

开栏的话:未来已来,潮起正当时。本报今起推出“未来产业进行时”专栏,聚焦“十五五”前瞻布局的量子科技、生物制造、氢能与核聚变能、脑机接口、具身智能、6G等六大前沿赛道,以通俗科普解码硬核科技,读懂新质生产力的澎湃动能。

全球可控核聚变创新成果持续涌现,太阳说:

地球上有人仿造我,还挺像!

□ 科普时报记者 陈杰

未来产业进行时

2月16日,央视春晚合肥分会场,一座“夸父”雕像的生动演绎,瞬间将公众视线引向了被称为“人造太阳”的可控核聚变能源梦想。

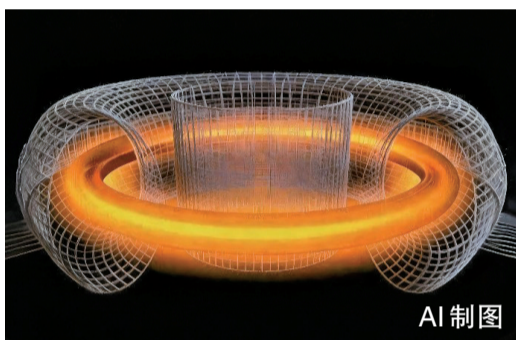
近一年多来,一束束在超高温下燃烧的

等离子体火焰,不断在刷新着人类掌控“太阳之力”的持续纪录——

2月2日,中国商业核聚变公司能量奇点建造的“洪荒70”高温超导托卡马克装置,成功实现1337秒稳态等离子体运行;2025年4月7日,美国“国家点火装置”NIF在其第八次点火实验中,实现激光聚变“输出能量大于输

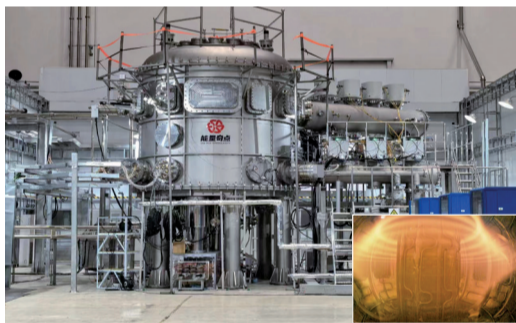
入能量4倍”的突破;2025年1月,被称为“东方超环”的我国全超导托卡马克实验装置EAST,实现1亿摄氏度、1066秒稳态等离子体运行……

全球范围内,正在运行、建设或规划的可控核聚变装置已超过160座。关乎人类能源未来的“人造太阳”,正在加速照进现实。

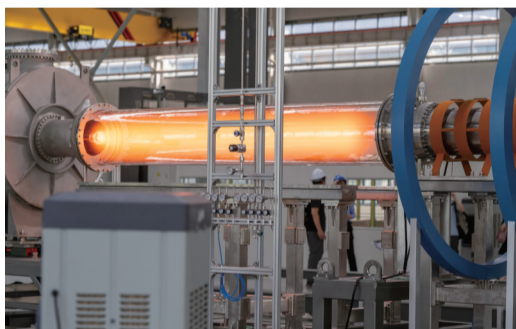


AI制图

托卡马克可控核聚变设备示意图。



“洪荒70”高温超导托卡马克装置及其实现等离子体放电图。 能量奇点供图



2025年7月31日,国内首台商业化直线型场反位形聚变装置HHMAX-901实现等离子体再次点亮。 视觉中国供图

到底啥是可控核聚变

可控核聚变俗称“人造太阳”,其原理简单而迷人:模仿太阳,将氢原子核在极高温下碰撞融合,释放出巨大的能量。

氢弹也是核聚变的产物,但它的能量是瞬间爆炸的,无法被掌控。

所谓可控核聚变,就是为了给核聚变装一个“刹车系统”,让能量平稳输出,变成日常生活中能用的电。

“人造太阳”所用的燃料,是氢的同位素氘(dào)和氚(chuān)。它们聚变产生能量时,干净无污染,妥妥的“清洁能源天花板”。

不过,在地球上复刻太阳并不容易。核心难点在于如何长时间、稳定地约束住温度高达上亿度的等离子体。

简单说,就是要把燃料“烧”到极致高温,再牢牢“困住”,让原子核有足够时间碰撞融合。

凭什么说它是“终极能源”

可控核聚变从一出现,就被人类看作未来能源的最终答案。原因很简单:它几乎集齐了完美能源的所有优点。

首先,能量密度极高。1克核聚变燃料释放的能量,足够一个普通人用60年。

其次,燃料几乎取之不尽。氘可以直接从海水中提取,全球海水里的氘,够人类用几百万年;氚虽然自然界没有,但可以用地球上遍

地都是的锂元素转化而来,完全不用担心“燃料告急”。

再者,安全又环保。核聚变不会产生核裂变那样的高放射性核废料,产物主要是无毒无放射性的氦气。更重要的是,核聚变只要稍微偏离条件,就会自动停止,安全系数极高。

可以说,一旦可控核聚变实现商用,人类就能彻底摆脱对化石能源的依赖。

何时飞入寻常百姓家

放眼全球,“人造太阳”的进度不断提速——美国已经实现激光聚变能量“产出大于投入”,一些民营企业开始建商用聚变电厂;法国的国际热核聚变实验堆项目,为2028年的初始实验做好了准备;英国、日本等国也制定计划,力争2040年前实现聚变发电。

我国的目标更清晰,也更有魄力。

中国聚变能源有限公司明确2035年建成我

国首个工程实验堆,2045年左右建成我国首个商用示范堆;正在建设的紧凑型聚变装置BEST,力争2030年实现全球首次聚变发电演示。

科学界主流观点认为,21世纪中叶,人类有望实现可控核聚变商用发电。

正如中国工程院院士万元熙在央视春晚合肥分会场笃定:“核聚变的‘太阳’,必将点亮万家灯火。”

延伸阅读

别被缩写绕晕,一文看懂他们怎么“造太阳”

EAST、ITER、NIF、LMJ……提及可控核聚变,你是否会被这些缩写绕晕?

可控核聚变,其实是用上亿摄氏度的等离子体发电,怎么“困住”这团火很关键。

科学家设计了不同的“控火绝招”:

第一种是磁约束聚变,也就是我们常听到的“托卡马克”,是目前最主流的方案。

把装置做成甜甜圈形状,这个无形的“磁场笼子”能牢牢锁住高温等离子体,让它在里面稳定聚变。我国的“东方超环”EAST、环流三号,多国合作的“国际热核聚变实验堆”ITER,都属于这一路线。

另一种是惯性约束聚变,也叫激光聚变。把氘氚燃料做成米粒大小的小靶丸,用上百

束超强激光同时精准照射。瞬间压缩并加热,利用燃料自身惯性,在炸开前完成聚变。美国的“国家点火装置”NIF、法国的“兆焦耳激光装置”LMJ,我国神光系列装置都是这一路线。

除此之外,科学家还在探索磁惯性约束聚变、场反位形聚变、氢硼聚变等新技术方向,力争早日找到实现“人造太阳”的最佳路径。