

点亮聚变的“第一盏灯”

——走近中国“人造太阳”研究团队

本报记者 杨俊峰

在中国科学院合肥物质科学研究院等离子体物理研究所(下称“等离子体所”)一间宏伟的实验车间内,有这样一幅壁画:天地洪荒的上古世界,巍峨的巨人“夸父”迈着矫健的步伐,踏过恢弘的山川河流,伸手前探。在他手指的方向,一轮红日高悬于天。无惧烈日的灼烤,巨人努力伸手,希望可以够到太阳。

夸父逐日的神话故事代表着中国人追求自然伟力的浪漫情怀与壮志雄心。如今,科技的力量让神话走向现实。巨画的正前方,伫立着一座15米高的可控核聚变堆主机关键系统综合研究设施1/8真空室及总体安装实验平台。

50多年来,等离子体所“人造太阳”研究团队不断冲破极限,为“人造太阳”注入一缕缕光芒,让聚变能的“第一盏灯”在中国点亮。



聚变堆主机关键系统综合研究设施1/8真空室及总体安装实验平台。

本报记者 杨俊峰摄

403秒的新纪录

“我们看到了核聚变实现的曙光”

“20时52分按下启动键、21时实验成功,这个时间我记得非常清楚,一辈子都忘不掉。”在等离子体所,讲解员蔡其敏讲述了那个足以载入史册的时刻。

4月12日21时,正在运行的中国大科学装置“人造太阳”、世界首个全超导托卡马克东方超环(EAST)装置取得重大成果,在第122254次实验中成功实现了403秒稳态长脉冲高约束模式等离子体运行,创造了托卡马克装置高约束模式运行新的世界纪录。

“当时我们的心情都很激动。”蔡其敏说,“我在第一时间就给万元熙院士发去了信息。”

打开手机,蔡其敏向记者展示了他与中国工程院院士、磁约束核聚变专家万元熙的对话。

“万老师,EAST实现了403秒的H模等离子体运行!”

84岁的万元熙“秒回”——“祝贺!祝贺!大家辛苦了!”

“这次突破的主要意义在于‘高约束模式’。”中国科学院合肥物质科学研究院副院长、等离子体所所长宋涛说,托卡马克装置等离子体运行模式可以分为H高约束模式、L低约束模式以及超级I模式等。在高约束模式下,粒子的温度、密度大幅提升。长时间高约束模式运行为实现可控核聚变奠定坚实的物理基础。此前的高约束模式运行世界纪录是EAST于2017年创造的101.2秒,这也让EAST成为世界上第一个实现稳定高约束达到百秒量级的托卡马克装置。

为什么是400秒,而不是300秒或者500秒?“这和目前正在建设的全世

界最大的国际热核聚变实验堆(ITER)有关。”蔡其敏说。

ITER装置是一个能产生大规模核聚变反应的超导托卡马克。2006年5月,经国务院批准,中国ITER谈判联合小组代表中国政府与欧盟、印度、日本、韩国、俄罗斯和美国共同签署了ITER计划协定。协定方包括了全世界主要的核国家和主要的亚洲国家,覆盖的人口接近全球一半。在这一国际合作项目中,中国承担了约9%的采购包研发任务,实现了向欧美发达国家的技术输出,让“中国设计”应用于国际大科学工程。

蔡其敏说:“ITER预计2030年后正式运行,其目标之一就是500MW聚变功率,高约束模式下维持时间超过400秒。”

此次EAST装置取得的重大创新成果,为ITER的运行和中国自主建设运行聚变堆提供了重要的实验基础。

“我们已经看到了核聚变实现的曙光。”蔡其敏说。

50多年的逐日之路

“中国人要率先实现聚变能发电”

模拟太阳产生能量的原理,在地球上建造可控并持续反应的核聚变装置——“人造太阳”是人类的能源梦想。为此,中国科学家已为此奋斗了50多年。

1965年,四川乐山郊区建起了一个专业从事核聚变能源开发的研究机构——二机部585所,即现在的核工业西南物理研究院。中国聚变人从此踏上了研发“人造太阳”的逐梦之旅。

1978年9月20日,位于安徽合肥蜀山湖畔的等离子体所正式批复建立。上世纪90年代初,等离子体所将已停机的苏联托卡马克装置T-7引入

国内进行改造。1994年12月,由T-7改造成的超导托卡马克装置HT-7首次获得等离子体,成为中国第一台超导托卡马克。

在此基础上,等离子体所的科学家又提出了新的升级改造计划——“HT-7U全超导非圆截面托卡马克装置建设”计划。项目于2003年10月更名为EAST,中文名为“东方超环”。

2000年9月,EAST正式动工,2006年9月26日,EAST第一次放电成功。

EAST是世界上首个全超导托卡马克装置,其内部30个超导线圈在极低温条件下具有零电阻效应,可以产生稳态的约束磁场,使高温等离子体稳态运行成为可能。

在EAST高11米、直径8米的主机中,集成了超高温(亿摄氏度等离子体)、超低温(-269摄氏度超导线圈)、超高真空(大气压的千亿分之一)、超强磁场(地磁场的数万倍)、超大电流(普通插线盒的千倍以上)五大极限工况。

“我们花了10年的时间,建成世界首个全超导托卡马克装置。其后又花了15年的时间,先后实现了1兆安、1亿度和1000秒三大科学目标。”中国科学院院士、等离子体物理学家李建刚说,“东方超环是由中国科学家和工程技术人员设计70%的关键设备、关键仪器,整个装置的国产化率达到了90%。”

从等离子体所创始人陈春先,到引入T-7的中科院院士霍裕平,再到潘德、万元熙、李建刚、万宝年等几位院士的带领下,EAST大科学工程团队攻坚克难,坚持耕耘在“人造太阳”这条漫长而又艰辛的道路上。

目前,下一代“人造太阳”中国聚变工程实验堆已完成工程设计,未来中国将瞄准建设世界首个聚变示范堆。

“我们给自己定了一个目标——

中国人要率先实现聚变能发电。”蔡其敏说。

700多位专家的掌声

“把聚变研究变成工程实践的第一步”

2006年10月,中国聚变人迎来高光时刻。

当时,国际聚变能大会在四川省成都市举行,万元熙在开幕式上第一个作报告,题为《EAST项目进展概况及未来规划》。按惯例,开场报告一般都是由世界上最先进的聚变研究所作来作。

报告结束后,现场科学家热烈提问。第二个站起来的是美国教授戈登斯通。以往,戈登斯通参加国际大会都会提出非常尖锐的问题,但他却站起来说:“我建议全体起立,为中国的EAST热烈鼓掌祝贺!”

在国际聚变能大会上,700多位与会代表为某项科研成果热烈鼓掌,这是从未有过的场景。EAST大科学工程团队凭借过硬的实力,走向世界聚变舞台的中央。

如今,EAST成为国际磁约束聚变装置中最前沿的国际开放平台之一。今年5月6日,磁约束聚变能研究开放创新试点在安徽省合肥市正式启动,这是中科院启动的首个开放创新试点领域。中国科学家正依托EAST这一国际一流聚变研究共享基础设施,携手全球科学家创新开展覆盖全球时区的EAST“三班制”物理实验,朝着人类终极能源加速前进。

据介绍,围绕HT-7、EAST等大科学工程项目的建设和运行以及深度参与ITER计划,等离子体所与欧美俄日等40多个国家和地区超过120家科研机构建立了稳定的交流与合作关系。磁约束聚变实验装置成为国家开放共享大科学装置标杆之一,帮助东南亚、西亚、南美、北非等地核聚变新兴国家的相关学科研究和实验装置建设。EAST装置实验数据对全球开放共享,全球合作者可无障碍远程参与。

目前,中法聚变联合中心、中俄超导联合质子中心、中美国际托卡马克合作研究中心、国际聚变能联合中心等相继落成并运行,不断产出具有国际影响力的重要创新成果。

“自从远古以来,我们的祖先就有‘夸父逐日’的梦想。今天,我们把聚变研究变成工程实践的第一步。”李建刚说,“我相信中国聚变人一定会与世界各地的同行一起,共同点亮聚变的第一盏灯。”

科技强国·奋斗之路

4月12日,世界首个全超导托卡马克东方超环(EAST)装置在第122254次实验中成功实现了403秒稳态长脉冲高约束模式等离子体运行。图为科研人员正在进行实验。

资料图片

高海拔宇宙线观测站“拉索”通过国家验收

本报电(记者宋豪新)记者近日从中国科学院高能物理研究所(下称“中科院高能所”)获悉,国家重大科技基础设施高海拔宇宙线观测站(LHAASO,又称“拉索”)顺利通过国家验收。

2015年末,“拉索”获得国家发展和改革委员会批复立项,项目由中国科学院和四川省人民政府共建,由中科院成都分院与中科院高能所承担建设。“拉索”主体工程于2017年动工,于2021年全部完成建设,先后通过了中科院组织的5个专业组验收。

“拉索”位于四川省稻城县海子山,平均海拔4410米,占地面积约1.36平方公里,由5216个电磁粒子探测器和1188个缪子探测器构成的1平方公里地面簇射粒子探测器阵列、7.8万平方米的水切伦科夫探测器阵列、18台广角切伦科夫望远镜等三大阵列组成。“拉索”采用4种探测技术,可以全方位、多变量地测量来自于高能天体的伽马射线和宇宙线。

基于其超高的探测灵敏度,“拉索”在初步运行期间已经取得多项突破性的重大科学成果。“拉索”在银河系内发现大量超高能宇宙加速器候选天体,并记录到人类观测到的最高能量光子,开启了“超高能伽马天文学”时代。精确测定了标准烛光蟹状星云的超高能段亮度,发现1千万亿电子伏伽马辐射,挑战理论极限。截至目前,基于“拉索”项目发表的期刊论文累计约215篇,会议论文约156篇。

目前,已有28个天体物理研究机构成为“拉索”的国际合作成员单位。合作组利用“拉索”观测数据开展粒子天体物理研究,同时进行宇宙学、天文学、粒子物理学等众多领域基础研究。“拉索”将成为以中国为主、多国参与的国际宇宙线研究中心,借助高海拔伽马天文、宇宙线的观测优势,成为独具特色、综合开放的科学研究平台。

链接

得益于世界屋脊的高海拔优势和关键核心技术的突破,“拉索”创造了三项“世界之最”——超高能伽马射线探测灵敏度世界最高,超高能伽马射线源巡天普查灵敏度世界最高,超高能宇宙线能量覆盖范围世界最宽。

宇宙线粒子进入大气层后,会和大气中的原子核发生相互作用,产生许多次级粒子,次级粒子则继续重复同样的过程,产生新的次级粒子,如此多次重复,到达地面时就像下了一场粒子“降雨”。

“拉索”总工程师、中科院高能物理所研究员何会海说,“拉索”采用四种探测技术,可全方位接收粒子“降雨”的信息,并开展多变量精确测量。

其中,水切伦科夫探测器阵列用于观测粒子“降雨”中的次级粒子在水中产生的切伦科夫光,以求发现大量伽马射线源;广角切伦科夫望远镜阵列用于测量粒子“降雨”的切伦科夫光或荧光;电磁粒子探测器阵列和缪子探测器阵列则分别测量粒子“降雨”中的次级电磁粒子和缪子含量。

何会海介绍,“拉索”项目团队突破了广角切伦科夫望远镜不能在月夜工作的瓶颈,使有效观测时间成倍增长;发展了大面积、多节点、高精度时钟同步技术;把观测阈能从3000亿电子伏降低到700亿电子伏,大大扩展了观测能力。

(据新华社电 记者张 泉)



俯瞰高海拔宇宙线观测站(LHAASO)。

新华社记者 金立旺摄

湿地观鸟学科普



近日,湖北省襄阳市举办青少年观鸟大赛,当地近百名青少年组成20支观鸟小队,在月亮湾湿地公园通过望远镜观察鸟类行为,记录鸟类特征,画下观鸟手绘图。今年3月以来,襄阳市先后在20多所中小学开展鸟类生态摄影巡展及鸟类科普讲座,辐射5万余名中小学生的青少年在公园观鸟。

杨 东摄(人民视觉)

