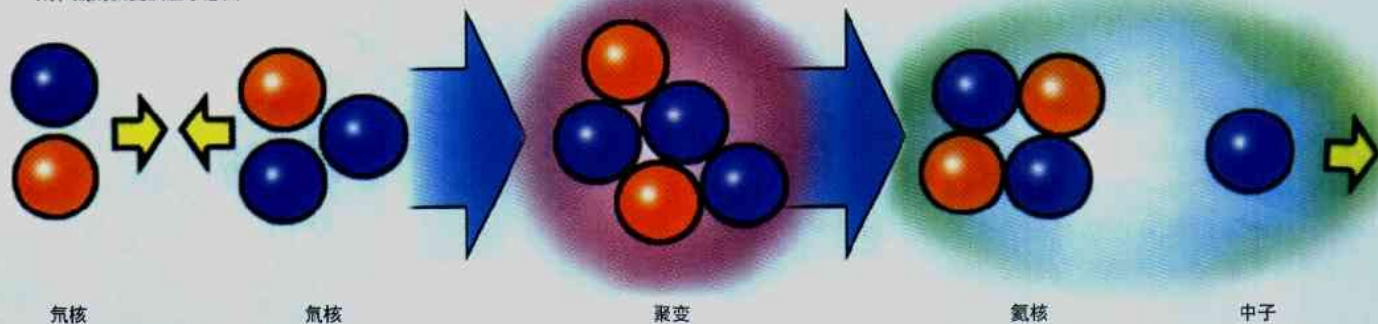


氘和氚的聚变反应示意图



“干净”的激光核聚变

宋伟峰

一提到核反应,我们马上就会想到令人恐怖的原子弹和核辐射。然而,也有不少核反应是“干净”的,激光引发的核聚变就是其中一种。

什么是激光核聚变

我们知道,原子核除了能裂变外,还能聚变。在一定条件下,当氘、氚等原子的原子核相遇时,可聚合为较重的原子核,并释放出巨大的能量,这个过程就是核聚变。目前,核聚变反应的燃料是氢的同位素氘和氚。要实现核聚变不是一件容易的事,它需要近亿度的高温,用

常规的加热方法是无法达到的。最初只有原子弹爆炸时可以达到这个温度。用核聚变原理造出来的氢弹就是靠原子弹爆炸产生的高热来触发的。

20世纪50年代,科学家首次用氢的同位素氘和氚的聚合反应制造出氢弹。此后,除了继续研究用作武器的氢弹外,科学家开展开了利用核聚变来造福人类的研究。显然,用原子弹引发的核聚变是不可控制的,我们还无法处理和利用瞬间产生的高能量,因而无法用来发电。要和平利用核聚变,就得使聚变反应可控地、缓缓地进行。因此,科学家想通过控制氘或氚的聚变反应的速度,来利用核聚变释放的能量。

人工控制的持续核聚变反应可分为磁约束核聚变和惯性约束核聚变两大类。后者又可分为激光核聚变、粒子束核聚变和电流脉冲核聚变。激光技术的发展,使可控核聚变的“点火”难题有了解决的可能。20世纪60年代激光技术问世后,由于激光能瞬间产生极高的温度,科学家就开始致力于利用高功率激光引发核聚变的试验。目前,世界上激光器的最大输出功率达100万亿瓦,足以“点燃”核聚变。

激光核聚变是目前普遍采用的一种人工可控核聚变方式。它主要有三种用途:1.可为人类找到一种取之不尽的清洁能源;2.可以研制真正“干净”的



激光聚变实验装置



工作人员正在对激光聚变实验装置进行维护

核武器；3.可以用它代替部分核试验。因此，激光核聚变在民用和军事上都具有十分重大的意义。

取之不尽的清洁能源

目前，人类所使用的主要能源是煤和石油，而科学家预测，200年后地球上的煤和石油资源就会枯竭。因此，人类寻找替代能源正变得越来越迫切。如果激光核聚变获得成功，人类就可获得可利用的核聚变能源，彻底摆脱能源短缺的困扰。

利用激光核聚变原理建造的发电站，称为可控聚变能电站。这种电站的主要燃料是氘。氘存在于自然界的水中，如果把1升水中的氘提取出来发生聚变反应，放出的能量相当于300升优质汽油燃烧放出的能量。据推算，仅从海水中提取的氘所产生的聚变能就可供人类使用200亿年之久！随着激光核聚变研究的不断深入，在不久的将来，人类完全可以用上安全、清洁、廉价、丰富的聚变能。

目前核电站主要是利用铀核裂变反应释放出的能量来发电的，而铀核裂变会产生放射性裂变产物，如果处置不当，就可能对人类的生存环境造成严重的污染。由于聚变反应本身不会产生放射性污染，而诱发聚变反应的又是不产生污染的激光，因此，激光核聚变能是一种没有污染的干净能源。

据专家预测，到21世纪中叶，世界上数目众多的激光核聚变设施有可能联网，从而实现聚变能发电的工业化。到那时，浩瀚无边的大海将成为取之不尽、用之不竭的能源宝库。因此，激光核聚变的工业化腾飞必将引发一场能源革命，其意义将不亚于人类最初对火的利用。

“干净”的核武器

激光核聚变在军事上的重要用途之一是发展新型核武器，特别是研制新型氢弹。通过高能激光代替原子弹作为氢弹点火装置实现的核聚变反应，可以产生与传统的氢弹相似的爆炸威力。因此，利用激光核聚变反应可制造出新型核武器，成为战争中的新“杀手”。

传统的氢弹以原子弹作为点火装置，原子弹爆炸会产生大量的放射性物质，所以这类氢弹被称为“脏弹”。而新型的激光氢弹爆炸后，不会产生放射性裂变产物，所以，人们称激光氢弹为“干净”的核武器，它的发展不受《全面禁止核试验条约》的限制，可作为“常规武器”进行试验。

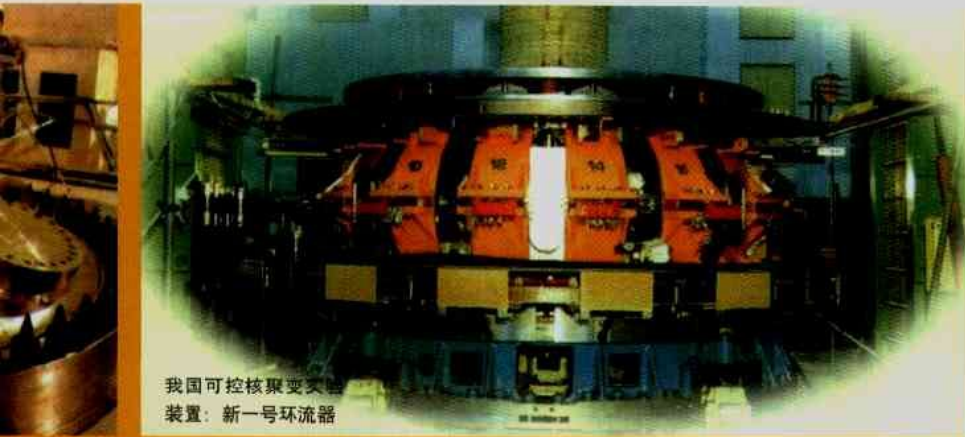
激光核聚变研究的进展

美国在激光核聚变研究方面居世界领先地位。美国不但拥有世界上最大的“诺瓦”激光器，而且在1998年美国能源部开始启动“国家点火装置工程”。这项高能激光核聚变研究工程计划于2003年实施，总投资为22亿美元。这个工程的关键设备是20台大功率激光器。

1996年，法国原子能委员会与美国合作实施一项庞大的模拟计划——“兆焦激光计划”，即高能激光计划，预计2010年前完成，经费预算达17亿美元。其主要设备为240台激光器。这些激光发生器产生的240束激光可在20纳秒内产生1.8兆焦能量，将它们集中射向一个含有少量氘、氚的目标，从而实现激光核聚变。

从20世纪70年代以来，日本也投入了大量财力、人力和物力进行激光核聚变研究。1998年，日本研制成功了核聚变反应堆上部螺旋线圈装置和高达15米的复杂真空头，这标志着日本已突破了建造大型核聚变实验反应堆的技术难点。

我国著名物理学家王淦昌院士于1964年就提出了激光核聚变的初步理论，从而使我国在这一领域的科研工作当时走在世界各国的前列。1974年，我国采用激光轰击聚氯乙烯靶发生核反应，观察到氘和氚聚变反应所产生的中子。我国西南核物理研究院采用磁约束的方法研究可控核聚变反应，于1984年建成研究可控核聚变的托卡马克型环流器后，接着又建成了功能更先进的中国新一号环流器可控核聚变设备。1986年，我国激光核聚变实验装置“神光”研制成功。目前，我国的“神光II”激光核聚变实验装置的总体性能跻身全球同类装置前五强。



我国可控核聚变实验装置：新一号环流器



核电站外观