,2n)^{190m2}\text{Ir}$	★	×	175.0	3.25h	11-	4+
$^{198}\text{Pt}(n,2n)^{197}\text{Pt}^a$	×	×	399.5	95.41m	13/2+	1/2-
$^{197}\text{Au}(n,2n)^{196m2}\text{Au}^a$	○	○	595.38	9.7h	12-	2-
$^{198}\text{Hg}(n,2n)^{197}\text{Hg}^a$	★	★	298.85	23.8h	13/2+	1/2-
$^{204}\text{Pb}(n,2n)^{203m1}\text{Pb}$	○	★	825.3	6.3s	13/2+	5/2-

ϵ_m 同质异能态激发能, $T_{1/2}$ 产物核半衰期, J_m 同质异能态自旋, J_g 基态自旋; ★ 仅在 14MeV 附近有实验数据, × 需要更多更精确测量数据, ○ 实验数据较多且精度较好, a 被选作拟合的反应道。

3 系统学经验公式

在对某一反应道的 σ^i 进行系统学研究时,常常寻找它随靶核质量数 A 、原子序数 Z 、中子数 N 或 $(N-Z)/A$ 的变化关系。与 σ^i 相比,同质异能态截面之比 R 强烈依赖于所考虑的同质异能态与基态自旋,显然用传统的方法对 R 作系统学研究必将十分困难。有关 R 的系统学研究,目前国际上只见到少数工作^[3,4],遗憾的是这些系统学都是单能点的系统学,因此,有必要寻找 R 随能量变化的系统学公式。

当入射中子轰击靶核时,就会形成具有高激发态的复合核,随后复合核通过发射一个或多个粒子方式退激,形成具有不同自旋 J_i 的剩余核,最后剩余核再经过 γ 退激形成同质异能态或基态。这些同质异能态或基态的布居几率可用核模型理论如统计理论进行估

算. 本工作发展了另一种估算这些布居几率的新方法, 该方法强调简便实用, 并不想取代复杂的理论计算, 其目的是建立 R 的系统学公式, 以便预言那些无实验测量数据的同质异能态截面.

首先, 定义 R

$$R = \frac{\sigma^m}{\sigma^i} = \frac{\sigma^m}{\sigma^m + \sigma^g}, \quad (1)$$

若引进分别代表形成同质异能态和基态的总布居几率 P_m 和 P_g , 则 R 可改写成

$$R = \frac{P_m}{P_m + P_g}. \quad (2)$$

P_m 和 P_g 的大小由下述表达式估算:

$$P_n = \sum_i \sum_f P(J_i, J_f) P(J_f) = P_i(n) P(J_n) \quad n = m, g, \quad (3)$$

其中, $P(J_i, J_f)$ 代表具有自旋 J_i 的复合核或上一个余核退激形成不同自旋 J_f 的产物核的退激几率, $P(J_f)$ 是该产物核退激形成同质异能态或基态的相对退激几率.

假定退激几率正比于剩余核的能级密度, 则有

$$P(J_i, J_f) \propto \rho(J_f, U) = \rho(U) \rho(J_f). \quad (4)$$

能级密度采用如下表达式:

$$\rho(J, U) = \rho(U) \rho(J) \propto \exp\left(-\frac{\epsilon}{T}\right) (2J+1) \exp\left(-\frac{(j+1/2)^2}{2\sigma^2}\right), \quad (5)$$

$$T = 13/\sqrt{A_0}, \quad (6)$$

其中, A_0 为靶核质量数; $\epsilon = E_c - U - B$, E_c 为复合核激发能, B 为结合能, U 为剩余核激发能, ϵ 为发射粒子的发射能量, $E_c = E_n + B$. 由于关心的是比值问题, 因此略去了方程(5)中的常数和公有因子.

在一些近似和假设的基础上, 对方程(4)进行能量积分和自旋求和, 可得到

$$P_i(m) = \exp\left(-\frac{\epsilon_m}{T}\right) - \exp\left(-\frac{E}{T}\right), \quad (7)$$

$$P_i(g) = 1.0 - \exp\left(-\frac{E}{T}\right). \quad (8)$$

从产物核的激发态 J_i 退激到激发态 J_f 的相对退激几率与产物核的能级密度 $\rho(J_f)$ 有关

$$P(J_f) = \sum_{J_i} \frac{\rho(J_f)}{\sum_{J_f} \rho(J_f)}. \quad (9)$$

在退激过程中, 只考虑 γ 偶级发射, 则有

$$P(J_m) = \sum_{J=|J_m-1|}^{J_m+1} \rho(J), \quad (10)$$

$$P(J_g) = \sum_{J=|J_g-1|}^{J_g+1} \rho(J). \quad (11)$$

将方程(7),(8)及(10),(11)代入方程(2),可得到 R 的最终表达式:

$$R = \frac{\left[\exp\left(-\frac{\epsilon_m}{T}\right) - \exp\left(-\frac{E}{T}\right) \right] \sum_{J=|J_m-1|}^{J_m+1} \rho(J)}{\left[\exp\left(-\frac{\epsilon_m}{T}\right) - \exp\left(-\frac{E}{T}\right) \right] \sum_{J=|J_m-1|}^{J_m+1} \rho(J) + \left[1.0 - \exp\left(-\frac{E}{T}\right) \right] \sum_{J=|J_g-1|}^{J_g+1} \rho(J)}. \quad (12)$$

(5)式中有一可调参数 σ^2 ,它代表自旋切割因子,可由方程(12)拟合实验数据得到.

4 结果和讨论

在产物核质量数 $44 \leq A \leq 197$,同质异能态自旋 $0 \leq J_m \leq 12$ 和基态自旋 $0.5 \leq J_g \leq 8$ 的范围内,本工作收集了由同一实验室或同一作者测量的 $\sigma^i, \sigma^m, \sigma^s$ 或 R (详见表 1). 挑选其中部分实验数据用方程(12)进行非线性最小二乘法拟合,得到参数 σ^2 . 在拟合过程中,对参数 σ^2 随能量变化作了不同尝试,最后确定:

$$\sigma^2 = C \sqrt{E \left(1.0 + \frac{\delta(1.0 - \exp(-0.05E))}{E} \right)}, \quad (13)$$

式中 $\delta = M_{\text{exp}}(Z, A) - M_{\text{td}}(Z, A, \alpha)$,有关信息详见文献[5]. C 称作拟合参数,由方程(12)拟合实验数据得到.

对拟合参数 C 进行了系统学研究,并示于图 1. 从图 1 清楚看到, C 与产物核质量数 A 存在系统学关系,近似正比于 $A^{1/3}$. 由非线性最小二乘法拟合得到

$$C = 0.866A^{1/3}. \quad (14)$$

使用本工作得到的系统学公式及其系统学参数,对 R 进行了系统学预言. 在大多数情况下,系统学预言能较好地再现实验数据. 这里给出了两个典型例子,需说明的是,图中实验数据或直接实验测量或由同一家测量数据导出.

对于 $^{46}\text{Ti}(n, p)^{46}\text{Sc}$ 反应,图 2 给出了该反应同质异能态截面比的实验测量数据^[6,7]与

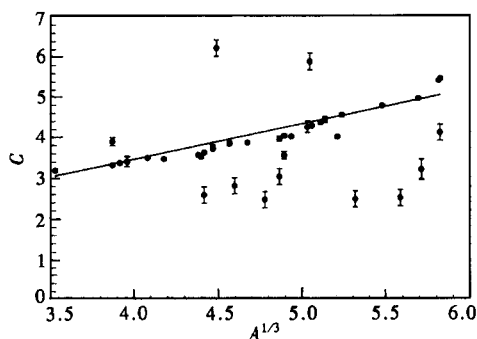


图 1 拟合参数 C 的系统学

● C 的拟合值, — 拟合曲线.

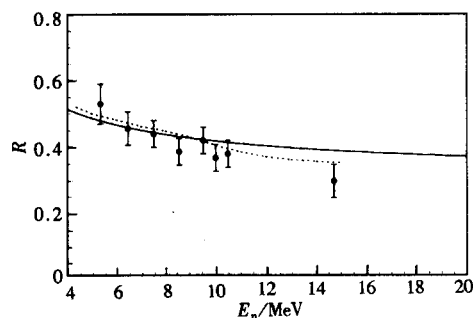


图 2 $^{46}\text{Ti}(n, p)^{46}\text{Sc}$ 反应同质异能态截面比

● 测量值, --- 模型理论计算值^[6], — 本工作系统学预言值.

本工作系统学预言值之间的比较,同时也给出了 N. I. Molla^[6]等作的模型理论计算值. 从图2可看出,系统学预言值能再现大多数实验测量数据.

$^{74}\text{Se}(n,2n)^{73}\text{Se}$ 反应同质异能态截面比的实验测量数据^[8-10]明显分为两组,彼此存在较大分歧(详见图3). 经仔细分析后认为文献[8,9]中的实验数据可能测错,原因是测量用产物核 ^{73}Se 的 γ 分支比有错. 本工作系统学预言值与文献[10]的测量数据符合较好. 图3还列出了 S. M. Qaim^[11]等作的模型理论计算值^[6],与本工作系统学预言值较一致.

由 R (系统学公式(1))也可推出同质异能态截面如图4,以便实际应用.

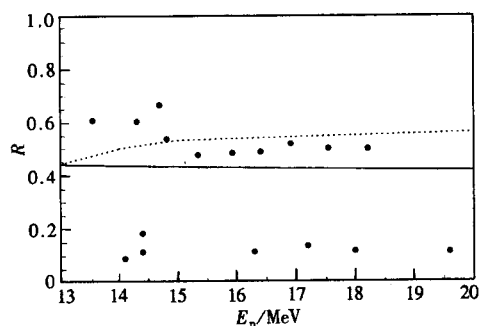


图3 $^{74}\text{Se}(n,2n)^{73}\text{Se}$ 反应同质异能态截面比
● 测量值:下部数据取自文献[8,9],上部数据取自文献[10];--- 模型理论计算值^[11];— 本工作系统学预言值.

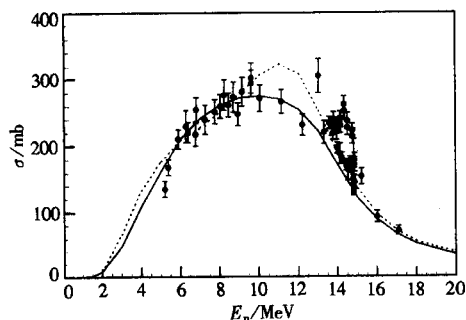


图4 $^{58}\text{Ni}(n,p)^{58m}\text{Co}$ 反应同质异能态截面
● 测量值, --- JENDL-AF 评价值^[12],
— 本工作系统学计算值.

5 结束语

本文首次导出了中子反应同质异能态截面比的系统学公式. 该公式含有一系统学参数,适应于产物核质量数 $44 \leq A \leq 197$ 、同质异能态自旋 $0 \leq J_m \leq 12$ 和基态自旋 $0.5 \leq J_g \leq 8$ 的中子反应. 在入射中子能量 $E_n < 20\text{MeV}$ 能区,通过获得的系统学公式及其系统学参数,可以很好地再现已有实验数据. 考虑到目前同质异能态截面的理论计算还存在许多不确定因素,加上实验数据又存在较大分歧与矛盾,本工作系统学可预言无实验数据的同质异能态截面比或同质异能态截面.

参考文献(References)

- 1 Vandenbosch V, Huizenga J R. Phys. Rev., 1960, **120**:1311—1342
- 2 EXFOR, <http://iaeand.iaea.or.at/exfor>
- 3 HUANG Xiao-Long, CAI Dun-Jiu. Nucl. Sci. Eng., 1997, **125**:371—375
- 4 Kopecky J, Gruppelaar H. ECN-200, 1987
- 5 Moeller P, Nix J R. Atomic Data and Nuclear Data Tables, 1995, **59**:185
- 6 Molla N I, Qaim S M. Phys. Rev., 1990, **C42**:1540—1547

- 7 Woo T W, Salaita G N. *Ann. Nucl. Science*, 1978, **28**:91—99
- 8 Bormann M, Dreyer F, Seebeck U et al. *Z. Naturforsch.*, 1966, **21A**:988—996
- 9 Abboud A, Decowski P, Grochulski W et al. *Nucl. Phys.*, 1969, **139**:42—56
- 10 Bormann M, Feddersen H K, Holscher H H et al. *Z. Phys.*, 1976, **A227**:203—210
- 11 Qaim S M, Mushtaq A, Uhl M. *Phys. Rev.*, 1988, **C38**:645—651
- 12 JENDL-AF, <ftp://www.ndc.tokai.jaeri.go.jp/www/JENDL/JENDL-AF>

Systematics of Isomeric Cross Section Ratio for Neutron-Induced Reactions

HUANG Xiao-Long

(*China Institute of Atomic Energy, Beijing 102413, China*)

Abstract Based on the statistical theory and available measured isomeric cross section ratio, a systematic formula of the isomeric cross section ratio with one parameter for neutron induced reactions was developed. This formula is applicable for the mass region $44 \leq A \leq 197$, spin region of isomeric and ground states $0 \leq J_m \leq 12$ and $0.5 \leq J_g \leq 8$ of the residual nucleus, respectively. Fair agreement was obtained between the systematics predictions and measurements. Within the range of nuclides and spins the systematics predictions can provide useful isomeric cross section ratio information where experimental data are of large discrepancy or where experimental data are not available.

Key words neutron reaction, isomeric cross section ratio, systematics