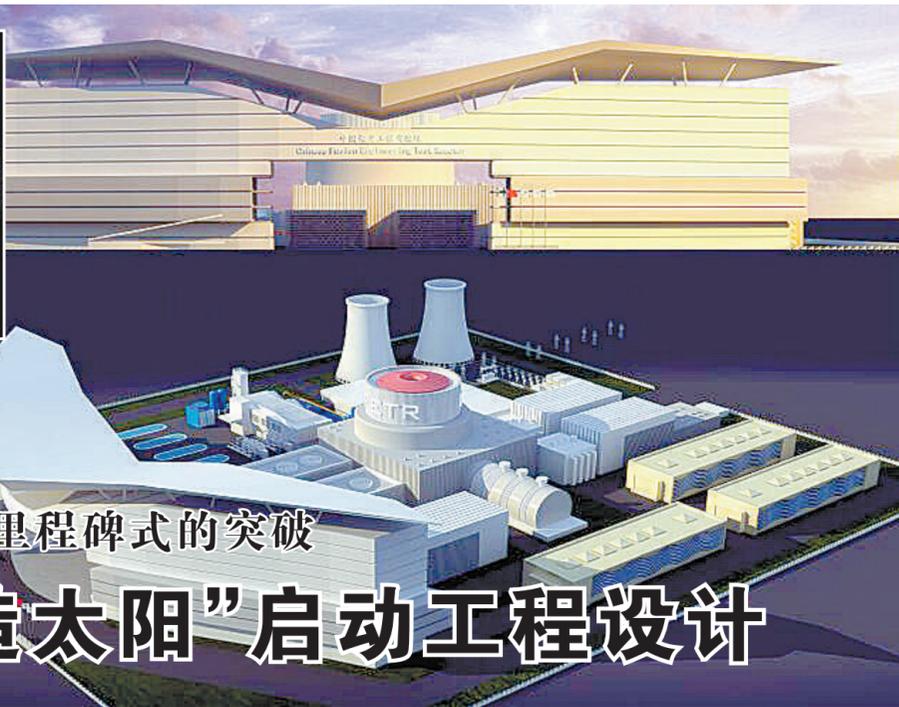


▲这是利用磁场对等离子体进行约束的托卡马克装置  
▶CFETR概念图 受访者供图



# 5000万摄氏度,100.12秒,一个里程碑式的突破 我国下一代“人造太阳”启动工程设计

本报记者 吴长锋

7月5日,我国的超导托卡马克实验装置(EAST)在全球首次实现了上百秒的稳态高约束运行模式。

## EAST的前世今生

如果说起EAST的学名大型非圆截面全超导托卡马克装置,可能没有多少人知道,但是如果提起“人造小太阳”,很多人耳熟能详。

一个一百万千瓦电站需要50万吨煤,核电站需要30吨核燃料。同样级别热核聚变电站只需要100公斤重水和锂。相比于目前的核电站,热核聚变是非常安全的,因为聚变的产物只是氦气。资源是无限的,同时又是清洁的,所以长期以来被科学家认为是未来人类终极能源。

50年来,人类渴望在地球上实现太阳内部核聚变的模拟,期望能够把惊人的能量稳定地输送给电站。托卡马克是人们未来得以实现“完美能源”这一畅想的身。

“托卡马克最早是苏联人的发明”,中科院等离子所副所长宋云涛告诉科技日报记者,上世纪90年代初,我国用400万人民币的生活物资,向前苏联换来了当时价值1800万卢布的托卡马克装置。

“我们花了一年半的时间把它全部拆掉,又花了两年的时间把它装起来,在这上面做了大量的实验。其他国家都做到几秒钟,我们在这个装置上面做到了1000万摄氏度持续60秒放电”,宋云涛告诉记者,热核聚变产生上亿摄氏度高温的等离子体,比太阳中心部的温度还要高五六倍!它跟周边的材料是强相互作用,需要控制得非常精确,精确到零点几个毫米和零点几个毫秒以下,“否则的话,只要一偏心,碰什么烧什么。”

## 每一项技术都逼近了极限

1亿摄氏度,1000秒。这两个数字是横亘在中国科学院等离子体研究所核物理学家和全球科学界面前的两座难以跨越的山峰。

要让核聚变为人类所利用,就意味着要把氦、氘

行模式。这是一个里程碑式的突破!将为我国下一代核聚变装置的建设和国际核聚变清洁能源的开发利用奠定坚实的技术基础。

“目前,中国在ITER七方采购包进度中已成为第一位。在核聚变领域,中国人再也不是可有可无的‘小角色’。”宋云涛自豪地说。

在基础科研创新的同时,EAST也带动着我国核聚变相关高科技工业的发展。加工的难点在于材料。要控制上亿摄氏度的等离子体,第一层屏蔽层重量就达8000吨。在等离子

体超导生产大厅中,宋云涛指着堆叠了两人多高的环形导体告诉记者:“这些导体每一根价值都在3000万元人民币以上。”这些外表看起来再普通不过的导管,却内藏乾坤:每根管子内部都是1000根头发丝一样细的导线拧成的超导电缆。

“传导、对流和辐射造成能量的损失,为了最小的辐射损失,就得全部用真空。我们用五层真空,做成最大的‘保温杯’,实现了一亿摄氏度和零下269摄氏度‘冰火两重天’的结合。”宋云涛告诉记者,要获得更长放电时间,几乎所有的技术都要用到当今世界技术的极致。

事实上,与全球规模最大的能源合作项目——国际热核聚变实验堆计划(ITER)相比,EAST只有其1/4大小。但麻雀虽小,五脏俱全,EAST的成功经验已经支撑了ITER的建设。如研制出可通过90千安培的高温超导电流引线,使ITER制冷电耗每年减少2/3以上;证明ITER磁体电源设计方案存在的风险,并设计出新方案。

“从设计到建设,都是我们自己做的,整个项目的国产化率达到90%以上,自研率在70%以上,同时还取得了68项具有自主知识产权的技术和成果。”宋云涛告诉科技日报记者,EAST主要用来探索实现聚变能源的工程、物理问题,为未来能源发展提供新思路。“现在,科研人员正在对EAST进行全方位的升级改造,为新一轮物理实验做准备。”

“东方超环”EAST作为世界上第一个全超导非圆截面核聚变实验装置,集中了超高温、超低温、超大电流、超强磁场和超高真空等多项极限。从设计到建设,都是我们自己做的,整个项目的国产化率达到90%以上,自研率在70%以上,同时还取得了68项具有自主知识产权的技术和成果。宋云涛告诉科技日报记者,EAST主要用来探索实现聚变能源的工程、物理问题,为未来能源发展提供新思路。现在,科研人员正在对EAST进行全方位的升级改造,为新一轮物理实验做准备。

意味着挑战极限。热核聚变在过去50年中发展非常之快。世界上第一个真正意义上的“人造太阳”,是国际热核聚变实验堆ITER,要在20年左右能够在大规模的、几十万千瓦的基础上运行较长的时间,就需要验证聚变的工程可行性,而东方超环正是为此进行验证实验其可行性。

让5000万摄氏度等离子体持续100.12秒,这是目前EAST取得的成绩,也是当前国际核聚变反应最好的成绩。EAST差不多16—17个月左右的时间,综合参数能够翻一倍。“EAST必将对ITER及下一代聚变装置作出更多世界级的、独一无二的贡献。”

核聚变到底什么时候才能实现?未来中国的核聚变到底怎么做?面对上述问题,宋云涛表示,我国现在正在做的EAST实验装置,加入了ITER国际合作,有望再过几年后建造中国自己的工程堆,才能够

演示发电。我国下一代核聚变装置——中国聚变工程试验堆(CFETR)已于2011年开始进行设计研究。在过去的几年里,项目集中了我国磁约束聚变研究的骨干力量,形成目标明确的国家队,在吸收消化ITER和国际磁约束聚变堆设计和技术的基础上,大胆创新,完成的CFETR设计方案可与ITER相衔接和补充。同时,该项目推动了广泛国际合作,世界聚变研究发达国家美国、德国、法国、意大利等已经全面参与CFETR的设计;俄罗斯同行也表示未来更加深入参与CFETR计划。

目前,CFETR装置已经完成设计研究并开始了工程化设计,有望在未来几年启动。宋云涛满怀信心地说:“有了它以后,有望在50年到60年之后实现商用化。”

## 未来几年或启动聚变工程试验堆

核聚变到底什么时候才能实现?未来中国的核聚变到底怎么做?面对上述问题,宋云涛表示,我国现在正在做的EAST实验装置,加入了ITER国际合作,有望再过几年后建造中国自己的工程堆,才能够

演示发电。我国下一代核聚变装置——中国聚变工程试验堆(CFETR)已于2011年开始进行设计研究。在过去的几年里,项目集中了我国磁约束聚变研究的骨干力量,形成目标明确的国家队,在吸收消化ITER和国际磁约束聚变堆设计和技术的基础上,大胆创新,完成的CFETR设计方案可与ITER相衔接和补充。同时,该项目推动了广泛国际合作,世界聚变研究发达国家美国、德国、法国、意大利等已经全面参与CFETR的设计;俄罗斯同行也表示未来更加深入参与CFETR计划。

目前,CFETR装置已经完成设计研究并开始了工程化设计,有望在未来几年启动。宋云涛满怀信心地说:“有了它以后,有望在50年到60年之后实现商用化。”

体超导生产大厅中,宋云涛指着堆叠了两人多高的环形导体告诉记者:“这些导体每一根价值都在3000万元人民币以上。”这些外表看起来再普通不过的导管,却内藏乾坤:每根管子内部都是1000根头发丝一样细的导线拧成的超导电缆。

“传导、对流和辐射造成能量的损失,为了最小的辐射损失,就得全部用真空。我们用五层真空,做成最大的‘保温杯’,实现了一亿摄氏度和零下269摄氏度‘冰火两重天’的结合。”宋云涛告诉记者,要获得更长放电时间,几乎所有的技术都要用到当今世界技术的极致。

事实上,与全球规模最大的能源合作项目——国际热核聚变实验堆计划(ITER)相比,EAST只有其1/4大小。但麻雀虽小,五脏俱全,EAST的成功经验已经支撑了ITER的建设。如研制出可通过90千安培的高温超导电流引线,使ITER制冷电耗每年减少2/3以上;证明ITER磁体电源设计方案存在的风险,并设计出新方案。

“从设计到建设,都是我们自己做的,整个项目的国产化率达到90%以上,自研率在70%以上,同时还取得了68项具有自主知识产权的技术和成果。”宋云涛告诉科技日报记者,EAST主要用来探索实现聚变能源的工程、物理问题,为未来能源发展提供新思路。“现在,科研人员正在对EAST进行全方位的升级改造,为新一轮物理实验做准备。”

“东方超环”EAST作为世界上第一个全超导非圆截面核聚变实验装置,集中了超高温、超低温、超大电流、超强磁场和超高真空等多项极限。从设计到建设,都是我们自己做的,整个项目的国产化率达到90%以上,自研率在70%以上,同时还取得了68项具有自主知识产权的技术和成果。

“从设计到建设,都是我们自己做的,整个项目的国产化率达到90%以上,自研率在70%以上,同时还取得了68项具有自主知识产权的技术和成果。”宋云涛告诉科技日报记者,EAST主要用来探索实现聚变能源的工程、物理问题,为未来能源发展提供新思路。“现在,科研人员正在对EAST进行全方位的升级改造,为新一轮物理实验做准备。”

“我们花了一年半的时间把它全部拆掉,又花了两年的时间把它装起来,在这上面做了大量的实验。其他国家都做到几秒钟,我们在这个装置上面做到了1000万摄氏度持续60秒放电”,宋云涛告诉记者,热核聚变产生上亿摄氏度高温的等离子体,比太阳中心部的温度还要高五六倍!它跟周边的材料是强相互作用,需要控制得非常精确,精确到零点几个毫米和零点几个毫秒以下,“否则的话,只要一偏心,碰什么烧什么。”

## 基因改造术让蜻蜓变身活体微型无人机

日前,美国科学家成功将无人机技术与蜻蜓结合起来,开发出可由人类控制的活体微型无人机,用来追踪野生动物种群和为植物授粉。

研究团队中既有来自马萨诸塞州剑桥市的研发公司Draper的工程师,也有霍华德·休斯医学研究所叙利亚农场研究园区的神经科学家,他们为蜻蜓装上了微缩版的“背包指引系统”,对其进行操控。

这些微型无人机是如何打造出来的呢?霍华德·休斯医学研究所的研究人员首先对蜻蜓进行了基因改造,使蜻蜓的神经细胞和翅膀协同作用,对光脉冲做出反应。微型导航系统的指令通过一个光学神经刺激器,以光脉冲的形式发送出来,对蜻蜓的飞行路径和动作进行指引。

Draper公司的生物医学工程师乔·雷吉斯特表示,这项技术还处于实验室阶段,但具有无限的商业应用潜力。这些应用包括在危险建筑物中进行搜索、救援,以及对环境的监测和大范围的农作物授粉等。

## 开车烧威士忌?首辆新燃料汽车在英国试驾

据外媒报道,世界上第一辆以威士忌为动力的汽车7月11日在苏格兰完成了第一次试驾。

据悉,这款汽车使用的是一种名为生化丁醇的生物燃料,由威士忌酒渣制成,其中包括大麦和啤酒麦芽,后者是发酵后留下的一种发酵液。

这种生物燃料可用来替代传统的天然气和柴油燃料。使用新燃料不需要对发动机进行任何改变,这一点使它成为一个更可行的替代方案。

据报道,凯尔特可再生能源有限公司发明了这种生物燃料。创始人兼总裁马蒂·唐尼指出,尽管每年生产75万吨大麦和20亿升啤酒,但威士忌行业没有对残余物加以利用。这种生物燃料“现在可直接替代汽油”。

(除标注外图片来源于网络)

# 北方的那片冰与海,与我们息息相关

## 第二看台

本报记者 游雪晴

7月11日中科院大气所传出消息,据预测,今年北极海冰最小覆盖范围约为410万平方公里,有可能成为有观测记录以来的第二低值。

中国虽然不是传统意义上的北极国家,但在全球气候变化的大背景下,北极地区的所有因素都会对中国产生影响。第598次香山科学会议与会专家认为,不论从气候还是海洋领域看,北极海洋的变化都与我们息息相关,我们应尽快将目光转向北方,投入更多资源去观测和关注北极地区和北冰洋。

## 海冰30年消融掉一个“南非”

会议执行主席之一、著名气象学家秦大河院士指出,目前北极地区成为全球变化非常显著的区域,也是



气温升高致海冰减少,北极熊生存“如履薄冰”。

是北半球气候变动的驱动因素之一。北冰洋在过去的几十年中的变化可概括为海冰覆盖范围持续减少、多年冰大量消失。

世界气象组织今年3月份表示,依据观测数据显示,冬季结束时,北极的海冰是进行卫星测量的近40年里最少的。

数据显示,北极在这个冬天至少出现了三次极地热浪,强大的大西洋风暴驱使温暖、潮湿的空气流入,并将温度推升至接近零摄氏度的水平。据美国国家冰雪数据中心和德国的海冰门户平台的统计,南极和北极今年1月份的海冰面积均创下了38年来卫星记录的新低。1月北极海冰面积平均为1338万平方公里,比去年1月减少了26万平方公里,损失的面积超过了英国的本土面积,与1981年至2010年的长期平均值相比,北极海冰面积损失了126万平方公里,相当于南非的国土面积。

北极的冰盖面积从每年9月,即融冰季接近尾声时下降到最低值,之后会慢慢开始增加。观测数据表示,北极冰盖的最低值每十年会缩减大约13%。

## 本世纪中叶酸化水体将覆盖整个北冰洋

空气中的二氧化碳溶于水后形成碳酸,使海水的pH值(酸碱度)下降,出现海洋酸化的现象。海洋酸化被认为是全球第三大环境问题,给海洋生物的生存带来

极大挑战,进而影响到人类的生活和居住环境。

国家海洋局第三海洋研究所陈立奇研究员说:“北极是全球对气候变化最敏感的地区,也是海洋酸化最严重的地区,是全球海洋酸化研究的‘领头羊’。我国从2008年第三次北极科考时就与美国、欧盟签署了关于共同研究海洋酸化的合作文件,此后的历次北极科考,相关国家的研究人员都对这一问题进行了持续的合作。”

据陈立奇介绍,我国科学家首次观察到20年来西伯利亚出现大范围酸化水体并以每年1.5%的速率增长着,比太平洋或者大西洋所观测到的结果要快2倍以上,预测到本世纪中叶酸化水体将覆盖整个北冰洋。

这一成果发表在《自然·气候变化》3月期刊上。文章认为,驱动北冰洋快速酸化的主要驱动力是气候变化。20年来,由于全球气候变化诱发了北极放大作用,主要特征是海冰快速融化和后退、大气—海洋环流出现异常、太平洋入流水增加,为北冰洋酸化提供了强大的正驱动力。

据介绍,海洋酸化会影响珊瑚、贝类等钙化生物的正常生长,“腐蚀”它们的碳酸钙外壳,甚至对它们造成致命的影响,进而破坏整个食物链。此外,溶解于海水中的二氧化碳还可能在某种条件下被重新释放到大气中,从而加剧温室效应。

## 北冰洋浮游生态系统变化剧烈

北极海冰快速变化对该海域的浮游生态系统也存在着巨大的潜在影响。中国极地研究中心何剑锋研究员认为,海冰储量的减少会导致浮游生物群落的变化主要表现为:春季融冰提前和秋季结冰的延迟导致无冰季节延长,浮游植物生长期变长,北极陆架海域生产力增加明显;同时,区域融冰时间直接决定了

海冰浮游植物水华出现的时间,7月份约30%的海冰覆盖区存在冰下浮游植物水华的条件,从而影响整个浮游生物群落。

中国科学院海洋研究所李超伦研究员认为,随着海冰减少,陆架区生态系统结构将由底栖食物链主导向浮游食物链主导转变,而在海盆区则表现为依赖海冰的生物将受到严重威胁,最早的陆架区生态系统结构改变可能发生在楚科奇海。

他建议,加强北冰洋浮游生态系统基础研究,以浮游动物为切入点,围绕其种群变动及其对浮游生态系统物质循环和能量流动的调控作用开展系统调查与研究,揭示北冰洋生态系统对环境变化的响应过程与机理。

## 加强北极地区观测与预报

会议执行主席之一、华东师范大学张松认为,对于北极,我们不仅仅需要关注正在发生的变化过程,还应了解历史上北极及其周边地区所经历的变化,以及这些变化对海洋环境和人类社会产生的后果。

国外对北极研究的历史可追溯到百年以上,而我国关于北极的大规模研究起步较晚,从1999年启动第一次北极考察至今经历了近20年的时间。迄今,我国已经对北极进行了7次综合考察,就北极的变化过程也积累了一些研究资料。但由于我国关于北极的大规模研究仅20—30年,相对比较薄弱,缺乏系统和多学科整合的研究成果与长期的数据积累。

与会专家呼吁,我国应加大对北极地区观测及科考的投入,集中各方力量建设多学科的北极观测网络,重视对北极地区及北冰洋的科学研究,这不仅可以提高我国对气候变化及各生态系统变化的预测能力,同时也可提升我国在相关国际事务上的发言权和影响力。

## 趣图



## 最新模拟实验再现“湍流”内核 揭晓地球磁场真相

据国外媒体报道,一项令人惊叹的最新模拟实验揭示了地球“湍流”内核,提供驱动地球磁场机制的新线索。

虽然地球磁场延伸超越地球,作为一种防护屏障避免有害太阳辐射侵袭,但实际上它源自地球表面之下3200公里深处。最新超级计算机模拟显示,地球外核液态金属流动,在这里温度和压力差异产生电流,同时,结合地球旋转,可制造大规模的“发电机效应”。

法国科学研究国家中心指出,在这种发电机效应中,地球沿着地轴旋转,并且与地球外核对流活动对齐,形成一个向太空方向延伸的大型磁场。

研究报告作者纳撒尼尔·舍弗勒说:“我们的计算机模拟使用16000个互联计算机处理器,同时进行运算处理。研究人员使用的法国蒙彼利埃市OCCIGEN超级计算机运算处理一年时间相当于一台电脑运算处理250年时间,这种超级计算能力有助于揭晓地核外部的状况,其中包括科学家所猜测的过程,但该方法无法在此前的模拟实验中体现出来。”



## 基因改造术让蜻蜓变身活体微型无人机

日前,美国科学家成功将无人机技术与蜻蜓结合起来,开发出可由人类控制的活体微型无人机,用来追踪野生动物种群和为植物授粉。

研究团队中既有来自马萨诸塞州剑桥市的研发公司Draper的工程师,也有霍华德·休斯医学研究所叙利亚农场研究园区的神经科学家,他们为蜻蜓装上了微缩版的“背包指引系统”,对其进行操控。

这些微型无人机是如何打造出来的呢?霍华德·休斯医学研究所的研究人员首先对蜻蜓进行了基因改造,使蜻蜓的神经细胞和翅膀协同作用,对光脉冲做出反应。微型导航系统的指令通过一个光学神经刺激器,以光脉冲的形式发送出来,对蜻蜓的飞行路径和动作进行指引。

Draper公司的生物医学工程师乔·雷吉斯特表示,这项技术还处于实验室阶段,但具有无限的商业应用潜力。这些应用包括在危险建筑物中进行搜索、救援,以及对环境的监测和大范围的农作物授粉等。



## 开车烧威士忌?首辆新燃料汽车在英国试驾

据外媒报道,世界上第一辆以威士忌为动力的汽车7月11日在苏格兰完成了第一次试驾。

据悉,这款汽车使用的是一种名为生化丁醇的生物燃料,由威士忌酒渣制成,其中包括大麦和啤酒麦芽,后者是发酵后留下的一种发酵液。

这种生物燃料可用来替代传统的天然气和柴油燃料。使用新燃料不需要对发动机进行任何改变,这一点使它成为一个更可行的替代方案。

据报道,凯尔特可再生能源有限公司发明了这种生物燃料。创始人兼总裁马蒂·唐尼指出,尽管每年生产75万吨大麦和20亿升啤酒,但威士忌行业没有对残余物加以利用。这种生物燃料“现在可直接替代汽油”。

(除标注外图片来源于网络)