

# 重离子物理研究简况

核物理研究室  
(中国科学院近代物理研究所)

在毛主席革命路线的指引下,在无产阶级文化大革命的推动下,中国科学院决定在我所开展重离子物理研究.自1972年年中以来,我们就着手在这一领域进行一项研究规划.首先,作为研究规划的一部分,把一台通用的1.5米迴旋加速器的磁场进行了重新垫补,改进了离子源系统,使之能加速重离子.1973年初,加速器投入运行,碳、氮和氧离子能量分别达到73、79和84 MeV,外靶束流对碳约为2粒子微安,氮和氧的束流强度约比碳低一个数量级.从1973年起,在这台加速器上进行了一系列的初步实验,某些典型结果如下:

1. 用氦气喷咀反冲靶室和叠层箔技术,通过  $(HI, Xn)$  反应测定了 Cf、Es 和 Fm 的一系列缺中子同位素. 近期,用  $E_{\text{Lab}} = 60 - 70 \text{ MeV } ^{12}\text{C}$  束轰击  $^{209}\text{Bi}$  靶,仔细地研究了  $^{12}\text{C} + ^{209}\text{Bi}$  系统,反应产生的 Fr 和 At 同位素的激发函数分别见图1和图2,它显示了复合核蒸发中子反应的典型特性 (Fr,  $^{210}\text{At}$ ,  $^{209}\text{At}$ ), 与此同时,其中之一也观察到了较大的多核子转移截面 ( $^{211}\text{At}$ ). 除了  $^{209}\text{At}$  和  $^{211}\text{At}$  曲线的低能尾部外,我们的结果与 R. Bimbot, D. Gardes 和 M. F. Rivet<sup>(1)</sup> 及 Y. Le Beyec, M. Lefort 和 M. Sarda<sup>(2)</sup> 进行的类似工作的结果是一致的. 我们实验中  $^{209}\text{At}$  和  $^{211}\text{At}$  曲线的低能尾巴可能是由于靶子沾污而产生的.

我们也研究了入射能量稍高于库仑位垒或接近库仑位垒时,同一炮弹—靶子系统发射的  $\alpha$  粒子<sup>(3)</sup>,从能谱、角分布和激发函数的形状来看,可用  $^6\text{Be}$  集团从入射粒子转移到靶

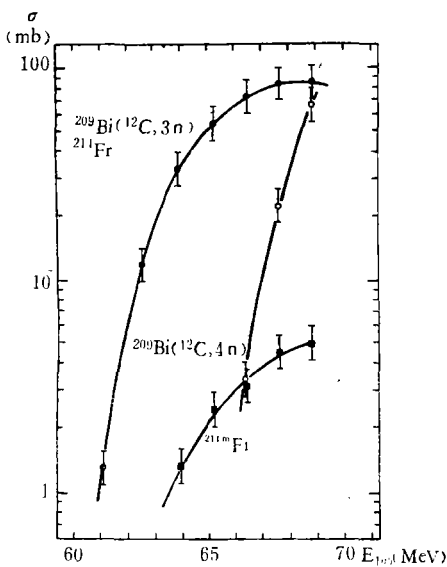


图1  $^{12}\text{C} + ^{209}\text{Bi}$  产生的 Fr 同位素的激发函数

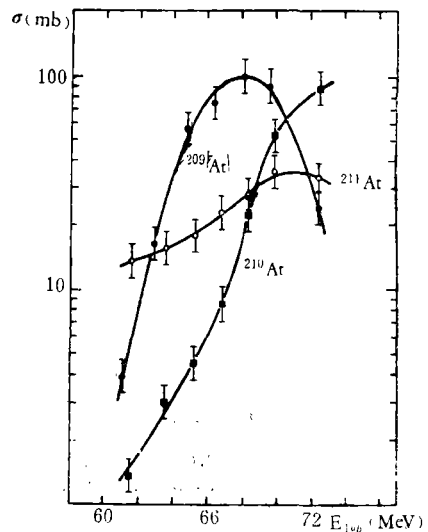
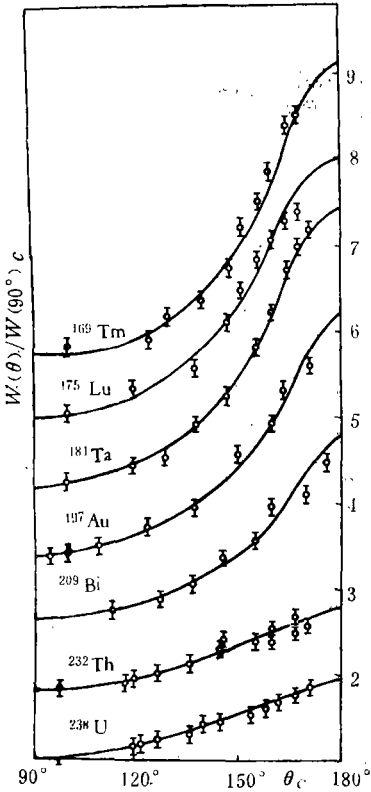


图2  $^{12}\text{C} + ^{209}\text{Bi}$  产生的 At 同位素的激发函数



中去的反应机制来解释。这与法国的一个研究组<sup>[1]</sup>用反冲技术测量余核方法研究同一反应所提出的 <sup>214m</sup>Fr 和 <sup>211</sup>At 的产生机制是一致的。

2. 图 3 是用 78 MeV <sup>12</sup>C 轰击从 <sup>169</sup>Tm 至 <sup>238</sup>U 等一系列靶核, 用云母做探测器测得的裂变碎片角分布。从角分布推出来的鞍点核形状(以  $J_{rig}/J_{eff}$  表之)同液滴模型理论预言的比较以及其他入所得结果见图 4。实验确认了前人的工作, 证实了实验技术是可靠、适用的。

3. 应用上面提到的相同的技术(云母径迹探测器)测量了具有足够反冲能的剩余核的截面, 从在显微镜中观察到的斑点形状, 可以容易地区分裂变碎片和反冲核, 因此, 两者截面都可以确定。例如, 我们测得 <sup>12</sup>C + <sup>209</sup>Bi 反应在轰击能量为 70 和 73 MeV 时的  $\sigma_{er}$  分别为  $153 \pm 17$  mb 和  $178 \pm 20$  mb。它们和我们测得的 <sup>209</sup>At 和 <sup>210</sup>At 截面的比较见表 1。

图 3 裂变碎片在质心系统中的角分布

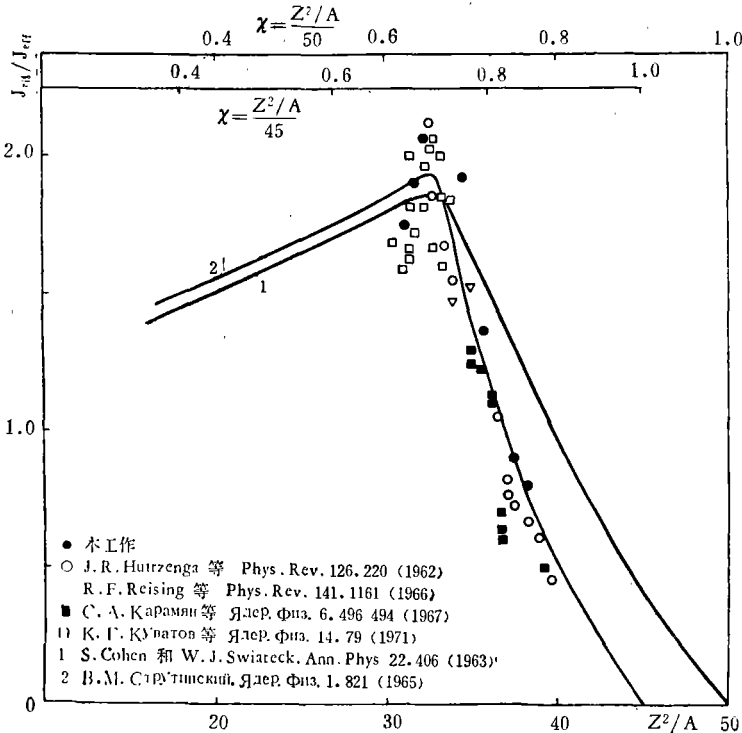


图 4 裂变核鞍点有效转动惯量与可裂变参数的关系

表 1

$E_{Lab}$	$\sigma_{el}$	$\sigma_{209At}$	$\sigma_{210At}$	$\Sigma\sigma_r$
MeV	mb	mb	mb	mb
70	153	50	82	132
73	178	90	20	110

在进一步改善实验精度后，这样的比较可以指导我们研究反应机制或找寻在我们实验测量中尚未测到的反应道。

4. 在这台加速器上只能进行为数有限的需要分开能级的散射和转移反应实验。测量了 64—73 MeV  $^{12}C$  在  $^{209}Bi$  上的弹性散射角分布，72.5 MeV 的实验数据及光学模型计算结果见图 5。图 6 和图 7 是同一入射能量的  $^{12}C$ — $^{12}C$  弹性散射和非弹性散射的角分布。用含  $l$  和不含  $l$  吸收项的两组光学模型势对弹性散射实验值做了符合计算。所用参数列于表 2。对  $^{12}C + ^{209}Bi$  和  $\theta_{cm} \leq 40^\circ$  的  $^{12}C + ^{12}C$  反应，符合结果较好。由于计算主要在于获得我们自己的计算机程序，未进一步改进符合程度。

表 2

	$V$	$W$	$\gamma_e$	$\gamma_0$	$\gamma_i$	$a_0$	$\rho_i$	$l_c$	$\Delta l$
	MeV	MeV	fm	fm	fm	fm	fm		
$^{12}C + ^{12}C$ 反应:									
Woods-Saxon 光学势	16	7	0.68	1.32	1.32	0.67	0.41		
与 $l$ 有关光学势	17	10	0.68	1.31	1.29	0.70	0.40	22.3	0.10
$^{12}C + ^{209}Bi$ 反应:									
Woods-Saxon 光学势	18	9	1.29	1.39	1.39	0.428	0.428		

在理论方面，用经典方法研究了原子核碰撞过程中的宏观特性<sup>(4)</sup>及开展高自旋态中 Yrast 带附近能级特性的研究。

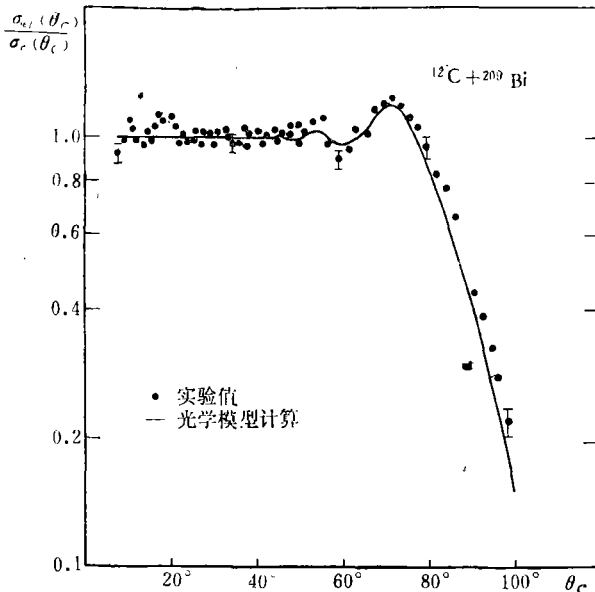


图 5 72.5 MeV  $^{12}C + ^{209}Bi$  弹性散射角分布

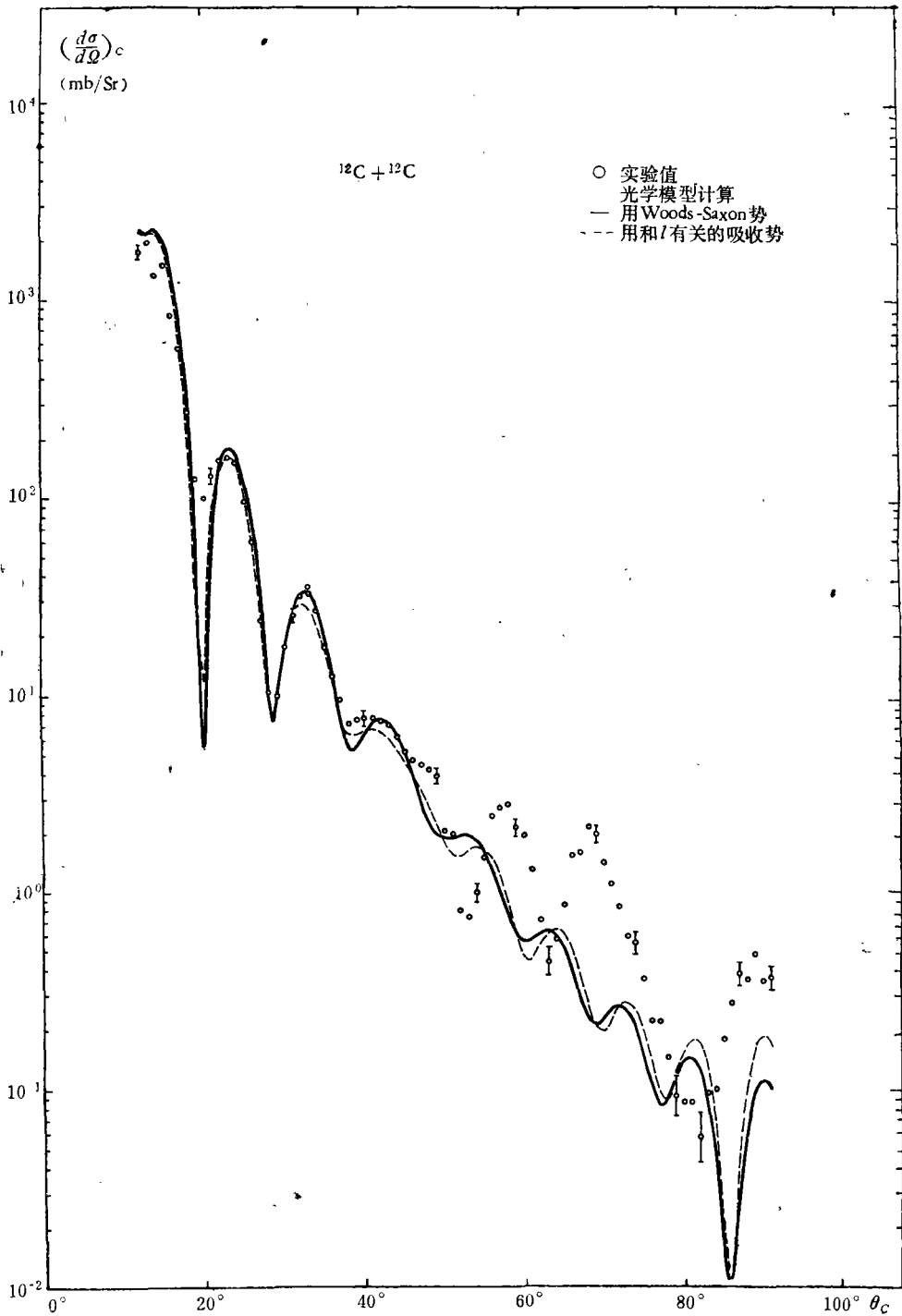
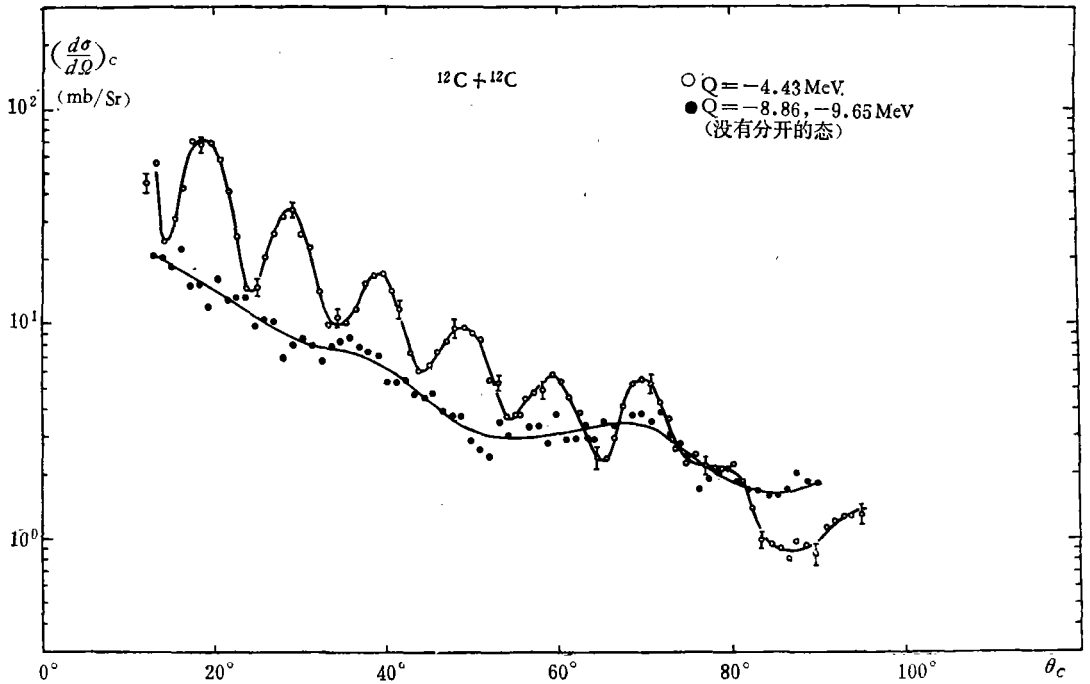


图 6 72.5MeV  $^{12}\text{C} + ^{12}\text{C}$  弹性散射角分布

这一系列实验和理论工作的目的主要在于检验我们的全部实验设备和探测器系统以及培训实验和理论研究人员。我们认为几个研究组联合作战,用各种实验技术和理论分

图 7 72.5 MeV  $^{12}\text{C} + ^{12}\text{C}$  非弹性散射角分布

析方法对少数炮弹——靶子系统进行广泛的研究是很有意义的。它有助于参加工作的同志在开始独立从事某些专门课题研究之前对重离子核反应这一领域获得一个完整的概念，也有助于培养工作中的团结协作精神。有关建造新的实验装置和开展理论研究的进一步发展规划正在拟订中。

### 参 考 资 料

- [ 1 ] R. Bimbot, D. Gardes and M. F. Rivet, *Nucl. Phys.*, A189 (1972), 193.
- [ 2 ] Y. Le. Boyee, M. Lefort and M. Sarda, *Nucl. Phys.*, A192 (1972), 405.
- [ 3 ] 沈文庆等,  $^{12}\text{C}$  轰击  $^{209}\text{Bi}$  时发射的  $\alpha$  粒子, 本期 70 页.
- [ 4 ] 吴国华等, 深部非弹性散射中的核畸变效应, 本期 83 页.

## HEAVY ION RESEARCHES IN LANCHOW

NUCLEAR PHYSICS RESEARCH LABORATORY  
(Institute of Modern Physics, Academia Sinica)

### ABSTRACT

Since the middle of 1972, we have been carrying out a research programme in the field of heavy ion physics. A series of preliminary experiments have been done. Some typical examples are illustrated in this paper.