

全球最大“人造太阳”核心安装开启

文/《经济日报》记者 齐慧

前沿

可控核聚变装置俗称“人造太阳”，是照亮人类未来的终极能源梦想。近日，我国传来好消息：由中核集团牵头的中法联合体为“人造太阳”核心设备安装工作全面开展创造了有利条件——这是中国向核能高端市场迈出的实质性步伐，将为我国深度参与聚变国际合作、自主设计建造未来中国聚变堆奠定坚实基础。

近日，位于法国的世界上最大的核聚变反应堆——国际热核聚变实验堆（ITER）项目迎来了重要里程碑时刻，施工人员开始安装反应堆托卡马克的首个主要部件。此前，由中核集团牵头的中法联合体按期开展了相关安装底座——杜瓦底座的接收及吊装准备工作，为核心设备安装工作全面开展创造了有利条件。这是中国向核能高端市场迈出的实质性步伐，将为我国深度参与聚变国际合作、自主设计建造未来中国聚变堆奠定坚实基础。

从“靠太阳”到“造太阳”

可控核聚变装置俗称“人造太阳”，是全球核聚变人一代代接力奔跑，致力于照亮人类未来的终极能源梦想。伴随全球人口增长与经济发展，能源需求将持续增长。然而，地球化石燃料的储量有限，寻找未来能源成为当务之急。

万物生长靠太阳，无论是传统的化石能源，还是风能、生物能等新型能源，其本质都是太阳能。而太阳的能量，科学家们早已探明究竟：来自其内部的核聚变反应。

那么，我们是否可以模拟太阳产生能量的原理，研发可控核聚变技术，从而制造“太阳”呢？

专家的回答是肯定的：不仅可以，而且是必须。

“可控核聚变是目前人类认识到的，可以最终解决人类社会能源与环境问题、推动人类社会可持续发展的重要途径之一。”中核集团核工业西南物理研究院院长段旭如表示。

从必要性来说，化石能源不可再生且有污染，风能、水能不稳定，核裂变原料有限、核废料有放射性污染，因此，需要寻找资源丰富、清洁高效的新能源——目前，最有可能担当这一角色的只有可控核聚变能。而且，可控核聚变不排放有害气体，有利于解决当前的环境污染问题。

从可行性来说，核聚变的原料是氢的同位素（氘和氚），地球上含量极为丰富。“氘在海水中储量极大，1公升海水里提取出的氘，在完全聚变反应后，可释放相当于燃烧300公升汽油的能量。”段旭如说。

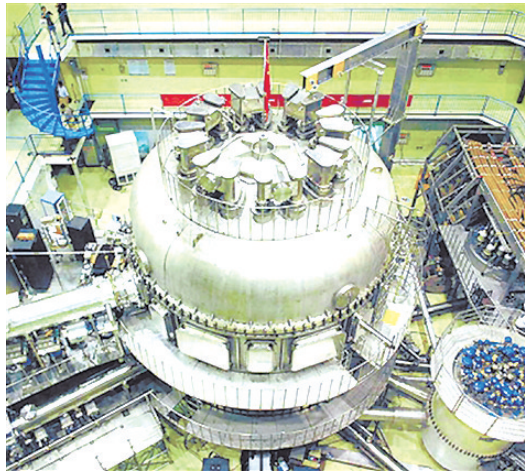
一字之差的困难

从核裂变到核聚变，从不可控到可控——仅一字之差，但技术难度差别太大了。“世界上首颗原子弹爆炸后不到10年，核裂变技术就实现了和平利用，建成了核电站。”中核集团核工业西南物理研究院特聘研究员钟武律说，因此，许多人曾乐观地认为，用不了多久就能实现核聚变的和平利用——然而，经过全世界科学家超过半个世纪的努力，至今仍未成功。

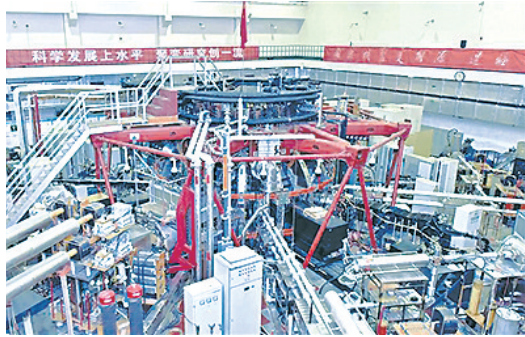
钟武律做了一个简单比较。太阳能稳定核聚变，是因其内部不仅有1500万摄氏度以上的高温，且约有3000亿个大气压的超高气压。而地球上无法达到如此高的气压，只能在高温上下功夫了，需要把温度提高到上亿摄氏度才行。“先不说如何产生这么高的温度，就算产生了，也找不到容器‘盛放’它。”钟武律说，地球上最耐高温金属材料钨在3000多摄氏度就会熔化。

不过，人类不会被困难吓倒。20世纪50年代开始，科学家们就经历了一系列磁约束技术路线的探索，到上世纪60年代，前苏联科学家提出托卡马克方案，效果惊人，备受关注。托卡马克，简单来说是一种利用磁约束来实现受控核聚变的环形容器。它的中央是一个环形真空，外面围绕着线圈。通电时，其内部会产生巨大螺旋形磁场，将其中的等离子体加热到很高温度，以达到核聚变目的。

“核聚变是清洁安全的，但仍需科学普及。”段旭如表示，就聚变堆而言，燃烧等离子体被约束在真空室内，且所含聚变堆中的氘氚燃料含量低，不会爆炸，也不会导致泄漏，几乎没有放射性污染。



起重机将国际热核聚变实验堆的杜瓦底座吊入托卡马克基坑内



中核集团建造的中国环流器二号

勇担重任的中国核电人

我国可控聚变研究始自上世纪50年代，几乎与国际上聚变研究同步。

1965年，根据建设需要，我国建立了当时国内最大的聚变研究基地——西南物理研究所，也就是中核集团核工业西南物理研究院的前身。

正是在这里，中国核聚变领域第一座大科学装置——中国环流器一号（HL-1）托卡马克装置于1984年建成，成为我国核聚变研究史上的一个重要里程碑。它的成功建造与运行为我国自主设计、建造、运行核聚变实验研究装置积累了丰富经验，培养了我国第一批核聚变工程技术及实验运行人才队伍，为我国发展更高参数的磁约束聚变大科学装置奠定了坚实基础。

从此，中国磁约束聚变一步步从无到有，从小到大。1995年，中国第一个超导托卡马克装置HT-7在合肥建成；2002年中国建成第一个具有偏滤器位形的托卡马克装置中国环流器二号A（HL-2A）；2006年，世界上第一个全超导托卡马克装置东方超环（EAST）首次等离子体放电成功……

预计今年在四川成都投入运行的“中国环流器二号M”装置，将成为我国规模最大、参数最高的磁约束可控核聚变实验研究装置。它可将我国现有装置的最高等离子体电流从1兆安培提高到3兆安培，离子温度也将达到1亿摄氏度以上。

人类的共同目标

正如太阳造福于整个地球，“人造太阳”的研制，将为人类带来巨大福祉。但其技术挑战大，研发困难重重，因此需集全球之力共同来攻克。

基于此，国际热核聚变实验堆（ITER）计划2006年应运而生，由中国、美国、欧盟、俄罗斯、日本、韩国和印度7方参与，计划在法国普罗旺斯地区共同建造一个电站规模的聚变反应堆，也即世界上最大的托卡马克装置。ITER是目前全球规模最大、影响最深远的国际科技合作项目之一，凝聚了国际聚变界多年来的研究成果以及国际聚变界的技术力量。

“该项目也是中国以平等身份参加的最大国际科技合作项目。其中，中国承担了约9%的采购包研发任务。”段旭如表示：“签署这个计划，正是希望集中全球科技力量，共同攻克难题。”

“这些年来，我国磁约束聚变研究进展得益于参加ITER计划。”段旭如说，利用这一良好国际合作平台，在国家有关部委的大力支持下，我国核聚变研究实现了高质量发展，磁约束核聚变研究从过去的跟跑步入了并跑阶段，部分技术达到了国际领先水平。

中国的积极参与也推动了ITER计划的快速发展。钟武律表示，参加ITER计划以来，中国积极参与建设，承担着诸多核心部件研发制造（采购包）任务。“目前，中国承担的ITER采购包，不管是在研发进度还是在完成质量方面，均处于7方的前列，为ITER建设贡献了中国力量与智慧。在国际聚变舞台上，中国有了更大的话语权。”

除了承担中方承诺的任务外，中方还积极争取ITER其他关键任务。去年9月，中核集团牵头拿下了ITER迄今金额最大的主机总装1号合同。这个工程安装的是ITER装置最重要的核心设备，其重要性相当于核电站的反应堆、人体里的肝脏。这是有史以来中国企业在欧洲市场中标的最大核能工程项目合同。

“通过国际竞标拿到了ITER项目最核心部分的安装工程，证明我们的团队在世界上是领先的。”中核集团董事长余剑锋表示。

“从ITER计划的进展以及国际核聚变发展进程看，我们有信心到本世纪中叶实现可控的核聚变发电。”段旭如充满信心。

新知

科学家揭秘植物之间如何“交流”

新华社消息 看上去“安静生长”的植物，在看不见的地下世界里却有丰富多彩的“交流”活动。一项由中、德、英三国学者共同参与的最新研究发现，相邻植物可以通过根部释放的化学物质互相“对话”。这种由化学物质主导的“交流”，可以改变植物生长的微环境，调节养分供给，甚至影响产量。

领导这一研究的中科院南京土壤研究所研究员孙波16日向记者介绍，植物根系从土壤中汲取生长所需的养分，同时也释放化学物质。这些化学物质改变了原本土壤里的水、气、生物等微环境，这些改变很可能对周围其他植物也造成影响。此次，科研团队选取了中国南方耕地经常相邻种植的花生和木薯，来具体研究植物间的化学信号怎样相互影响。

研究人员发现，木薯根部会向土壤中释放出一系列液态和气态的氰化物，邻近的花生感知到这些物质，会相应释放出气态分子乙烯。在乙烯影响下，花生植株会主动缩减地上部分的繁茂程度，优先保证果实的养分供给。同时，乙烯还能作为“召集信号”，聚集土壤中的有益微生物到花生根部，提高氮、磷等有效养分的吸收率，以进一步提高花生果实的饱满程度和产量。

“这项研究告诉我们，植物根部释放的化学物质，或许是不同植物间‘交流对话’的关键。搞清楚这些‘化学对话’如何进行，就可能会解开更多植物的‘生长密码’，也帮助人类更加科学有效地种植农作物。”孙波说。

相关研究成果已于近日发表在微生物领域权威刊物《微生物组》上。（王珏玢）