

1 中国“人造太阳” 创造“亿度千秒”世界纪录

最近,中国“人造太阳”接连取得重要进展。

1月20日,中国有“人造太阳”之称的全超导“托卡马克”核聚变实验装置(EAST)在合肥创造新世界纪录,首次完成1亿摄氏度1000秒“高质量燃烧”,标志着我国聚变能源研究,实现从基础科学向工程实践的重大跨越,对人类加快实现聚变发电具有重要意义。

EAST形如“巨罐”,汇聚“超高温”“超低温”“超高真空”“超强磁场”“超大电流”等尖端技术于一体,近百万个零部件协同工作。

十余年来,EAST历经15万多次实验,最终实现“亿度千秒”的长脉冲高约束模等离子体运行,攀上新的科学高峰。

聚变反应达到千秒量级才能自我维持,跨越“亿度千秒”,意味着人类首次在实验装置上,模拟出未来聚变堆运行所需的环境。

2 超级激光剑! “赤霄”横空出世

除了刚刚实现的“亿度千秒”世界纪录,1月14日,中科院合肥物质科学研究院大科学团队宣布,成功研制出强流直线等离子体装置“赤霄”,为研制“人造太阳”核心材料提供科技利器。这使我国成为继荷兰之后,国际上第二个拥有此类装置的国家。

“赤霄”这个霸气十足的名字,源自中国古代十大名剑之一的赤霄剑。而这把现代科技“利剑”的威力,绝对名副其实。它长15.5米,重约22.5吨,如同一把性能超强的“激光剑”,每平方米每秒钟可极速喷射出亿亿个粒子,相当于一眨眼,就能释放出亿亿颗微观“子弹”,而且它一次可连续运行24小时以上!

“可控核聚变”被视为人类未来的终极能源。而“赤霄”的诞生,无疑为我国“人造太阳”研发注入了一剂强心剂。

这台看似平平无奇的装置,能够模拟出聚变堆内部极端环境。在这个微型“太阳”里,温度高达上亿度,粒子以每秒1000公里的速度狂飙!普通材料在这种炼狱般的环境下,瞬间就会灰飞烟灭。而“赤霄”的任务,就是用它来测试各种材料在高温高压下的表现,筛选出最适合“人造太阳”炉壁的超级材料。

“赤霄”的诞生,将为研究下一代“人造太阳”中国聚变工程实验堆提供有力支撑。

3 “人造太阳” 到底是什么

屡屡见诸报端的“人造太阳”到底是什么?众所周知,地球上的能源并非取之不尽、用之不竭。寻找既清洁又储量巨大的能源,是人类共同面对的课题。“可控核聚变”的出现,给人们指出了新方向。

在浩瀚宇宙中,主要由等离子体构成的太阳,以源源不断的光和热温暖着地球,其秘密就在于每时每刻都在发生的核聚变。

像太阳一样通过核聚变,源源不断产生巨大能量,是人类追求终极能源的梦想。

核聚变到底是什么?所谓核聚变,是指两个较轻的原子核结合成一个较重的原子核,并释放出一个较轻的核(或粒子)的过程。

简单说,就是氢原子核(如氘、氚)通过“拥抱”,变成更重的原子核(如氦),同时释放出巨大能量。这种能量释放,正是太阳持续发出光和热的原因。

20世纪中叶以来,人类致力于研究“可控核聚变”实验装置,因为其产生能量的原理,与太阳发光发热的原理一样,人们便将其称为“人造太阳”。

形象地说,就是在地球上造一个装置,模拟太阳发光发热并释放能量,解决人类面临的能源问题。

“可控核聚变”一旦实现,就意味着人类可以像控制水龙头一样,让核聚变反应稳定、安全地发生,持续提供能量。

不过,要实现核聚变,通常要求温度达到亿度量级,一般的装置根本无法实现。20世纪中叶,科学家研制出一种利用磁约束实现“可控核聚变”的环形容器,这种名为“托卡马克”的装置,为可控核聚变的突破打开了一扇大门。如今,我国已有多座成功运行的国产“托卡马克”装置。



这是1月16日拍摄的全超导托卡马克核聚变实验装置(EAST)。(新华社)



1月14日,科研人员记录“赤霄”的运行状态。(新华社)

逐日追光,『人造太阳』照亮未来

天上已有一个太阳,我们为啥还要『人造』太阳

zhi liao
知了

在科幻大片《流浪地球》系列中,“人造太阳”为地球提供了源源不断的能量,让人类在漫长的宇宙流浪中得以生存。如今,这一科幻场景正逐步变成现实,我国“人造太阳”研究接连取得令人瞩目的新进展。

主笔:于梅君

4 上亿摄氏度的高温,为啥不会把容器烧毁

“人造太阳”和天上的太阳,虽然都称“太阳”,二者的“温差”却很大:太阳的核心温度约为1500万摄氏度,而“人造太阳”等离子体温度可达1.5亿摄氏度。

“人造太阳”的温度,为什么比太阳还高?原来,太阳中心的温度虽然只有1500万 $^{\circ}\text{C}$,压力却相当于3000亿个大气压。“人造太阳”没有办法获得如此大的压力,只能通过提高温度来弥补。

上亿度的高温,人类该如何驾驭?温度如此之高的等离子体,不能用任何材料所构成的容器约束,必须寻找某种途径,防止其逃逸或飞散。

经过研究,科学家发现,具有闭合磁力线的环形磁场,是一种最可能的选择,因为在这种环境中,带电粒子只能沿磁力线运动。这种环形磁场,也被形象地称为“磁笼”。

20世纪70年代开始,“托卡马克”装置逐渐显现出独特的优点,并在80年代成为聚变能研究的主流途径。

“托卡马克”装置又称环流器,是一个由环形封闭磁场组成的磁笼,很像一个中空的面包圈,等离子体在这个“面包圈”中运动,温度和能量再高,也只能在磁笼中沿着磁力线旋转运动。

打个比方,我们可以把高温离子体看成是一个个穿起来的糖葫芦,当中间的串儿变成环形时,不管上面的“糖葫芦”如何运动,温度高到什么程度,依旧只能在串上面运动。

5 千呼万唤的可控核聚变,何时能点亮世界

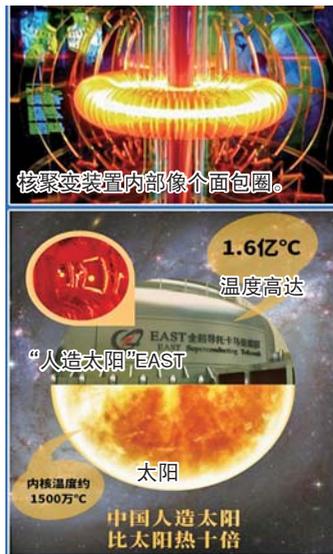
许多国家在“人造太阳”领域深耕多年,为推动“人造太阳”早放光明而孜孜以求。

2022年12月,美国能源部宣布,其国家实验室的一个团队,在NIF进行了历史上第一次可控核聚变实验,实现“核聚变点火”,首次获得“净能量增益”。

其工作原理听起来有些科幻:它利用世界上最强的激光系统,192束激光汇聚一点,在亿分之一秒的极短时间内,向一颗豌豆大小的氢燃料球发射。这些激光的威力,足以在瞬间产生比太阳核心还要炽热的温度——超过1亿摄氏度。

这也意味着,理论上只要能精准控制反应条件,就能持续从少量燃料中,获取大量能量,是真正的绿色能源解决方案。

2022年2月,欧洲核聚变研发创新联盟等机构宣布,实现了受控核聚变能量的新纪录:将氢的同位素氘和氚,加热到1.5亿摄氏度并稳定保持了5秒钟,释放出59兆焦耳能量……



核聚变装置内部像个面包圈。



“人造太阳”EAST 温度高达1.6亿 $^{\circ}\text{C}$

太阳 内核温度约1500万 $^{\circ}\text{C}$

中国人造太阳比太阳热十倍

在聚变堆研究实验中,只要设计好磁场,超高温的离子,就像赛道上跑的车,在磁场这个悬浮的“赛道”上跑,不会和外围的实体材料进行直接碰撞。

另外,尽管磁笼的中心温度可以达到上亿度,但磁笼等离子体的温度,也是从中心到外围递减的,最接近装置的温度已经降到万度以下,而外边的装置,通过水冷系统,可以把温度控制在150度到300度之间。

所以,在“托卡马克”装置中,高能离子被磁笼完全束缚,无法逃身,即使有离子能够逃离,一般也是能量很低的低温离子。这也是磁笼中高达上亿度高温的等离子体,不会熔毁磁笼外边容器的重要原因。

知多一点

未来,电动汽车或将告别因电量耗尽在高速上“趴窝”的悲剧。

中国航天科技集团五院中国载人航天工程飞船系统总设计师张柏楠曾向记者介绍,我国已在开展空间太阳能电站具体研究工作,在技术原理上已没有太大问题。

全国空间探测技术首席科学传播专家庞之浩表示,如果我国建成空间太阳能电站,电动汽车或能随时随地充电,不再有“断粮”之忧。

庞之浩表示,如果在大约3.6万公里高度的地球同步轨道上建设太阳能电站,太阳光线不会被大气削弱,也不受季节、昼夜变化影响,99%的时间内可稳定接收太阳辐射,且其强度是地面的6倍以上。

与化石能源相比,空间太阳能是一种高效、持久、清洁的能源。在宇宙运行的空间太阳能电站,可以大规模收集、转化太阳能,并以无线方式,将电能稳定传输到地面电网,发电量与地面核电站相当。

空间太阳能电站发展的核心目标,是为地面提供大规模商业化的电力供给。

空间太阳能电站还能成为“可视”范围内的航天器供电,使航天器摆脱巨大的太阳能电池翼,成为深空探测能源系统的候选方案。

2021年6月18日,我国首个空间太阳能电站实验基地在重庆璧山正式开工建设。名为“逐日工程”的空间太阳能电站系统项目,也在西安电子科技大学启动。

当前,我国在空间太阳能电站研究方面,已初步实现从“跟跑”到“并跑”,成为国际上推动空间太阳能电站发展的重要力量。

空间太阳能电站: 科幻能否变成现实