
与托卡马克相媲美？核聚变“黑马”仿星器大步前进

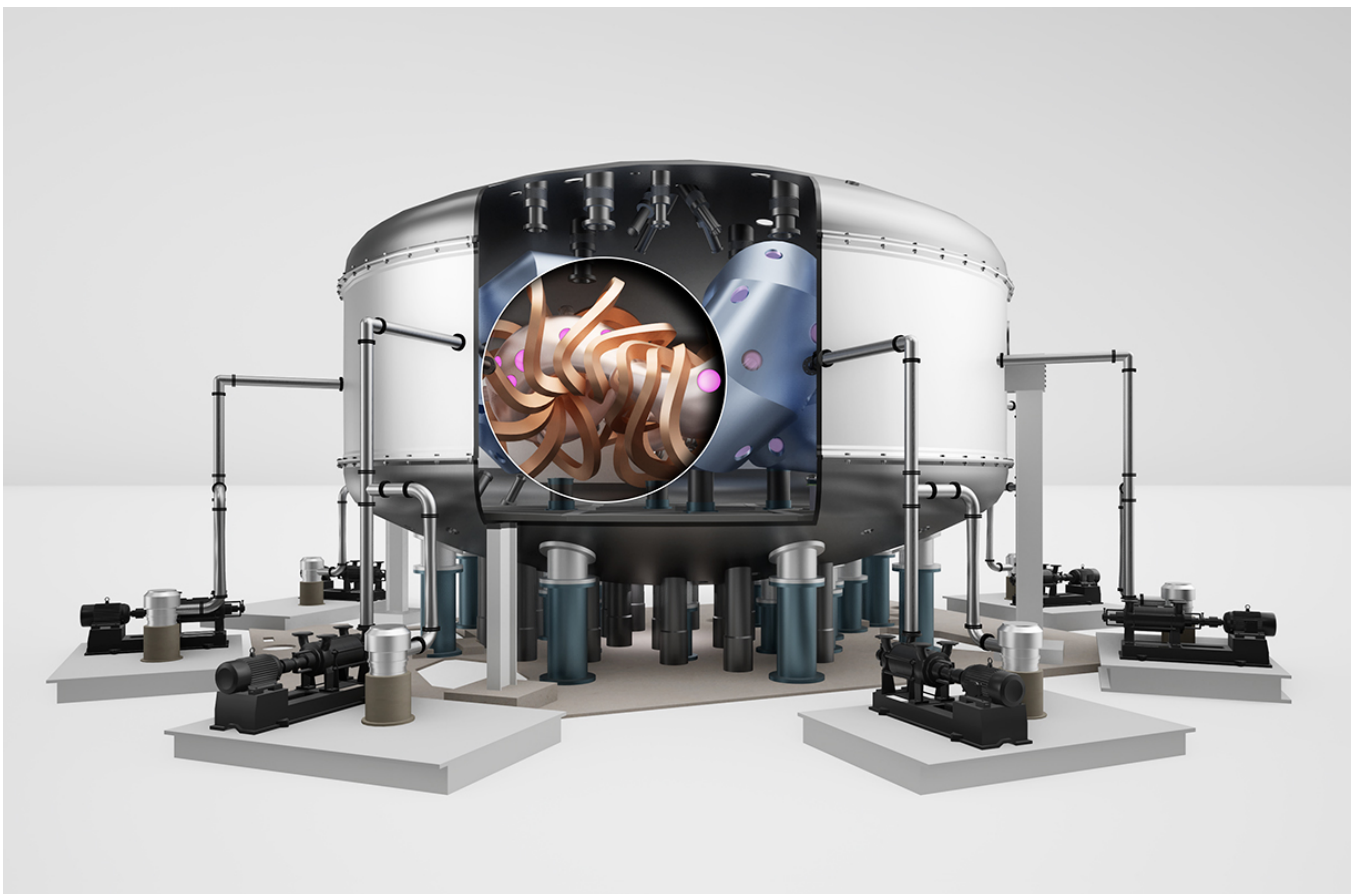
作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/32593.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

与托卡马克相媲美？核聚变“黑马”仿星器大步前进。在开发商用聚变反应堆的竞赛中，一种曾被视为“黑马”的反应堆脱颖而出。

长期以来，被称为托卡马克的甜甜圈形状的设备备受希望聚变原子以产生能量的科学家的青睐。相比之下，它们的“近亲”——仿星器得到的关注和资金较少，因为它们性能不佳，而且复杂的几何形状更难设计和制造。但从长远来看，仿星器具有的某些特性，可能会使它们未来成为更好的发电装置。



无限一号将使用奇怪的磁铁几何形状（金色）来限制等离子体。图片来源：Type One Energy

现在，随着对所需物理知识的更好掌握和更强大的超级计算机的配备，几家初创公司发布了他们认为在下一个十年结束前可以发电的原型机的设计。其中一家公司还测试了一种新的磁铁技术，以使建造仿星器更容易。

“人们开始意识到，仿星器可能是一条可行之路。”美国Type One Energy公司副总裁、理论学家Chris Hegna说。近日，该公司的科学家在《等离子体物理学杂志》上发表了7篇论文，详细描述了他们提出的试验工厂——无限二号（Infinity Two）。

仿星器和相关设计的终极考验是，将燃料的温度和压力提高到足够高的水平，使原子核聚变并释放出比引发反应所需更多的能量。到目前为止，除美国国家点火装置的短暂激光闪光外，还没有反应堆达到这一目标。

但就连一些托卡马克研究人员也说，仿星器是一个很有前景的方向。美国麻省理工学院等离子体科学与聚变中心前主任Dennis Whyte说：“我对仿星器的出现感到非常兴奋。与托卡马克相比，仿星器带来了操作上的简化。”

聚变装置面临的一个关键挑战是限制其过热的燃料，即氢离子和电子组成的翻滚等离子体。要使离子发生聚变，需要1亿摄氏度的温度——这个温度足以摧毁任何物质。

托卡马克利用强磁场将等离子体“锁住”，然后用微波和粒子束加热等离子体。一系列磁线圈垂直和水平地环绕着“甜甜圈”，驱动等离子体在“甜甜圈”周围流动，等离子体“电流”会产生自己的磁场。自20世纪60年代以来，大部分聚变设施都采用了这种方法。

托卡马克能很好地控制粒子及其热量，但也有致命弱点。托卡马克中心驱动回路周围等离子体电流的电磁铁不能无限期地这样做，必须偶尔暂停和重置。托卡马克也容易发生“中断”，即等离子体流动的故障，导致其粒子偏离轨道，从而可能破坏容器壁，破坏还可能产生直接烧穿容器壁的电子束。

相比之下，仿星器可能更好。像托卡马克一样，它也是甜甜圈状的，但仿星器的磁铁可以在不需要等离子体电流的情况下限制等离子体。因此，它们不会受干扰，也不需要重置。Whyte说，理论上，它“可以打开一次，然后永远开着”。但早期的仿星器表现不佳，因为碰撞的粒子从等离子体中扩散出来，冷却了等离子体，使其无法达到聚变温度。

上世纪八九十年代，仿星器设计者能够通过计算磁场的形状，从而限制消耗热量的粒子碰撞。他们还设计了产生这些磁场所需的磁铁几何形状——通常具有奇怪的扭曲形状，使得机器制造困难且昂贵。

2015年，德国马克斯·普朗克等离子体物理研究所（IPP）首次推出了第一个大规模优化的仿星器W7-X。过去10年里，W7-X的运行时长和等离子体温度已经增长到可以与托卡马克相媲美。去年，核聚变工业协会的一份报告列出了8家从事仿星器研究的公司，而从事托卡马克研究的公司只有6家。

据报道，Type One Energy公司正在去年融资8200万美元的基础上，寻求2亿美元的投资，以完成其第一台机器无限一号（Infinity One）的设计。工程将于明年启动。Hegna说，无限二号是公司现在的重点，并可能在未来十年内启动，这是一个真正的聚变试验工厂。

Type One Energy表示，该机器跨度近14米，产生800兆瓦的热量，从而产生350兆瓦的电力。今年2月，它与美国电力公司田纳西河流域管理局签署了一项协议，在退役的Bull Run发电厂建造反应堆。Type One Energ计划在其磁体中使用高温超导体，使其能够在保持机器紧凑的同时产生更强的磁场。

近日，从IPP衍生的德国Proxima Fusion公司在《聚变工程与设计》发表了一篇论文，描述了另一台名为Stellaris的仿星器的设计。Stellaris也将目标设定为在本世纪30年代产生电力。该公司表示，将在2027年用高温超导体建造一个测试磁体，在2031年建造一个演示仿星器。这项工作的挑战之一是以合理的成本制造复杂的磁铁几何形状。据悉，Proxima Fusion在计算设计方面投入了大量资金，以应对这些复杂性。

美国另一家仿星器公司——Thea energy，希望完全摒弃复杂的磁铁形状，用一系列不同角度的简单圆形线圈形成磁场，然后用覆盖在反应堆外部的数百个可控制的平面磁铁——磁像素来调整磁场。上周，该公司在预印本平台arXiv上公布了一篇论文，描述了由高温超导体制成的磁像素阵列的测试，结果表明，通过单个像素的开启或关闭，可以产生不同的磁场形状。

所有这些发展都在仿星器制造者中建立了新信心。W7-X项目负责人Thomas Klinger说：“我认为，托卡马克看起来更容易建造的优势正在消失。”

人工智能和大规模3D打印技术在磁铁设计制造上的应用，可能会进一步削弱托卡马克的优势。Whyte说，仿星器正在迅速赶上。“它们很有可能会成功。”

作者：文乐乐 来源：中国科学报

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发