

参与热核聚变计划 制造输出关键部件

# 中国助力“人造太阳”早日发光

本报记者 彭训文

这些天，北京的清晨多是大晴天，阳光照在身上，浑身暖暖的。“人类可以制造一个太阳来产生光和热吗？”早在上世纪50年代，一个高中学历的苏联年轻少尉就提出了这个问题。当初这个勇敢的“空想”或将在本世纪中叶变为现实：通过模仿太阳的热核聚变反应，中外科学家们正在建造人类首颗“人造太阳”，它将带来几乎无限的清洁能源。

“人造太阳”计划（国际热核聚变实验堆计划，简称ITER），由欧盟、中国、美国等7大经济体联合打造，耗资50亿美元（1998年价），已历经30余年，预计2019年建成，2050年商用。作为当今最具代表性的国际大科学合作研究计划之一，它与国际空间站、人类基因组测序等项目一起，吸引了全世界的目光。如今，它正稳步推进。

上月底，中国承担生产和设计的首个超大部件——脉冲高压变电站（PPEN）首台主变压器，已运往“人造太阳”设施的建造地法国。随着各类设施逐渐完工，人类离建成首个“人造太阳”的目标越来越近。

## ①产生能量可用百亿年

为什么要制造“人造太阳”？这和人类长久以来的能源危机有关。现代以来，随着人口增加、工业发展，人类对煤、石油、天然气等化石能源的消耗速度越来越快，据测算，人类最多还能用两三百年的自然能源，即使核能也只能用数百年。

此外，像煤、石油这些能源的燃烧还会引发温室效应、酸雨等，对环境造成严重破坏；核电站或核能发电厂的能量来源是核裂变（能量产生过程与核聚变相反），所需原料稀有，产生的废料也没法安全处理，还可能产生核泄漏。

不光我们这一代，我们的子孙将从哪里弄这么多能源呢？科学家们带着这个惊恐的问题，把目光投向了核聚变。天空中的太阳就是一个巨大的聚变体，几十亿年为人类提供了光、热。那太阳是怎么做的呢？

简单来说，当两个质量较轻

的原子核聚合为一个较重的新原子核时，大量电子和中子能够逃离原子核的束缚，带来巨大能量。在自然界中，最容易实现的聚变反应是氢的同位素——氘（音同刀）和氚（音同川）的聚变。据测算，1千克氢燃料经过聚变反应，至少可以抵得上4千克铀燃料或1000万千瓦优质煤燃料。

要提取它们，方法也十分简便，成本也很低。我们从海水里舀一升水，其中就含有0.03克氘，它就可以产出300升汽油这么大的能量。地球上的海水能提取45万吨氘，它们都聚变的话，能保证人类上百亿年的能源消耗。

而且核聚变非常干净，因为聚变就是把两个氢核放在一起，当温度到了上亿度以后，它们就会聚合在一起，除了产出能量，其余产出的氦是一种清洁无害的元素。

要实现核聚变，需要两个氢核互相吸引和碰撞，这需要超高的温度和压力。

对太阳来说，这太容易了。太阳中心的温度高达2000万摄氏度，而且自身重力大，所需高温高压自己就有了，核聚变得以持续发生，从而不断释放能量。但是，要在地球上模拟太阳，需要把温度提升到超过1亿摄氏度，在这样高的温度下，混合了氘、氚的气体原子中带负电的电子和带正电的原子核已完全脱离，各自独立运动。这种完全由自由的带电粒子构成的高温气体被称为“等离子体”。它们的持续碰撞（以下比喻为“火球”）才能产生核聚变反应。

但是，要做到这点，需要解决3个难点：一、用什么方法加热气体？二、在这个超过1亿摄氏度的“火球”面前，任何固体材料都会瞬间灰飞烟灭，那么，如何“盛放”它，并使之不飞散？三、怎样让“火球”一直保持在超过1亿摄氏度？

## ②包住一团1亿度火球

上世纪50年代，人类利用核聚变原理制造了氢弹，但是，这种核聚变其实是大量聚变燃料挤压在一起，由于物质的惯性产生的，能量瞬间即释放，是不可控的，就像点燃一串鞭炮，其爆炸瞬间就完成了。那么，如何让这种爆炸像在超慢的镜头里那样发生，并变得可控制呢？

苏联科学家此后开始设想，既然固体材料不行，用磁场把这团上亿摄氏度的“火球”悬浮起来不就行了吗？他们设计了一种名为托卡马克（Tokamak）的环形容器。“托卡马克”这个词在俄语中，来源于制造这个容器所需的环形（toroidal）、真空室（vacuum）、磁（magnet）、线圈（coil）。通过让混合了氘、氚的气体悬浮在一个像面包圈一样的环中，然后不断加热，等达到了上亿摄氏度以后它就产生核聚变，并输出大部分能量。这就是磁约束，这个磁场，这个环境，就叫托卡马克。

## ③有60个足球场那么大

加入的印度草签了建设“人造太阳”计划的国际协定。

需要说明的是，在这50亿美元中，欧盟贡献46%，其余6国各贡献约9%。根据协议，中国贡献中的70%以上由我国制造所约定的托卡马克部件折算，10%由我国派出所需合格人员折算，需支付国际组织的外汇不到20%。

按照设计，“人造太阳”计划的反应堆设施总重量是埃菲尔铁塔的3倍，占地面积有60个足球场加起来那么大。这个反应堆建成后，能够把上亿摄氏度、由氘氚组成的“火球”约束在体积达837立方米的“面包圈”中，产生50万千瓦的聚变功率，持续时间达500秒。50万千瓦热功率已经相当于一个小型热电站的水平。

目前，这个反应堆正在靠近法国南部普罗旺斯地区的艾克斯建造。科学家要在“面包圈”上面设计16个大型超导环向场线圈，以产生强大的环向磁场。在这个“面包圈”的外面，还分布着各式

测量它是否正常工作的系统。除了这些，整个反应堆还需要建造大型的供电系统、原料工厂和相关处理系统。

按计划，这个反应堆将在2019年完成，并在本世纪50年代达到商用水平，目前已经开始采购大型部件。中国今年4月底向法国输出的脉冲高压变电站（PPEN）首台主变压器，就是其中约定的一件。它的主要功能是向磁体功率电源、辅助加热系统功率电源等各类子系统提供所需的脉冲功率。

截至目前，中国科学家已经攻克了采购任务中遇到的所有技术难关。我国交付“人造太阳”计划的采购包部件实现了100%国产化，而且全部一次性合格，并按期交付。该计划两任总干事对中方的评价是“中国在采购包的研发、生产方面领先于各方”。

尽管有质疑者开玩笑说，这个奇迹永远是“还要再等30年”，但更多人坚信，我们离这样一个清洁且几乎是无限的能源已经很近了。



中国承担设计的脉冲高压变电站（PPEN）400KV高压智能主变压器正在被吊运。

## 国产“人造太阳”日趋完善 放电持续时间世界第一

# 中国“逐日”领跑世界

本报记者 彭训文

在各国开发核聚变能的过程中，中国坚持两条腿走路原则，不仅为国际合作的“人造太阳”计划提供关键部件，自己也在研发小型的实验性“人造太阳”，逐渐由追赶者转变为领跑者。

今年2月，中科院合肥物质科学研究院等离子体所的科学家研制的“实验型先进超导托卡马克”（EAST）装置，成功实现让内部温度达到约5000摄氏度、等离子体放电持续时间达102秒，这是国际上同等温度条件下持续时间最长的放电。这意味着，中国已接近创造出一个“人造太阳”。

然而，我国“逐日”的历程，过程颇为心酸。中国造“人造太阳”专家、中国工程院院士李建刚回忆，中国拥有的第一个半超

导核聚变装置是上世纪90年代从国外引进后加以改造发展的。为了搞清楚其中的奥秘，科学家拆下了它所有的部件，一一加以研究改造。

“1998年，当中国宣布用2000万美元建造全超导核聚变装置时，国际上根本没人相信。”李建刚说。绝缘子、导体、水冷系统、精密加工……难关一重又一重，科学家们用艰苦奋斗的精神一一克服。有的科学家在国外求解技术难点时，为了节约经费，宁愿每天在冰天雪地里走40多分钟；一些年近古稀的老科学家高温中晕倒在实验室，醒来后继续工作。

终于，在2006年9月，中国自主设计建造的EAST建成，并完成了首次成功放电，

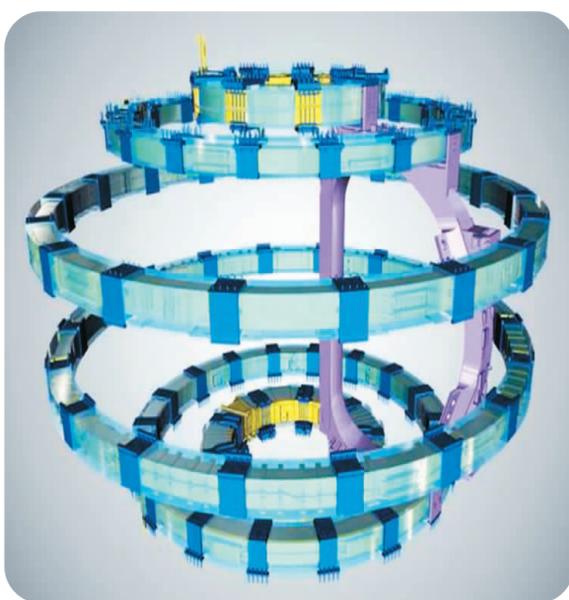
刚回忆，有一次，一个俄罗斯专家非常不愿意马上去干活，不是嫌没有伏特加，就是嫌没睡好，结果，几百个科学家眼睁睁等着他吃饱喝足、睡一觉后来维修。

从那时起，李建刚和其他科学家立誓：“关键技术部分一定要百分之百国产！”近10年来，“人造太阳”装置几乎每个部件都是中国科学家自己动手做的。

有了这个实验装置，如何让它从开始的3秒钟达到几十秒、

获得电流200千安、时间接近3秒的高温等离子体放电。但是，由于有些关键部件是从俄罗斯进口的，维修需要依靠俄专家。李建刚说，10年来，他们做了将近20万次实验，有将近4万次失败了。

正是这样日复一日的实验，才铸就了中国造“人造太阳”在今年2月的巨大进步：成功将内部离子化气体加热约5000万摄氏度，并持续放电102秒。这和创造接近太阳深处的核聚变环境（温度约9999万摄氏度、并持续1000秒）目标虽然还有差距，但是中国科学家对此信心十足。正如55岁的李建刚院士说，“我的梦想就是在有生之年，有一只灯泡被核聚变点亮，而且这一只灯泡一定要在中国！”



“人造太阳”设备组件模型图。



工作人员在察看设备运行情况。

## 校园网贷不能野蛮生长

刘旻 姚友明

一些高校辅导员近来经常尴尬地收到催债短信。原来，随着越来越多的大学使用网络贷款，教师和家长成了“隐性担保人”。为了还款，有的学生陷入“拆东墙、补西墙”的恶性循环，为钱所困、难以自拔；甚至有大学生因为借贷50余万元参与网络博彩血本无归而选择轻生，令人扼腕。

网络贷款门槛低、审核松、无抵押、放款快，在很多大学无孔不入。在校园发放银行信用卡受到严格限制的情况下，网贷满足了部分学生的消费需求。然而，“天上掉下的馅饼”看上去很美，有些却是“地上摆着的陷阱”。网贷确实可解燃眉之急，但一些网贷方诱导没有经济来源的学生进行非理性消费，容易造成难以收拾的局面。这应当引起监管方的重视。

校园网贷乱象暴露了互联网金融的监管盲区。中国银监会要求，银行业金融机构向已满18周岁无固定工作、无稳定收入来源的学生发放信用卡时，须落实有偿还能力的第二还款来源。然而，因为目前网贷公司未在银监会备案，所以并不执行相关规定，也没有明确的职能机构对校园网贷平台进行直接监管。

针对校园网贷当前的乱象，金融主管部门应介入对网贷行业的规范和监管，引导互联网金融健康发展。对已经具有独立民事行为能力的大学生来说，考虑他们对违约风险认知程度有限，应进一步加强强债风险教育。一方面帮助他们树立正确的人生观和消费观，纠正过度消费、攀比消费等不良风气；另一方面，还要引导大学生提高责任意识、信用意识。

## 学生“法制课”进法庭



近日，山东省枣庄市第十五中学把“法制课”搬进枣庄市市中区人民法院审判庭。通过旁听一起危险驾驶案审判，让中学生现场了解庭审程序，并在庭审结束后与法官进行互动交流，学习法律常识，接受法制教育。

图为在枣庄市市中区人民法院审判庭，法官范腾腾（右二）在庭审结束后教中学生郭嘉彤（右一）正确使用法槌。

新华社发（孙中喆摄）

## “小候鸟”的异乡之家



近年来，随着城乡一体化进程的加快，宁夏永宁县在望洪镇、李俊镇建立了供港蔬菜基地。每年5月至10月，外来务工人员及其子女大量涌入基地，田间地头随处可见儿童奔跑、大人身背小孩摘菜的身影。从2015年起，永宁县在各乡镇陆续开始设立“流动儿童服务之家”，专门接收外来务工人员的孩子，由村里统一进行照料和教育。

图为5月4日，在宁夏永宁县李俊镇侯寨村流动儿童服务之家，孩子们在享用课间点心。

新华社记者 彭昭之摄

## “孟子与礼学文化国际学术研讨会”召开

本报济南5月6日电 第三届孟子与礼学文化国际学术研讨会暨山东亚太礼学文化研究院开院大会今天在济南山东亚太礼学文化研究院召开。来自德国、美国、奥地利等国家和地区以及北京大学、华东师范大学、复旦大学、山东大学等高校的50余位专家学者参会。

本届研讨会主题为“全球视野下孟子及礼学文化的再应用”，由华东师范大学臧克和教授、德国波恩大学沃尔夫冈·顾彬教授等知名专家共同发起，山东亚太礼学文化研究院、华东师范大学中国文字研究与应用中心主办。与会专家围绕孟子、礼学在当代中国社会的现实意义以及对当下青少年教育的重大意义，中国传统文化在儒家文化圈、欧美文化圈中的传播与应用途径等进行研讨。

（周喆）