

美国人造太阳即将点亮

杨先碧

最近，美国研究人员将用激光点燃一个人造太阳，它就是“美国国家点火装置”，俗称“美国人造太阳”。石油、天然气、煤炭等不可再生的矿物能源，不仅造成温室效应，而且还有枯竭之忧。从长远来看，核聚变能将是人类未来能源的主导形式，被科学家称为“能源危机的终结者”。

核聚变能取之不尽

地球最大的能量来源是太阳。太阳是我们已知的最有效率的一种能量机器，它的内部有大量氢的同位素重氢（氘）和超重氢（氚），正发生着核聚变反应（图 1），生成一些大原子，同时发出光和热。根据爱因斯坦质能方程，能量可以是质量和光速的平方相乘所得的积。原子核发生聚变时，有一部分质量转化为能量释放出来，只要微量的质量就可以转化成很大的能量。

核聚变反应所需要的燃料地球上到处都是，人们不必担心原料会像石油那样逐渐枯竭。重氢可以从海水中提取，生产超重氢所需要的锂元素可以从一般的石头中提取。这两种原材料，也就是水和石头，地球上可以说是无穷无尽的。而且，核聚变反应释放的能量大得超出人们的想象。

形象地说，就是三瓶矿泉水就可以为一个四口之家提供一年的电力。每一升海水中约含有 30 毫克重氢，通过聚变反应产生的能量相当于 300 升汽油的热能。按照理论计算，如果建成一座百万千瓦的核聚变电站，每年只需要从海水中提取 304 千克的重氢。为了应对可能出现的能源危机，世界上不少国家希望挖掘潜在的核聚变能，展开了人造太阳的研究。

可控核聚变才有用

由于太阳引力巨大，可以让其中的燃料处于高度压缩状态，氢及其同位素原子的距离变得很小，核聚变可以自然地发生，但在地球上的自然条件下却无法实现自发的持续核聚变。在氢弹中，爆发是

在瞬间发生并完成的，可以用一个原子弹提供高温和高压，引发核聚变，但在反应堆里，不宜采用这种方式，否则反应会难以控制。要想让氘原子和氚原子在特殊的位置发生碰撞并且发生聚变，需要 1 亿摄氏度以上的极高温环境。因此，人造太阳的核心技术是点火。

1952 年，第一颗氢弹爆炸，使人类制造核聚变反应成为现实，人造太阳之梦由此而始，但那只是不可控制的瞬间爆炸。随后，科学家们一直在寻找途径，把氢弹爆炸在某个试验装置里加以控制，希望源源不断地取出它的核聚变能。曾经有不少科学家认为可控核聚变反应是不可能实现的。近年来，科学家们设计了许多巧妙的方法，如用强大的磁场来约束反应，用强大的激光来加热原子等。

目前，科学家还不能进行连续性的可控核聚变，这主要是因为进行核聚变需要的条件非常苛刻。发生核聚变需要在 1 亿摄氏度的高温下才能进行，因此又叫热核反应。可以想象，没有什么材料能经得起 1 亿摄氏度的高温。此外还有许多难以想象的困难需要去克服。尽管存在着许多困难，人们经过不断研究已取得了可喜的进展。可以预计，人们最终将掌握控制核聚变的方法，让核聚变为人类服务。20 世纪 70 年代至 90 年代，一些发达国家纷纷兴建“托卡马克”装置，就是构造一个形如中空面包圈的环形磁容器，利用强磁场约束带电粒子，将聚变原料加热到上亿摄氏度高温，实现聚变反应。

美国人的激光核聚变

传统的方法是利用“托卡马克”装置控制核聚变反应，而美国人造太阳利用的是惯性约束法控制核聚变。这种方法是把几毫克的重氢和超重氢的混合气体或固体，装入直径约几毫米的小球内。从外面均匀射入激光束或粒子束，球面因吸收能量而向外蒸发，受它的反作用，球面内层向内挤压。反作用力是一种惯性力，靠它使气体约束，所以称为“惯性约束”。

就像喷气飞机气体往后喷而推动飞机前飞一样，小球内气体受挤压而压力升高，并伴随着温度的急剧升高。当温度达到所需要的点火温度时，小

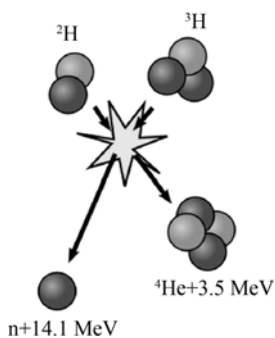


图 1 核聚变示意图

球内气体便发生爆炸，并产生大量热能。这种爆炸过程时间很短，只有数十亿分之一秒。如每秒钟发生三四次这样的爆炸并且连续不断地进行下去，所释放出的能量就相当于百万千瓦级的发电站。

从已完成的实验效果看，激光技术是目前最有效的手段。美国人造太阳耗资 12 亿美元，是世界上最大的激光点火装置（图 2），整个激光装置的大厅

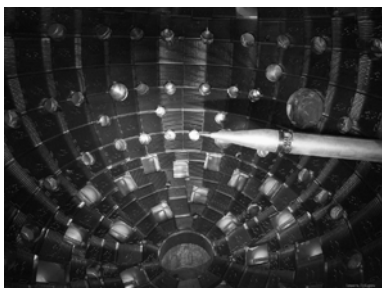


图 2 激光点火装置

有 215 米长，120 米宽，每次激光脉冲持续时间大约为十亿分之一秒，最大输出能量为 1800 千焦，其瞬间最大输出功率为 54000 亿千瓦，是美国所有电厂输出功率的 500 倍。如此大功率的激光装置完全能点燃人造太阳。

在激光点火装置内，一束红外线激光经过许多面透镜和凹面镜的折射和反射之后（图 3），将变成一束功率巨大的激光束。然后，研究人员再

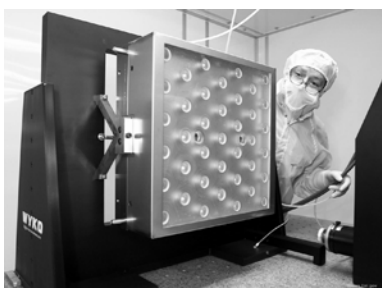


图 3 对激光束进行放大的镜子

将该激光束转变为 192 束单独的紫外线激光束，照向目标反应室的聚变舱中心。当激光束照射到聚变舱内部时，瞬间产生高能 X 射线，压缩燃料球芯块直至其外壳发生爆裂。燃料球芯块外壳爆裂会产生一种同样大小的反向作用力，向内压缩燃料，直到

引起燃料内部的核聚变，从而产生巨大能量。

未来前景十分广阔

美国人造太阳将于 2009 年上半年首次点火。参与此次科研工作的主要是美国加利福尼亚州劳伦斯·利弗莫尔国家实验室的科学家。科学家们实验的目的就是，利用一粒不超过铅笔顶部的小橡皮擦大小的核燃料（图 4）来产生 1 亿摄氏度的高温，和超过地球标准大气压数十亿

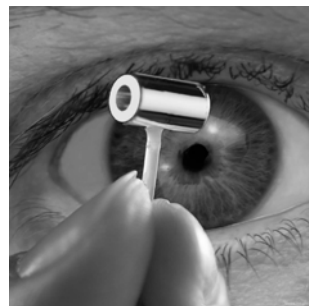


图 4 实验采用的核燃料只要小橡皮擦大小

倍的高压。如果实验能够成功，将标志着具有实际意义的核聚变发电站建设已经迈出了第一步。

参与美国人造太阳研究的科学家表示，现有的核电厂和核武器都是采用核裂变的方式来获得能量，这种能量获取方式会产生放射性物质，对人类和周边环境构成危害。因此，核裂变发电厂将渐渐退出能源舞台，而被核聚变发电厂所代替。据专家估计，商业化的核聚变发电厂最早也要到 2050 年才会开始运行。这一天还非常遥远，科学家们还必须通过许多考验。

如果核聚变发电能够研究成功，将对人类的能源供应产生最为深远的影响，它将成为人类有效利用核聚变能的重要一步，人类将真正拥有取之不尽用之不竭的清洁新能源。地球上仅在海水中就含有的 45 万亿吨重氢，足够提供给人类使用百亿年的核聚变能源。从长远来看，核聚变能将是继石油、煤和天然气之后的主要能源，人类将从“石油文明”走向“核能文明”。

（上海科学技术出版社《科学画报》杂志社 200235）

封面照片说明：

2008 年 6 月 11 日，“伽马射线大面积空间望远镜”（GLAST）在美国卡纳维拉尔角航天发射场升空。望远镜高 2.8 米，直径 2.5 米，质量 4277 克，运行在高 560 千米、倾角为 28.5 度、周期 95 分钟的圆形轨道。望远镜主要由大面积望远镜（LAT）、伽马射线暴监测器（GBM）、反符合屏蔽层、数据处理系统等组成。望远镜可探测从 30MeV 到 300GeV 的能量范围，定位精确，视场大，抗干扰强，使其成为迄今为止最具灵敏性的伽

马射线探测卫星，比现有的伽马射线卫星强 30 倍。

（李戈/供稿）

封底照片说明：

这幅照片是为了庆祝哈勃空间望远镜第十万圈飞行，科学家们让其在这一圈飞行中将望远镜的“目光”对准一个恒星诞生区所拍摄的照片，该区域位于星团 NGC2074 附近，那里被认为可能受到超新星爆发而诞生出大量恒星，这个区域离狼蛛星云大约 17 万光年，是银河系里最为活跃的恒星诞生区域之一。（李之/供稿）