

作者: 陈瑜 来源: 科技日报 发布时间: 2020/9/2 9:41:52

选择字号: 小 中 大

## ITER又有新进展 地球上种的“太阳”已“发芽”

发挥主要作用；第二是等离子体高密度条件，氘氚原子核的密度足够高，可以提高原子核之间的碰撞进而发生核聚变反应的几率；第三是长能量约束时间，将高温高密度的核反应条件维持足够长的时间，才能使核聚变反应得以持续进行。

当地时间8月31日，在法国南部卡达拉舍，国际热核聚变实验堆（ITER）托卡马克装置杜瓦下部筒体吊装工作圆满完成。这是ITER计划重大工程安装启动仪式后的第一个重大部件安装。

此次吊装精度和形变控制要求极高，杜瓦下部筒体直径30米，高10米，重量约400吨，尺寸大约占ITER托卡马克装置的三分之一。中核集团牵头的中法联合体技术团队承担此次吊装工作，在与业主反复进行计算确认，对吊具的尺寸、现场吊装路径以及用于就位调整的工具进行反复模拟后，在理论上确保了吊装安装工作的安全，并在正式吊装前多次组织吊装方案推演并进行吊装试验，确保调整工具和支撑工具状态安全可用。

ITER计划模仿的是太阳产生能量的过程——将氢同位素聚合成氦，释放出取之不竭的热核聚变能源。正因如此，它被形象地称为“人造太阳”计划。

那么，什么是热核聚变？国际热核聚变实验堆如何模拟太阳产生能量的核聚变过程？模拟这个过程面临哪些难题？未来核聚变的发展方向是什么？带着这些问题，科技日报记者采访了中核集团核工业西南物理研究院聚变科学所副所长钟武律。

### 聚全球之力共解磁约束核聚变难题

不仅发生核聚变的条件苛刻，而且开发聚变能还面临一系列科学与技术挑战。比如，氘氚原子核在温度超过上亿摄氏度后更容易发生聚变反应，极端高温下的等离子体无法用普通固体容器来盛装，为此科学家们提出用强磁场的方式将其“包裹”起来。

在国际上，利用强磁场来约束高温等离子体的磁约束核聚变研究始于20世纪50年代，经历了从快箍缩、磁镜、仿星器到托卡马克等不同磁约束技术路线的探索。从上世纪70年代开始，托卡马克途径逐渐显示出其独特的优点，成为国际聚变能研究的主流途径。

但要利用托卡马克装置实现对热核聚变的控制，在关键技术仍存在很大挑战，需凝聚全世界之力共同攻克。1985年美苏首脑提出了ITER计划，其目的就是希望通过国际聚变界的共同努力，集当今磁约束受控核聚变研究领域的主要科学和技术成果，建造一座热核聚变反应堆，以验证核聚变能和平利用的科学和工程技术可行性。

2006年，中国、欧盟、美国、俄罗斯、日本、韩国和印度共七方签署了启动ITER项目的协定。该计划是目前全球规模最大、影响最深远的国际大科学工程之一，七方超过35个国家在法国南部参与建造了一个能产生大规模核聚变反应的超导托卡马克装置，它将验证如何将足够多的燃料在极端高温条件下约束足够长的时间，使它受控制地发生核聚变反应。

钟武律告诉记者，ITER装置高30米，直径28米，重达2万吨，目标有3个：验证核反应堆级别的装置主机集成技术；验证装置的稳定运行能力；实现聚变反应的输出功率至少10倍于输入功率（即聚变功率增益因子Q要大于10），演示50万千瓦聚变反应功率的可靠运行。

### 太阳通过热核聚变产生能量

钟武律告诉记者，由于核反应过程中总质量发生亏损，按照爱因斯坦的质能方程 $E=mc^2$ ，核反应中相应地会释放出巨大的能量。核反应可分为核裂变和核聚变。核裂变是指由较重的原子核分裂为较轻的原子核，而核聚变则是将较轻的原子核聚合为较重的原子核。

核聚变是宇宙的能源，太阳及恒星之所以发光发热，正是因为其内部持续不断地进行着轻核间的核聚变反应。

International Science Editing  
25年英语母语润色专家

江南大学 2020年  
诚聘英才 海内外优秀人才

云集苏州 创赢未来  
Suzhou & Youzhou Create a Future

- 相关新闻 相关论文
- 1 “人造太阳”的中国力量
  - 2 科普：国际热核聚变实验堆为“何方神物”？
  - 3 习近平致贺国际热核聚变实验堆计划启动仪式
  - 4 “人造太阳”开启核心安装工作
  - 5 中国“人造太阳”首次实现1亿摄氏度运行近十秒
  - 6 “人造太阳”离圆梦又近一步
  - 7 ITER组织2019年第九批职员招聘
  - 8 “人造太阳”将佩戴中国“和氏璧”

图片新闻

>>更多

- 一周新闻排行 一周新闻评论排行
- 1 教育部：免去詹启敏的北京大学常务副校长职务
  - 2 科技部发布18个重点专项申报指南征求意见
  - 3 《力学学报》：秉承初心 “力”争上上游
  - 4 冯夏庭任东北大学校长
  - 5 中国工程院院士沈忠厚逝世
  - 6 教育部公布基础学科拔尖学生培养计划基地名单
  - 7 SpaceX星际飞船原型机试验再次发生爆炸
  - 8 高校教师职称评审权直接下放，高校反映如何？
  - 9 为了长最快，浮萍扔掉无用基因
  - 10 俄罗斯科学家计划绘制太阳辐射全光谱
- 更多>>

- 编辑部推荐博文
- 风格兄弟，你还好吗？
  - 求索回眸11：人过三十能学艺
  - eFood | 关于“食品安全分析”的最新讨论
  - 悼念著名认知语义学家福康涅教授
  - 科研创新的突破

由于自身质量巨大，在强大的引力下，太阳会不断挤压其内部的氢原子核，使得内部的压力和温度变得极高，氢原子核间不断相互碰撞，形成了可以产生核聚变反应的高温高密度条件，从而发生核聚变释放巨大能量。太阳核心温度超过1500万摄氏度，在这种极高温条件下进行的核聚变反应也被称为热核聚变。

热核聚变反应是氢弹爆炸的基础。氢弹的爆炸依赖原子弹来引爆，可在瞬间产生巨大能量。在原子弹爆炸产生的高温下，燃料的原子将全部电离成离子（原子核）和电子，它们组成的集合体即为等离子体。但氢弹爆炸是不可控的热核聚变反应，不能作为提供能源的手段。于是人类便致力于在地球上实现人工控制下的核聚变反应即受控核聚变，希望利用太阳发光发热的原理，为人类提供源源不断的能源。

### 中国核聚变目标更在ITER之外

随着科技日新月异，未来在核聚变能开发方面将不断涌现技术革新，或可能出现颠覆性技术革命，比如随着高温超导技术的发展，若采用高温超导强磁场技术，可获得高的聚变功率密度，可减小装置的尺寸，提高聚变堆的经济性，且强磁场更利于聚变等离子体的高性能稳态运行。

以ITER为标志，磁约束核聚变研究正进入反应堆工程与实验阶段。国际主要发展聚变能的国家以瞄准未来设计建设本国聚变示范堆（DEMO）为目标，重点开展聚变实验堆设计及关键技术攻关，并储备相关经验与人才队伍。

对中国而言，参加ITER计划是我国磁约束核聚变能研发计划中的关键一步，我国自主建造未来聚变堆仍面临一系列关键科学与技术挑战，需提前布局，一一攻克。

根据中国核聚变研究发展现状，我国制定了发展路线和目标。2011年开始的中国聚变工程试验堆（CFETR）设计研究，就是该路线的一个重要方面。

“纵观国际聚变发展，受控核聚变有望于本世纪中叶实现和平利用。”钟武律说，立足我国磁约束核聚变研究现状，下一步我国核聚变的发展应充分利用ITER的建设与运行，重点进行人才培养与技术储备，瞄准自主设计建造聚变堆，开展ITER未涵盖的未来聚变堆关键技术攻关。

### 热核聚变发生有三个苛刻条件

在所有核聚变反应中，氢的同位素——氘和氚的核聚变反应是相对容易实现的。因此人类至今探索研究的受控核聚变主要是基于氘氚聚变燃料的核聚变。

钟武律说，实现可控核聚变反应，要求在人工控制条件下等离子体的离子温度、密度与能量约束时间“三乘积”必须达到一定值。换句话说，只有核聚变反应释放出足够多的能量，才可维持核聚变反应堆的运转并有可观的能量输出，使聚变反应循环进行。

但要在地球上模拟太阳产生能量的热核聚变过程，面临着众多难题。热核聚变发生的条件非常苛刻，第一是高温条件，原子核必须具备足够高的动能（如温度达到上亿摄氏度），才能克服原子核间的库仑排斥力，使它们相互靠得足够近，以便让短程核间吸引力

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费等事宜，请与我们联系。

打印 发E-mail给:

关于我们 | 网站声明 | 服务条款 | 联系方式 | 中国科学报社 京ICP备07017567号-12 京公网安备 11010802032783

Copyright © 2007-2021 中国科学报社 All Rights Reserved

地址：北京市海淀区中关村南一条乙三号

电话：010-62580783