

热核多重碎裂研究

戴光曦 吴和宇 李祖玉 新根明 罗清政

(中国科学院近代物理研究所 兰州 730000)

摘要 本文对单体热核多重碎裂的理论及实验研究的国内外现状进行了评述,特别对国内近年来做出的实验结果进行了报导.

关键词 热核, 多重碎裂.

1 前言

核裂变是常见的核衰变现象,裂变伴随一个 α 粒子的发射被称作三裂变(Ternary Fission).本文所述及的核三重与四重碎裂是指单核衰变成三块或四块大小差不多的碎片,称作多重碎裂(Multi-Fragmentation).早在40年代末期,钱三强与何泽慧两位前辈就在德国海德堡实验室,发现了铀核的三重与四重碎裂径迹.1969年,前苏联和德国科学家^[1]在杜布纳联合所作了 $^{40}\text{Ar}(9.5\text{MeV/u})$ 轰击 ^{197}Au 和 ^{232}Th 的实验.用云母片上的径迹,记录了三重碎裂并给出它与二裂变的产额比,简称为三二比 P_{32} . P_{32} 一般小于1%,甚至仅0.1%量级.近年测到 ^{252}Cf 的自发分裂中,也存在约百万分之一的几率为三碎裂.从这些前期工作,看到 P_{32} 随复核的激发能增加而增加,而且这些工作均未对碎片质量与速度进行测定.为此,我们在90年代初提出了“热核三分裂与温度因子研究”的课题,开始进行实验与理论的研究.几乎同时,法国GANIL的一个组也进行类似的实验测量^[2,3,4].

自从1969年 P_{32} 数据诞生后,便引起理论家们的注意.1974年,德国Greiner教授^[5]计算了三裂变位垒.他用了两种模型:长椭球有两个节点,扁椭球分成三块.计算表明,前者位垒大大低与后者.从位垒高低,他的结论倾向于长椭球的级联裂变:第一次裂变中的大碎片再次裂变.这个结论降低了研究三重碎裂的意义.似乎只要研究裂变碎片的激发能如何促使其再裂变就可以了.但是,即使如

此,也没有实验来证实级联裂变的存在.

80年代末期,在研究热核裂前蒸发中子与裂变竞争的实验中,发现裂变动力学延时效应^[6,7];这使多重碎裂的研究有了转机.延时效应是裂变中的大形变过程有较大的惯性质量迁移,这就使通常的裂变时间变长.例如,在重核区,裂变达到断点时间不小于 $3 \times 10^{-20}\text{s}$.这样,由于轻粒子蒸发过多,新生裂片的激发能一般很低,不依赖于复核的激发能.一般新生裂片的质量数仅100左右,位垒通常在25MeV左右,很难再产生裂变.但是,测出的 P_{32} 是依赖于复核的激发能的,这就陷于困境.

为此,法国理论家Royer小组^[8]考虑了温度减缩核表面张力的因子,对整个多碎裂的形变模式作了位垒计算,算出的位垒比较低.同时,我们也对三碎裂提出三轴准卡西亚卵形体形变,并引入温度因子作了对称三碎裂计算^[9].计算表明,位垒可以降低到合理的数值,对热核来说,完全可以超越的.进一步我们与美国Texas的科学家联手,推广上述计算到四重、六重和八重碎裂,取得中重核区的依赖于核温度的对称多重碎裂的位垒值^[10].

从这些计算中我们已经作到心中有数,并在兰州重离子加速器上进行了两类实验.一类是用云母片加铝箔降能片,测量了 $^{12}\text{C} + ^{209}\text{Bi}$ 反应的 P_{32} 激发函数^[11].第二类实验是采用裂片探测器进行多参数获取的电测实验.在 $47.5\text{MeV/u } ^{12}\text{C} + ^{209}\text{Bi}, ^{197}\text{Au}$ 的预备实验中,发现裂片关联角为 120° 的事件其相对速

度为 2.4cm/ns. 这表明三碎裂是存在的. 继
而用 25MeV/u 的 ^{40}Ar 轰击 ^{209}Bi 、 ^{197}Au 和 ^{159}Tb
靶, 测出三重、四重碎片的发射方向与速度.
同时, 我们还用 ^{40}Ar 轰击较轻的靶子, 例如
 ^{113}In 、 ^{103}Rh 、 ^{93}Nb , 数据正在处理中.

法国 GANIL 组也在此期间测量了
60MeV/u 与 30MeV/u 的 ^{40}Ar 离子轰击 ^{197}Au
靶, 测出了三重、四重和五重碎裂事件. 在
他们测到的 P_{32} 随复核单核子激发能的曲线中,
可以看到 P_{32} 最高可达到 40%! 也就是说, 热
核开放了多重碎裂的出射道. 这在核天体变
革的模拟计算里是不可忽略的.

2 实验结果

实验中, 25MeV/u 的 ^{40}Ar 束流从兰州重
离子加速器引出后进入大筒形通用散射室.
作为碎片探测器, 采用 8 块灵敏面积为 $20 \times$
 25cm^2 的双维位置灵敏雪崩室, 照图 1 安置在
靶周围. 每块雪崩室探测面与靶心连线相垂
直, 距靶心为 50cm, 张角极角为 26° , 幅角
 21° . 为了避开大量朝前发射的粒子、碎片等干
扰, 最小探测角选为 37° . 这样在反应中深度
非弹性碰撞(DIC)中的类弹碎片, 将从探测器
中排除. 因为擦边角比 37° 小很多. 这种探测
器的安排很重要, 因为 DIC 跟随裂变事件中
类弹碎裂加上类靶裂变的两个碎片, 也会构
成三重事件. 这样保证了测出的符合碎片均
源于热复合核的衰变.

实验测出符合碎片的速度 v_i 和角度 θ_i 、
 φ_i . 从而建立的运动学方程为

$$\begin{cases} P_x = m_i v_{xi} = 0 \\ P_y = m_i v_{yi} = 0 \\ P_z = m_i v_{zi} = \langle \text{lmt} \rangle m_p v_0 \\ \sum_i m_i = \langle \text{lmt} \rangle m_p + m_t \end{cases} \quad (i = 3 \text{ 或 } 4)$$

式中, 碎片速度 v_i 在 x 、 y 、 z 上的分量为原始
测量量, m_p 与 m_t 分别为弹核与靶核的质量,
 v_0 为弹核 ^{40}Ar 的速度和 $\langle \text{lmt} \rangle$ 是弹核转移到
复核的线动量百分比(本实验从裂变测出的
为 0.78). 从上述方程可以给出 i 重碎裂中碎

片的质量 m_i . 对于三重碎裂, 方程数多一个,
有探测余量. 所以, 可以用相对速度 v_{ij} 来代替
 v_i , 使数据再构更精确些. 但对于五重以上的
事件, 由于方程数少于裂片重数, 无法进行再
构. 从实验事件数可计算出, 四重与三重事件
之比 P_{43} 大致在 200 分之一的量级, 所以是很
稀有的事件.

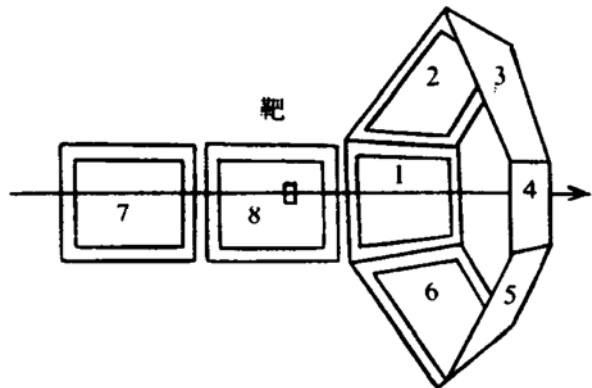


图 1 实验的探测系统

表 1 25MeV/u ^{40}Ar 引起四重碎裂的碎片平均质量与速度

	靶子	f_1	f_2	f_3	f_4
$M_{f_i}(\text{amu})$	^{209}Bi	23.7	47.9	65.5	103.2
	^{197}Au	24.5	42.7	63.5	97.5
	^{159}Tb	19.7	31.9	58.7	79.9
$V_{f_i}(\text{cm/ns})$	^{209}Bi	3.39	1.86	1.23	1.04
	^{197}Au	3.11	1.98	1.24	1.13
	^{159}Tb	3.27	2.36	1.51	1.46

对于这三种反应系统, 测到的三重碎裂
的裂片质量分布显示在图 2 中, 四重时的显
示在图 3 中. 三重碎裂的中间碎片质量大致
为复核质量的 1/3. 定义非对称参数 $S_3 = (M_m$
 $- M_s) / M_m$, 则对 ^{209}Bi 、 ^{197}Au 和 ^{159}Tb 三个系
统, S_3 分别为 0.69、0.68 和 0.76. 为什么 Ar
+ Tb 系统的 S_3 大一些, 可能由于其最小碎片
质量数 M_s 位于 40~50 范围(Ca~Ni 区). 由
于幻数 20 与 28 的存在, 将 M_s 拉向较低质量
区, 使质量非对称性增加. 看来热核从多重
碎裂的鞍点到断点运动过程中, 温度变冷一些,
幻数仍起作用. 对于四重碎裂, 从表 1 列出的
平均碎片质量可以看出, 中间两块碎片的质

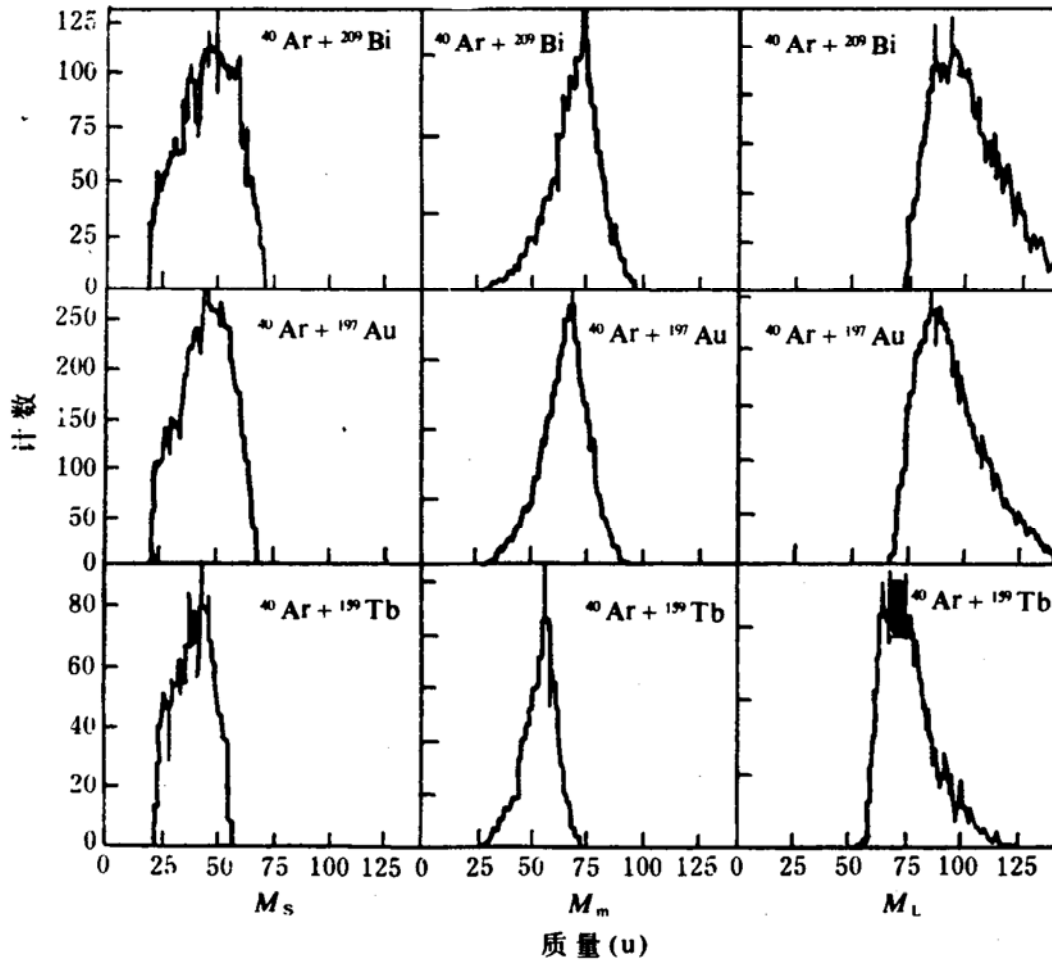


图 2 25MeV/u $^{40}\text{Ar} + ^{209}\text{Bi}$ 、 ^{197}Au 和 ^{159}Tb 反应中测到的三重碎裂的三块碎片的质量谱

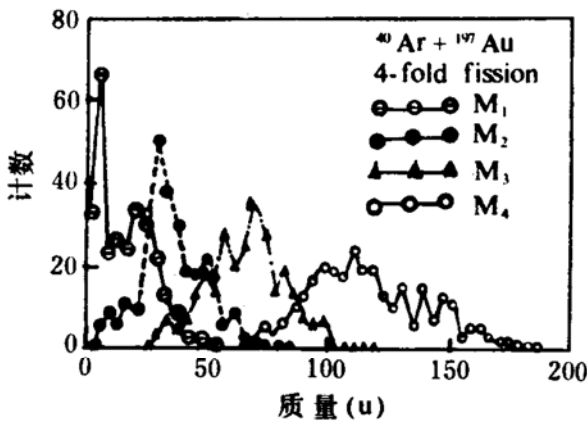


图 3 测到的四重碎裂的四块碎片的质量谱

量和稍大于最轻与最重碎片的质量和,在 5% 左右.

表 1 中还列出了四重碎裂的碎片平均速度. 而质心系的平均速度,随质量增加而减

小. 对于 Ar+Au 的情况,该速度分布显示在图 4 中. 从图 4 可见,小碎片速度谱中有两组,峰位在 2.4 和 4.2cm/ns. 可能低速组来自蒸发碎片的干扰;也可能由于该碎片的发射次序的效应:先发射的组成高速组,最后发射的组成低速组. 由于四重碎裂事件稀少,统计差一些,有待今后的实验数据进行补充. 与四重碎裂相似,图 5 显示了三重碎裂碎片间的相对速度谱. 从图可见 $v_{sm} > v_{sl} > v_{ml}$,即小的与中间碎片间的相对速度最大,而中间的与大的碎片间的相对速度最小. 这些都是合理的. 这些速度大都接近于库仑速度. 对三重碎裂,有两次断裂,若断裂时间不完全相同,可以用裂变库仑速度或 Viola 速度作为标准,决定最先发射碎片的几率. 从实测的三碎片速度与质量,反推回到第一次断裂时的二体相

对速度, 以及第二次断裂的相对速度, 并与 Viola 速度作比较. 取最接近 Viola 速度的一组组合, 从而给出碎片质量大小不同, 最先发射几率有差别. 从表 2 可以看出, 小碎片先发射几率比平均几率 33% 大. 当入射能从 25MeV/u 增加到 30MeV/u 时, 几率 P_s 从 52.1% 降到 45%, 即核温度愈高, 三碎片首先发射的几率趋于一致.

测出碎片的质量与速度后, 可得到碎片总动能(TKE)分布, 图 6 显示了四重碎裂的总动能分布. 表 3 与表 4 中分别列出三重与

表 2 三重碎裂中大(l)、中(m)和小(s)碎片先发射的几率

靶子(MeV/u)	$^{209}\text{Bi}(25)$	$^{197}\text{Au}(25)$	$^{197}\text{Au}(30)$	$^{159}\text{Tb}(25)$
$P_s(\%)$	48.0	52.1	45.0	50.5
$P_m(\%)$	31.9	29.0	36.0	28.8
$P_l(\%)$	21.1	18.9	25.0	20.5

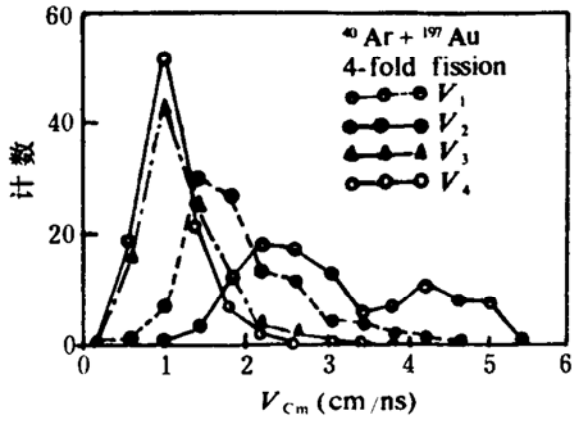


图 4 25MeV/u $^{40}\text{Ar} + ^{197}\text{Au}$ 反应中测到三重碎裂的三块碎片的质量谱

四重碎裂下平均总动能<TKE>、最可几值 TKE 以及计算出的库仑能. 从最可几值小于平均值可知, TKE 分布存在高能尾巴. 随着系统变轻, 复核温度 T 增加, 导致 TKE 值增

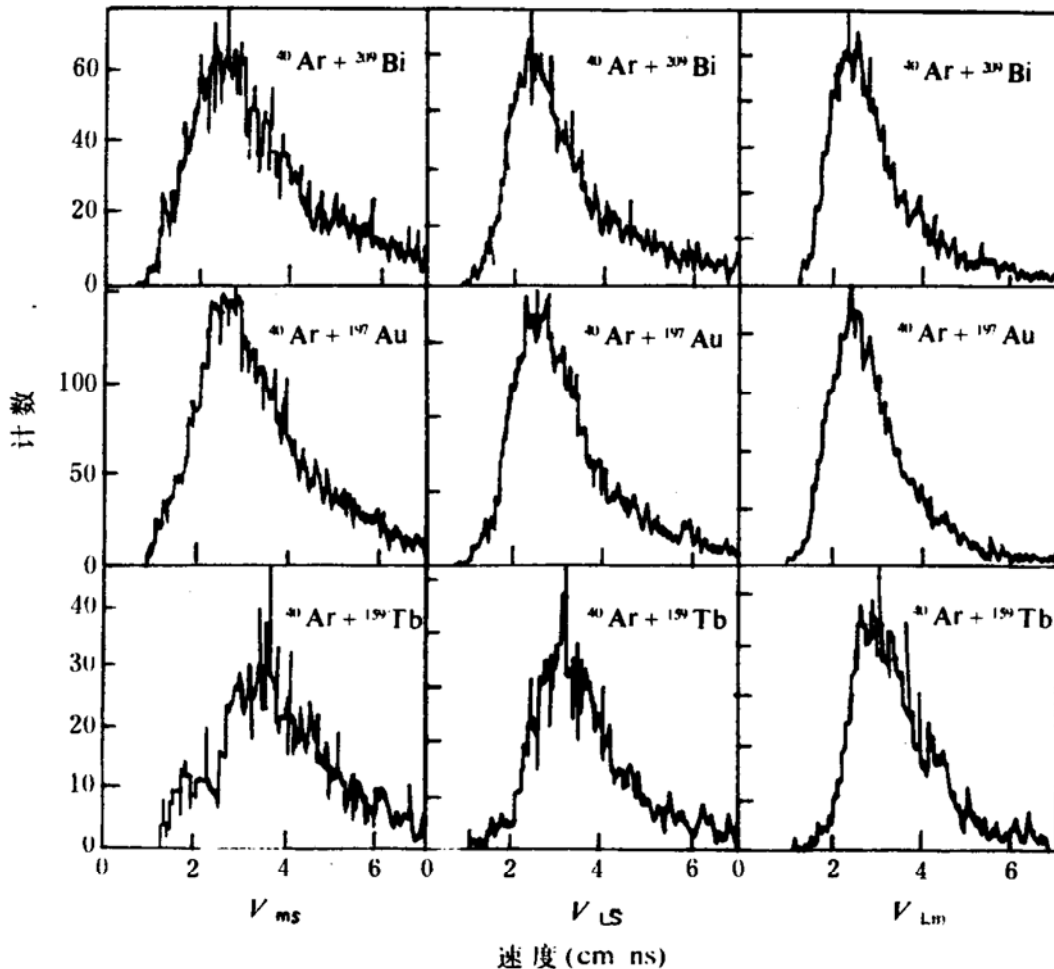


图 5 三重碎裂中测到的大(l)、中(m)和小(s)三块碎片, 两碎片之间相对速度谱

加. 这可能由于核温度上升造成表面张力(束缚核系统的核力)变弱, 从而在形变从鞍点到断点时有“早裂”现象出现. 这就导致 TKE 的增加. 表 4 中列出了测出的三二比 P_{32} . 与已有的低能下的测量值相比可以看到, 对 ^{209}Bi 靶来说, 核温度从 3.71 增加到 4.91 MeV, P_{32} 增加近 20 倍. 对 Au 靶, T 从 3.6 增加到 5.2 MeV, P_{32} 也增加 18 倍. 所以核温度上升对多重碎裂几率增加十分明显, 已占到裂变几率的 1/20, 成为不可忽视的出射道.

表 3 25 MeV/u ^{40}Ar 轰击各种靶测出四重碎裂的碎片总动能

靶子	^{209}Bi	^{197}Au	^{159}Tb
$\langle \text{TKE} \rangle (\text{MeV})$	341.4	331.8	363.2
TKE (MeV)	260	280	300
Coulomb (MeV)	306.0	286.0	219.0
$\epsilon^* (\text{MeV/u})$	2.4	2.7	3.1
$T (\text{MeV})$	4.9	5.2	5.6

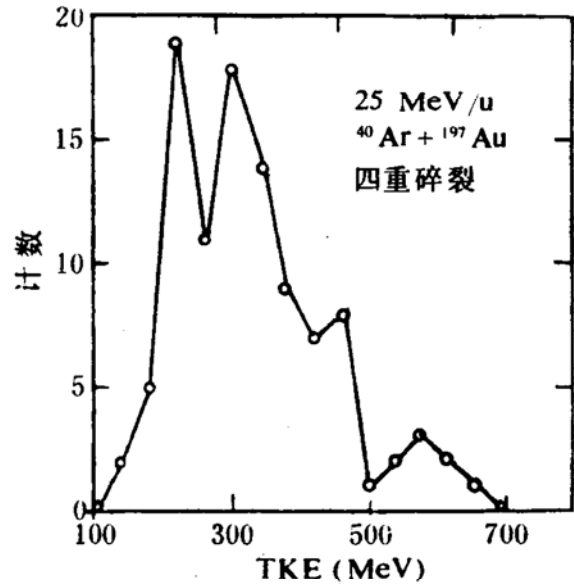


图 6 25 MeV/u $^{40}\text{Ar} + ^{197}\text{Au}$ 反应中四重碎裂的碎片总动能分布

P_{32} 与入射能 E_{in} 的关系显示在图 7 中. 图中的实测点 ($^{12}\text{C} + ^{209}\text{Bi}$) 是我们的数据. 图中

表 4 25 MeV/u ^{40}Ar 轰击各种靶测出三重碎裂的碎片总动能与三二比值

靶子 ($E, \text{MeV/u}$)	Bi(9.5) [#]	Bi(25)	Au(9.5) [#]	Au(25)	Tb(25)
$P_{32} (\%)$	0.24	4.43	0.10	1.79	0.65
TKE (MeV)	—	210	—	220	280
Coulomb (MeV)	268	250	251	234	179
$T (\text{MeV})$	3.71	4.91	3.59	5.2	5.57

数据来自文献[1]

的虚线是用级联裂变统计理论得到的曲线, 它在高能区低于实验值, 在低能区又高于实验值(图中实线是参数化的拟合线). 若考虑裂变延时效应, 则虚线还应更低于实验点. 所以级联裂变不能完全解释三重碎裂的 P_{32} 值.

那么, 品字形变与四面体形变而导致三重与四重裂变的可能性又怎样呢? 在图 8 中显示了我们算出的三、四与六重碎裂的位垒高度对于复核质量数 A 的曲线. 图中显示了在核温度为 5 MeV 及 0 时的两组曲线. 可以看出, 核温度大大降低了位垒值. 从表 5 可见, 对于我们的系统, 复核总激发能在 650 MeV 左右. 若蒸发中子及轻粒子将带走

表 5 25 MeV/u ^{40}Ar 引起反应时复合核的特性参数

靶子 ($E, \text{MeV/u}$)	$^{209}\text{Bi}(25)$	$^{197}\text{Au}(25)$	$^{159}\text{Tb}(25)$
Compound nuclei	^{240}Bk	^{228}Np	^{190}Au
$Q (\text{MeV})$	-96.93	-87.3	-59.6
$E_{cm} (\text{MeV})$	674.9	669.6	648.6
$E^* (\text{MeV})$	578.0	615.5	589.0
$E^*/A (\text{MeV/u})$	2.41	2.70	3.10
$T^* (\text{MeV})$	4.91	5.20	5.57

能级密度参数 $a = A/10$

60% 的激发能, 这时还有 380 MeV 来超越三四重碎裂的位垒, 这是足够的(见图 7). 所以上述品字形与四面体形的形变位垒不会成为

多重碎裂的障碍. 这类异形形变, 在零温度时的高自旋态已经存在, 如三轴形变. 这时转动驱动力是相当弱的. 在热核时, 表面势变弱, 产生异形形变, 三轴与四轴形变是可能的.

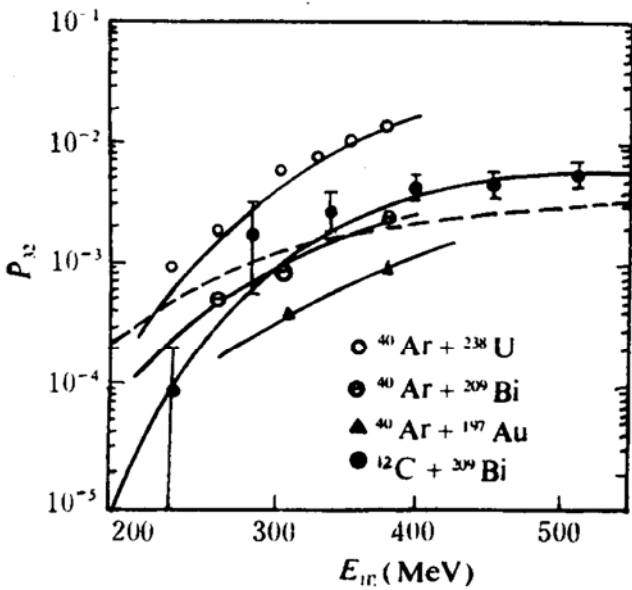


图 7 对各种入射能 E_{in} 下, 测到的 $^{12}\text{C} + ^{209}\text{Bi}$ (本工作) 和其它反应 (图中已注明) 的三碎裂与二碎裂之比 P_{32} , 图中虚线为 $^{12}\text{C} + ^{209}\text{Bi}$ 系统的级联裂变的理论预示值, 实线仅为实验点连线

图 9 显示了质心系下三重碎裂中两碎片发射方向之间的夹角分布. 在此 $\theta_{ms} < \theta_{ls} < \theta_{lm}$ 也是预期的, 它们均在 120° 成峰. 图 9 角分布中也出现边峰. 边峰与主峰间的谷, 是由于探测器几何配置上造成的“盲区”, 应该填平. 这已用蒙特卡罗计算作了证实. 而四重碎裂在质心系中两碎片发射方向间的夹角共有 6 组. 为此取平均, 给出如图 10 的平均相对角分布. 它在 $105^\circ \sim 110^\circ$ 成峰. 若形变如正四面体, 则成峰角应为 109.5° , 与实测一致. 如果四块碎片发射方向均在一平面内, 则峰角应为 120° . 所以从三、四碎裂的相对角分布的成峰角, 也给出异形形变的旁证.

在异形形变的框架下, 可以从角关联来确定三碎裂中两断点的时差. 将三重碎裂的三个碎片按质量大小作成三个球. 为了一般化, 将假定三个球必须两两相切, 仅一个切点 (若两个切点则成品字形, 限制死了). 这样三

个球可以组成一线排开, 也可以呈品字形和 7 字形等. 同时还假定三裂有两个断点, 断裂时间差 (t) 可以不同. 正如图 11 所描述的那样. 从图可见, t 愈大, 碎片与复合碎片 (2+3) 的距离愈远. 在 t 时刻, 碎片 2 与 3 开始断离. 将这三块碎片在库仑力的驱使下, 并考虑复合碎片的转动等, 来计算三个碎片的发射轨迹. 最后给出角关联函数 $A(t, \theta)$. 若 $t \rightarrow \infty$ 也可算出 $A(\infty, \theta)$. 定义约化角关联函数 $\eta(t, \theta) = A(t, \theta) / A(\infty, \theta)$ 可以与实验测到的角分布进行比较.

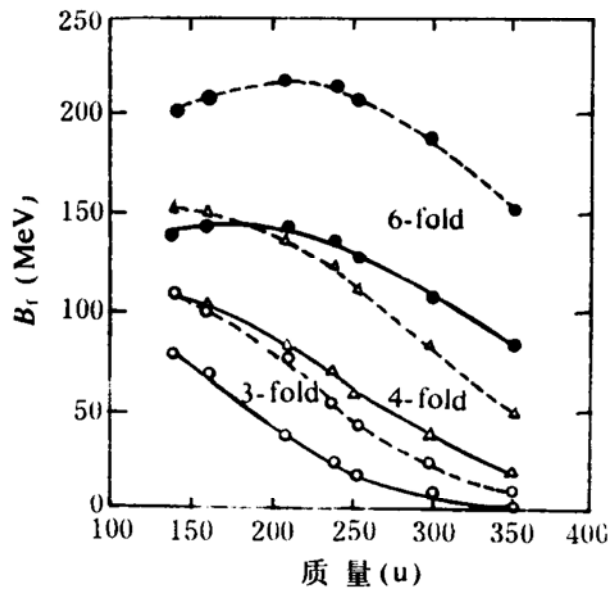


图 8 计算出的三、四和六重碎裂的位垒高度, 对于热核 A 的函数, 实线为核温度为 5 MeV, 虚线对应于冷核 (核温度为零) 的情况

在计算 $\eta(t, \theta)$ 时考虑了三球质量大小的置换, 三球相切的各种可能位置与权重. 此外, 实测点到约化角关联的变换中考虑了实验中探测器布局. 角关联的上述断点“时间空间”模型计算与实测点比较显在图 12 中. 从图可见对 $\text{Ar} + \text{Au}$ 的情况, $t = 300 \text{ fm/c}$. 同样对 Bi 与 Tb 靶分别为 1000 fm/c 和 500 fm/c . 也就是说, t 在 $(1 \sim 3) \times 10^{-21} \text{ s}$ 内. 由于断点时差比裂变达到断点的时间 ($5 \times 10^{-20} \text{ s}$) 要短十倍. 所以否定了级联裂变成三块碎片的可能性. 同时在这样短的时间内, 上述的碎片结团 (2+3), 仅可转动 10° 以内. 这就否

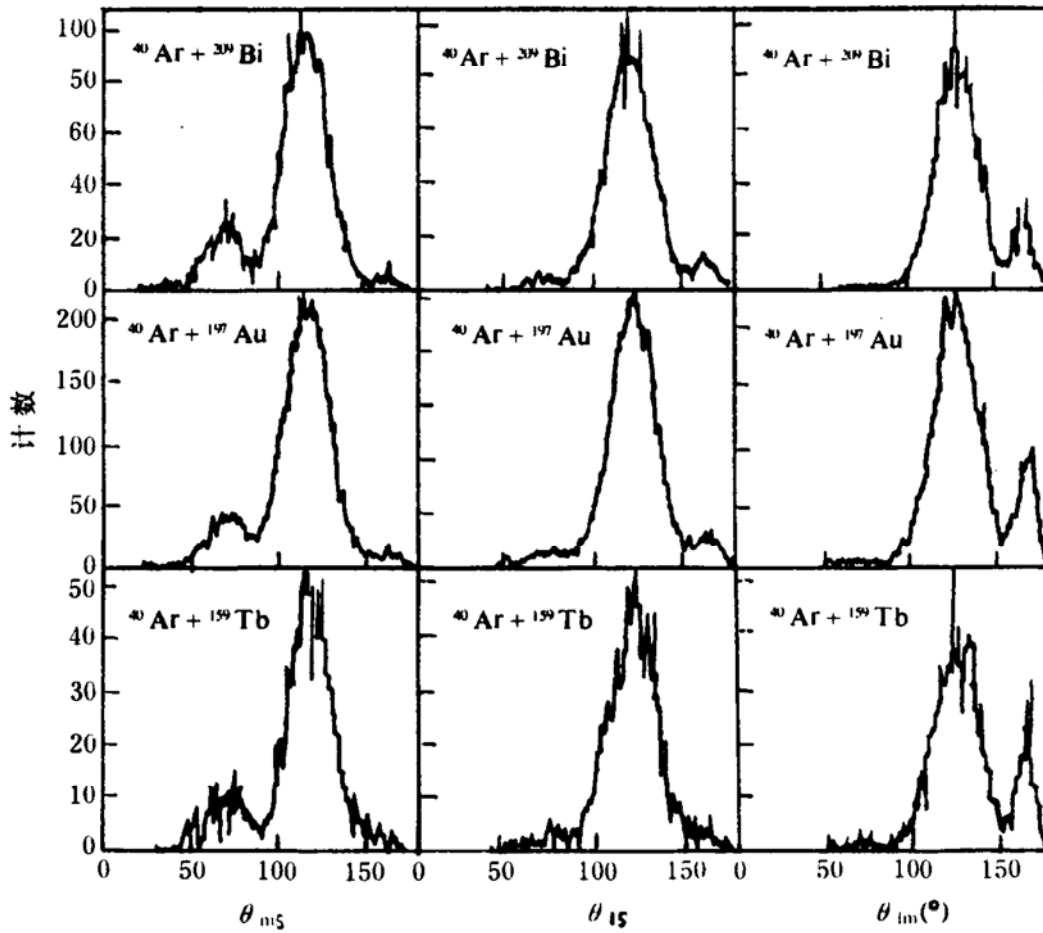


图 9 实验测出的三重碎裂中两碎片夹角在质心系中的分布,由于探测几何限制出现边峰

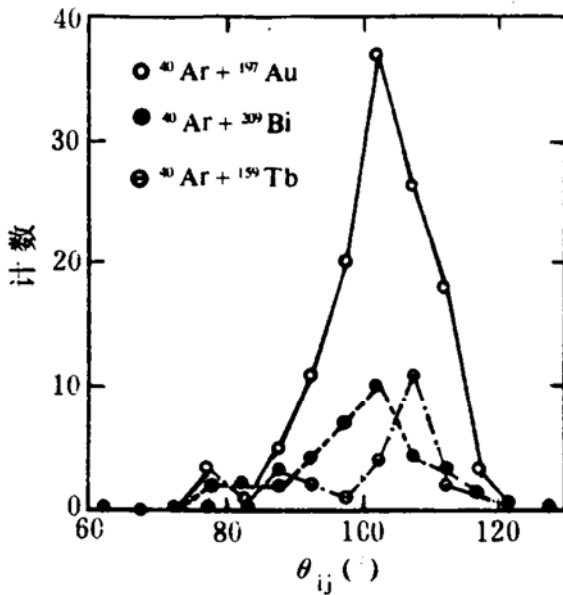


图 10 四重碎裂中两碎片夹角在质心系中的总平均值的分布图

关联角要在 120°成峰,结团必需转动 60°才有可能。

3 结束语

本文重点详细阐述了 25MeV/u⁴⁰Ar 轰击²⁰⁹Bi、¹⁹⁷Au 和¹⁵⁹Tb 时,用排除核反应直接过程的探测系统,测量了三重与四重碎裂事件.测量出碎片关联发射方向、碎片速度、三二比,从而得到碎片质量、碎片总动能和首次大中小碎片发射的几率等.同时在异形形变并作两次断裂的时空模型的前提下,计算出三重碎裂的角关联函数,并与实测点作比较后,给出的两次断点时差小于1000fm/c.这个时差远短于裂变时间,因此把三重碎裂看成级联裂变是不对的.同时单轴形变,也不能解释三裂中 120°成峰和四裂中平均相对角分布

定了一字排开式的单轴形变的可能性.因为

110°成峰事实. 因为单轴形变若出现四裂, 则四碎片是共面的, 而三裂在短时间内完不成 60°的转角. 所以异形形变的多重碎裂是本实验给出的结论. 同时本实验与法国 GANIL 所

涉及的热核都小于核的极限温度, 此刻热核不存在解体式相变. 采用热的核液滴模型来解释多重碎裂是顺理成章的. 但是从核激发能与温度关系上看, 似乎有液气相变征兆. 三

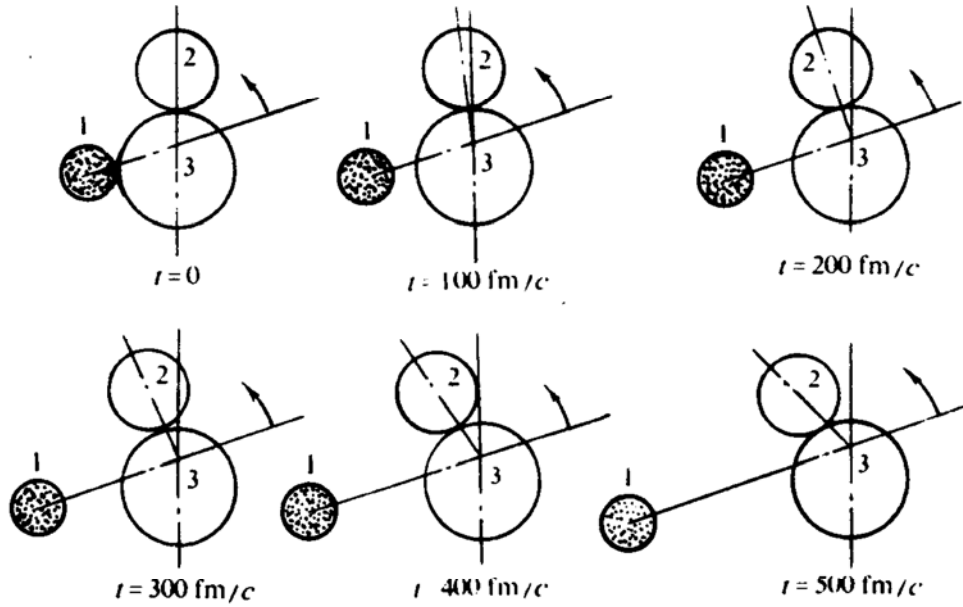


图 11 三重碎裂角关联函数计算的初始条件, 这些条件分别对应不同的两断点时间 t , 三碎片在断点的半径常数 r_0 取为 1.8 fm

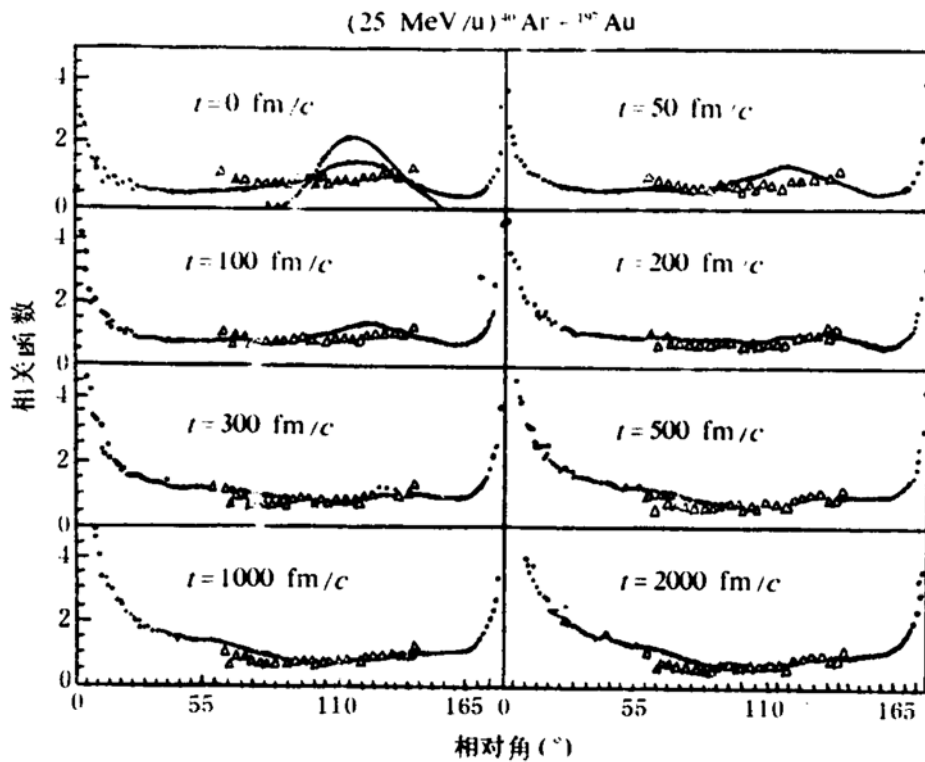


图 12 在图 11 初始条件下计算出的三碎裂角关联函数曲线与实验测到值(三角形点)进行比较

重碎裂的断点时差随温度增加而变短以及三二比增加的现象,可能由于液气相变或者泡利阻挡效应变弱造成的.这时核内核子更自由便于产生异形形变.

作者在此对参加本工作的贺智勇、段利敏、张保国、文万信和漆玉金等同志表示感谢.

参 考 文 献

- 1 Perelygin V P, et al. Nucl. Phys., 1969, A127 : 577
- 2 Guerreau D. AIP Conf. Proc. 250 Towards a Unified

- Picture of Nucl. Dynamics, Nikko Japan, 1991, 347
- 3 Bizard G, et al. Preprint, LPCC 91-10
- 4 Louvel M, et al. Preprint, LPCC 93-05
- 5 Diehl A, Greiner W. Nucl. Phys., 1974, A229 : 29
- 6 Hilscher D, et al. Phys. Rev. Lett., 1989, 62 : 1099
- 7 Hinde D J, et al. Nuclear Dynamics and Nuclear Dis-
semble, J. B. Natowitz editor, World Scientific 1989
- 8 Haddad F, Royer G. J. Phys. G; Nucl. Part. Phys.,
1992, 18 : L153
- 9 Dai G X. AIP Conf. Proc. 250 Towards a Unified Pic-
ture of Nucl. Dynamics, Nikko Japan, 1991, 383
- 10 Dai G X, et al. Nucl. Phys., 1994, A568 : 601
- 11 Wu Heyu, et al. Chinese J. of Nucl. Phys., 1993,
5 : 185

(下转 31 页)

(上接 68 页)

4.5 特殊要求的快速器件的制造

对于非标准,用户特殊要求的高速、超高速器件,扩金工艺无法达到的.对于超高速二极管 $t_{rr} \leq 100ns$,开关晶体管 $t_s \leq 5ns$ 的器件,通过辐照可达到上述要求.

综上所述,电子辐照半导体器件与传统掺金、掺铂工艺相比具有独特的优点和诱人的应用价值,而高能 12MeV 电子辐照器件与低能 ($E \leq 5MeV$) 辐照相比, $t_{rr}-V_F$ 、 t_q-V_T 及 t_s-V_{ces} 折衷关系好,特别是辐照后性能稳定.可望这一高新技术在我国半导体行业将产生巨大的经济价值.

本工作是在赖启基教授指导和支持下完成的,特此致谢.

参 考 文 献

- 1 Ewvaraye A O. J. Appl. Phys., 1976, 47
- 2 许志详. 全国加速器工业辐照技术与应用交流会议文集, 1990
- 3 杭德生. 电子产品可靠性与环境试验, 1988, 2
- 4 赖启基, 吴风美等. 核技术, 1986, 6
- 5 杭德生. 电子科学技术, 1988, 6
- 6 杭德生. 电子产品可靠性与环境试验, 1988, 4
- 7 杭德生. 半导体杂志, 1994, 2

An Application of 12MeV Electron Irradiation in Semiconductor Devices

Hang Desheng

(Department of Physics, Nanjing University, Nanjing 210008)

Abstract This article gives complete introduction to the principles, method and traits of the technology of the high-energy 12MeV electron irradiation. It also describes a successful application in fast diode, switch transistor and fast SCR.

Key Words high-energy electron, fast diode, switch transistor, fast SCR, the lifetime of minority.

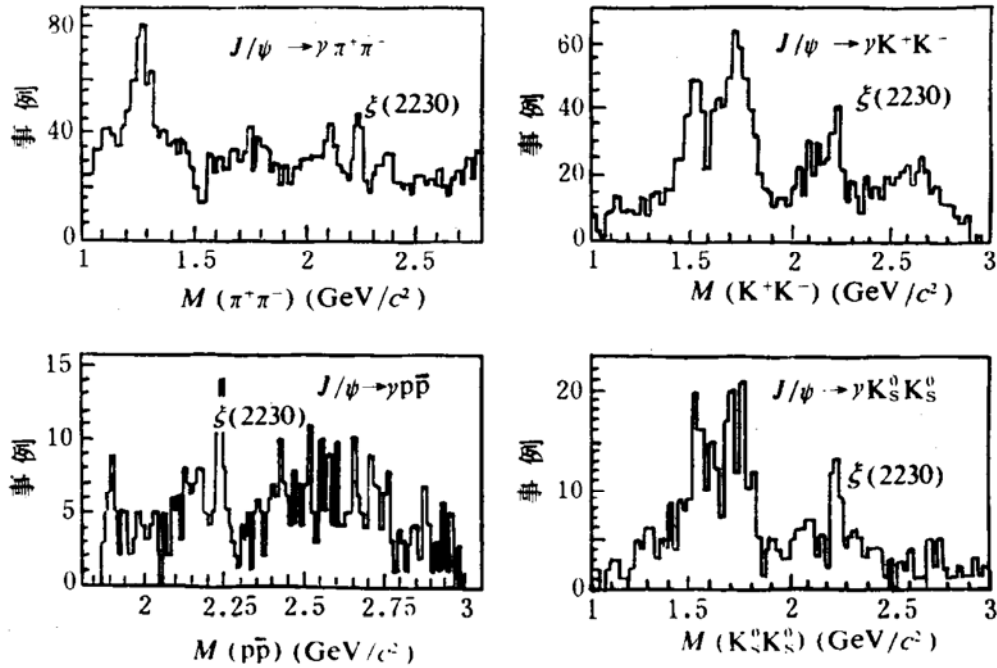


图3

通过分析,可以看出 ξ 的行为服从味对称性;是一个窄共振;在 J/ψ 的辐射衰变中产

生率高. BES的这些结果为确认 ξ 可能是一个胶子球态提供了丰富和重要的论据.

Recent Experiment Status of High Energy Physics

Zhu Yucan

(Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039)

Abstract The recent experiment status of high energy physics in the world are presented briefly. The evidence for the TOP quark, precision test of EW interaction, heavy flavor physics and lepton physics are summarized in the first part. The second part introduces the new results on τ mass measurement, ψ' decay, D_s decay and J/ψ decay performance from BES.

Key Words Beijing spectrometer, quark, standard model.

(上接40页)

The Multi-fragmentation of Hot Nucleus

Dai Guangxi Wu Heyu Li Zuyu Jin Genming Luo QingZheng

(Institute of Modern Physics, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000)

Abstract A summary status of experimental and theoretical research in multi-fragmentation of single hot nucleus both in home and abroad is reviewed, especially some experimental results performed at Lanzhou recently are reported in detail.

Key Words hot nucleus, multi-fragmentation.