

# Z 加速器上产生了聚变中子

周 书 华

(中国原子能科学研究院 北京 102413)

美国圣地亚国家实验室的 Z 加速器上生成的热密等离子体产生了热核中子。圣地亚的研究者今年 4 月在费城召开的美国物理学会年会的新闻发布会上宣布了这一消息。

Z 加速器是世界上功率最大、效率最高的实验室 X 射线源,于 1996 年 9 月开始运行。这台加速器包括 36 台同时驱动的脉冲功率装置。脉冲持续期小于一亿分之一秒。在这样短的瞬间, Z 加速器可以产生 X 射线的功率为 290 万亿瓦,能量达到 190 万焦耳。这台加速器主要用于国防上的武器研究以及聚变能的研究。

聚变能是宇宙中最普遍的能源。太阳能及氢弹释放的能量都源自原子核的聚变反应。驾驭聚变能,使之能为人类提供清洁的、几乎是取之不尽的能源,是科学家们半个多世纪来一直向往与奋斗的目标。但是在实验室条件下实现受控的聚变反应是极困难的,这需要产生极高温的等离子体,并将它约束足够长的时间,以引出能量。

过去,常研究的方法是利用托卡马克装置的强磁场对等离子体进行磁约束,或利用强激光束进行惯性约束。圣地亚小组则采用了 Z 压缩的方法。他们用强电脉冲迅速加热一簇只有头发的十分之一粗细的钨丝,使之成为等离子体状态,并在电脉冲产生的强磁场的作用下发生内爆,向径向压缩(即 Z

pinch),使等离子体的温度和密度大大提高,产生高强度的 X 射线,轰击放在轴心的装有氘气的靶室。X 射线能量所产生的冲击波对氘气加热并压缩,导致氘核发生聚变反应。该研究小组估计实验中产生了 100 亿个聚变中子,相当于 4 毫焦耳的能量输出。

中子脉冲早在去年夏季就观测到了。但当时研究人员怀疑中子是氘靶与 Z 压缩过程中生成的离子之间的作用产生的,而不是氘靶内的氘核与氘核聚变产生的。离子产生的中子不会通过提高 Z 加速器功率而获得高的产额,因而不是实验所要研究的。今年 3 月下旬该研究组的成员进行了一系列检验实验。他们将氘气注入到氘靶中,以阻止氘靶在受到压缩时变热。他们发现,这样一来,如所预计的那样,中子产额急遽下降。此外,理论估计中子产额也在 100 亿的数量级,并依赖于等离子体的密度、温度和体积,这也为 X 射线谱学的测量所证实。

放在装置中心的产生聚变中子的靶只有橡皮头大小,而驱动聚变反应的 Z 加速器是直径 33 米、高 6 米的大型设备。人们期望未来更大的 Z 加速器将提高聚变产额,使所产生的能量超过反应能够持续进行所需的能量,多余的能量可用于发电,实现人类驾驭聚变能的理想。

(周书华 编译自 4 月 9 日 Physics Web, 9 April 2003)

等一些量子化学的软件计算通道内的势场及电荷分布,从而将结果应用于布朗动力学。

目前,还没有一种计算机模拟理论能够描述离子通道所有的功能性质。例如连续体理论与随机动力学不能区分等价键的不同离子。因此,理解  $K^+$  通道对  $K^+$  的选择性通透,而对  $Na^+$  几乎不通透,只能用分子动力学模拟。另一方面,在计算通道的转导率时,由于分子动力学计算速度问题,其他模拟方法更具优势。

从概念的确立,到宏观的生理学尤其是电生理学和随后的生物物理学研究,直到目前原子水平上的研究,使我们对离子通道的认识水平不断提高。分子

生物学和基因重组技术为离子通道的研究带来了无限生机。近年来刚刚兴起的蛋白质设计,可以设计自然不存在的全新通道蛋白,为理解结构复杂、功能多样的离子通道,提供了有效途径。电生理学、X 射线晶体学的发展为通道结构的研究提供了直观信息。计算机的发展为实验和理论的研究提供了强大的工具。对这一问题分子水平上的研究,将有助于理解脑和神经系统等信号网络的活动机制,有助于提高对于脑的高级功能,诸如感知、运动控制、学习记忆、情绪、语言、意识等的认识。新的通道不断被发现,对离子通道的认识将不断深入与完善,这一领域的研究已成为当前生命科学的一个重要生长点。