

■本报记者
沈淑莎

点亮！
众目期盼的“洪荒70”近日成功实现等离子体放电。通过图像采集处理系统，可清晰看到托卡马克腔体内的中性气体被激发出环形等离子体，如同一颗太阳向周围辐射暖黄的光芒。

“洪荒70”是由上海核聚变能源商业公司“能量奇点”研发制造的世界首台全高温超导托卡马克装置，也是一台概念验证原型机。它的成功点亮在全球率先完成了高温托卡马克的工程可行性验证，标志着我国在高温超导磁约束这一关键领域取得先发优势。

如果说3年前杨钊和伙伴们决定创立能量奇点，投入可控核聚变领域创业时，“加速实现人类能源终极梦想”还只是一群年轻人的勇敢尝试，那么如今“洪荒70”从图纸走到现实，让他们对曾经的选择更加自信。

“点亮”只是第一步。这支年轻团队的未来梦想已通过数字标注——“洪荒70”之后，是“洪荒170”“洪荒380”，直至点燃星辰大海——实现人类能源自由。

选择

自上世纪50年代世界第一颗氢弹爆炸后，人类对可控核聚变能源就充满了期待。目前全球已建成超过100台托卡马克装置，“洪荒70”是其中唯一一台所有关键零部件都采用高温超导材料的托卡马克。

低温超导材料托卡马克装置大多体型巨大，比如广为人知的国际热核聚变实验堆（ITER）就是一个高30米、直径28米的巨型“甜甜圈”。随着第二代高温超导材料钇钡铜氧的大规模量产，做“小甜甜圈”成为可能。“洪荒70”直径只有ITER的1/8，全部磁体系统均采用高温超导材料建造，此前世界上还没有一台全高温托卡马克装置。

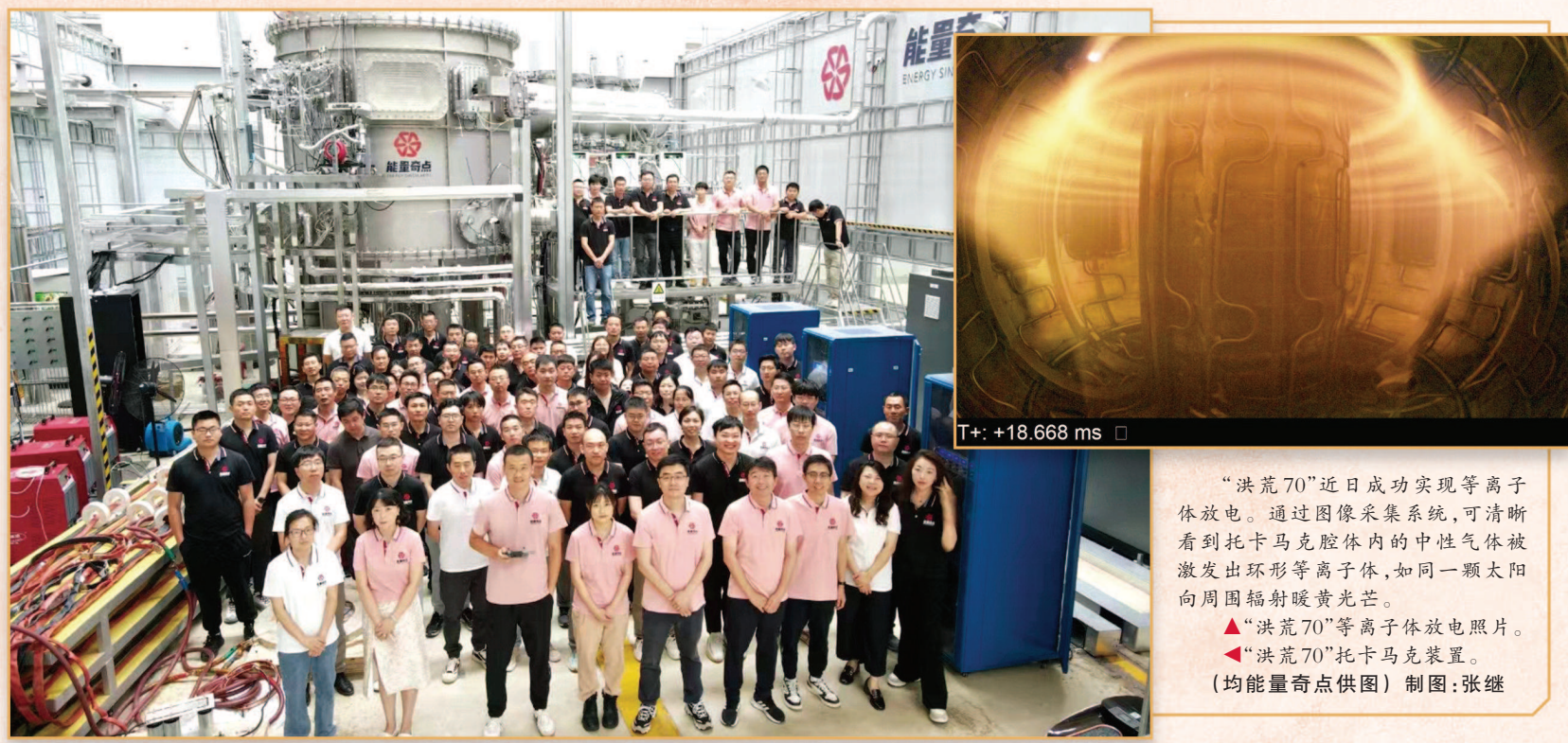
事实上，在公司起步阶段，杨钊面临两个选择：要么做一台验证高温托卡马克可行性、稳定性和鲁棒性的原型机，要么直接“啃”下高温超导托卡马克装置中难度最大的核心部件磁体。当时，美国联邦聚变系统公司（CFS）研制的高温超导磁体实现了超过20特斯拉的强磁场，他们正是能量奇点的对标公司。

思前想后，杨钊还是决定从原型机做起。“我们的目标是成为一家提供可控核聚变发电的公司，建造‘洪荒70’的意义比单纯建成一个磁体更大。”

“洪荒70”的点亮让杨钊更加认可当初的选择。2022年3月，“洪荒70”开

全球首台全高温超导托卡马克装置成功放电，核聚变商业征程又进一步

点亮“洪荒70”，能量奇点加速能源逐梦



“洪荒70”近日成功实现等离子体放电。通过图像采集系统，可清晰看到托卡马克腔体内的中性气体被激发出环形等离子体，如同一颗太阳向周围辐射暖黄光芒。

▲“洪荒70”等离子体放电照片。
▼“洪荒70”托卡马克装置。
（均能量奇点供图）制图：张继

始设计。这是一个包括磁体系统、主机系统、低温系统、真空系统等9个子系统在内的超复杂装置，子系统下还有30多个细分系统。能量奇点用两年时间从无到有，把它们一步步搭建起来，其间探索了高温超导磁体的绕制、绝缘、浸渍、组装等工艺，理清了各个系统之间的关系，培养了一批人才，这些经验成为他们继续核聚变商业征程的宝贵财富。

零维

2009年，杨钊考入北京大学物理系读本科，从那时起就关注可控核聚变技术。本科毕业后，他又进入美国斯坦福大学深造，获得理论物理学专业博士学位。

在斯坦福求学期间，杨钊的创业天赋就显露出来，他的才华引起了给予“饿了么”第一桶金的金沙江创投的关注。毕业后，他被推荐到云悦科技——一家利用AI算法进行音乐教育的平台公司，任首席执行官。至于投资人看中了他的什么品质，杨钊认为可能是自己

的逻辑性和理性。

2021年，资深投资人叶雨明有意进入新能源赛道，正在寻找好项目，有人向他推荐想搞可控核聚变的斯坦福“小天才”。在朋友的撮合下，33岁的叶雨明遇到了刚满30岁的杨钊，两人一拍即合。当年6月，能量奇点公司在上海注册成立，这也是国内第一家探索可控核聚变商业化的公司。创始团队共有4人，除了杨钊和叶雨明，还有杨钊的北大本科同学、普林斯顿大学博士后董刚和上海交通大学电气工程系副研究员李柱永。

从来没人做过的全高温超导托卡马克装置像一个线头缠绕的毛线团，第一颗棋子落在哪里至关重要，用计算机语言描述，就是“零维代码”。“零维代码”需要像数学公式一样优美简洁，又需要精准定义项目目标，未来所有程序都是建立在这一目标的基础上。杨钊的主攻方向并非等离子体物理，他就买书来自学，看网上的课程，只用一个星期就写出了项目的“零维代码”。这段

代码让董刚十分吃惊，她坦言：“虽然我学了十几年等离子体物理，但我写不出这样的代码。”

出人意料的是，这家看似从事遥不可及研究的初创企业却源源不断吸引着高层次人才前来投奔，仅一年时间，公司就从4人发展成一个120多人的世界级研发和工程团队。一位复旦物理学博士放弃了新能源汽车和半导体大厂的高薪职位加盟能量奇点，他告诉杨钊，这里真正能做出改变世界的事。

极致

杨钊在临港的办公室十分简洁，一块白板、一台电脑、一张干净得得分的办公桌，就是办公室里的全部家当。当记者想要为他拍一张照片，请他在白板上写下一个公式充当背景板时，他想了想，在成百上千的公式中选择了关于“成本”的公式。那一刻，“追求极致效率”这一遍布能量奇点厂房、车间、办公室的价值观得到了具现。

眼下，全球可控核聚变赛道已涌入

四五十家创业企业，“洪荒70”的点亮仅仅证明这条路是可行的，但要取得商业上的成功还需考虑更多。杨钊的目标是，以最低成本实现聚变能量增益因子 $Q \geq 10$ （目前人类能够达到的最大 Q 值是1.53）。他们将这一目标的载体放在“洪荒170”上，但是在各项指标上，团队又自我加压：在实现相同能量增益倍数的前提下，“洪荒170”的等离子体半径比CFS的在建装置小10%，体积是它的70%左右，而最高磁场强度比其高10%——这也意味着用到的材料更少，造价更低。

“降低成本最关键在于设计，其次就是要把设计做出来。”这句杨钊经常挂在嘴边的话要实现却不容易。在实际研发中，“手搓零件”成了他们降低成本的不二选择。

“洪荒70”磁体部分和低温系统连接处的几十个部件，需要在-250℃的低温和3-5个大气压的恶劣环境下保持两端绝缘，市场上定制这样一个零部件要数万元。能量奇点团队选择自

研，花了四个月时间做实验，历经各种试错，最终做出了工艺可靠、性能稳定的零部件，可承受15个大气压，成本也降低到了材料价，仅这一项就节约数百万元。

杨钊有着极强的统筹思维，公司创业初期，他是所有领域的CTO，带领团队齐头并进研发所有子系统。能量奇点在两年时间内完成了“洪荒70”的设计、研发和建造，这是全球超导托卡马克装置研发建造的最快纪录。

杨钊喜欢电影《奥本海默》，他认为要成为一家成功的企业，不能只考虑技术先进，有时候成本比技术更重要。“单纯从科学层面看，一定有比奥本海默更强的人，但从组织那么多科学家一起干一件事的角度说，他是当之无愧的‘原子弹之父’。”他说。

征途

2023年4月28日，能量奇点宣布完成近4亿元Pre-A轮融资，投资方包括Enlightenment、米哈游等，本轮融资的资金将主要用于经天磁体和奇门系统研发。在这份投资人名单中，米哈游是熟面孔。

早在2022年2月，米哈游联合蔚来资本领投了能量奇点，此时距离公司成立只有8个月。叶雨明透露了和米哈游相遇的经过，那时他已经拜访了100多位投资人。“刘伟和李斌其实不是我说的，而是我们志同道合，在我找到他们之前，他们就觉得这件事能做、该做、做得成。”

今年，能量奇点探索的技术路线被上海列为高温超导领域的发展方向，团队规模又扩大了20%，第三轮融资正在进行。“‘洪荒170’预计需要投入35亿元，我们希望能更多人与我们一同前行。”叶雨明说。

按照能量奇点定下的“三步走”战略，“洪荒70”只是第一步。“我们正在同步研发下一代高参数的聚变磁体——经天磁体，其磁场强度将超过25特斯拉，届时有望成为全球磁场强度最高的聚变装置磁体，并在关键部件层面验证强磁场高温超导托卡马克的工程可行性。”杨钊表示，以“洪荒70”和经天磁体为基础，第二步是要在2027年底建成“洪荒170”。第三步是在2030至2035年与核电业主合作，研发建设“洪荒380”高温超导聚变发电工程实验堆，实现示范性聚变发电。

如果一切顺利，10年内人类即可迎来可控核聚变发出的第一度电。朝着这一梦想，能量奇点选择点燃星海。

推动社会主义文化繁荣兴盛

坚定

文化自信

中宣部宣教局

人民日报社全国平媒公益广告制作中心