

借鉴登月计划和发射成功的经验 为什么核聚变需要企业和初创企业

文/ Simon Woodruff



西蒙·伍德鲁夫是美国伍德鲁夫科学公司的创始人和总裁，该公司根据与私营和公共机构的合同，研究和开发聚变技术，以加速经济聚变能源的发展。伍德鲁夫活跃在核聚变界，每年为本科生举办一次科学计算训练营，组织了聚变能科学国家讲习班，目前是国际原子能机构关于紧凑型聚变中子源和私营聚变发展的两项倡议的参与者。

私营核聚变发展的基本前提是，有许多商业化途径，企业家可以补充政府的计划。我们只需看看航天发射行业就能说明这一点。由美国政府实施的一系列巧妙的公私合作计划使航天发射的成本得到了全面节省。太空探索技术公司 (SpaceX)、蓝色起源 (Blue Origin) 和其他公司已展示如何做到这一点。

私营“核聚变初创者”也有类似的想法，他们会问：我们怎样才能让东西更便宜？我们如何利用材料、技术和人工智能的最新创新实现可行性？我们如何降低总资本成本和电力成本，使核聚变系统能够与联合循环天然气竞争？

自从1999年我在劳伦斯·利弗莫尔国家实验室做博士后以来，我一直在密切关注私营核聚变企业的故事。美国能源部实施了一个名为“创新约

束概念”的小型计划，该计划寻求更简单、更容易设计的核聚变概念。我帮助组织了一系列“创新约束概念”讲习班，与私人开发的核聚变概念有着健康的重叠。就在离利弗莫尔不远的路上，当时称作三阿尔法能源公司 (Tri-Alpha Energy) 的TAE技术公司正在建立并开始运作；在加拿大温哥华那边，通用聚变公司 (General Fusion) 正在起步，而在英国，当时称作托卡马克解决方案的托卡马克能源公司也正在成立。

2004年，我离开了劳伦斯·利弗莫尔，跟随他们的步伐，看看我们是否能真正加快实施核聚变能源系统进入商业市场的步伐。在此后的22年里，这些聚变“登月计划”总共筹集了超过15亿美元的资金来实现他们的概念，一个新兴的核聚变产业已经兴起来支持这些努力。

私营核聚变企业是乐观的——往往是令人眼花缭乱的。正是创业精神和先进技术的结合，让他们在其他行业的首席技术官和首席执行官中获得了近乎崇拜的地位。但不得不说，希望无处不在。许多私营核聚变初创者最初是在政府计划中起步的，有着20多年的发展前景，但现在却在讨论“现金中立”问题，并在一个“散乱”的创业生态系统中自力更生。他们的部分支持来自美国先进研究计划署能源部门，该部门通过一系列小型计划，例如ALPHA、BETA、GAMOW和OPEN，以及我认为未来更多的计划，努力跨越传统实验室工作与行业之间的鸿沟。

从技术到市场（T2M）现在也是核聚变面临的问题。人们经常讨论“退出”：初创企业是否被收购，是否上市，是否出售知识产权？我们能在投资基金的有效期到期之前做到吗？

自从离开劳伦斯·利弗莫尔后，我有幸在私营核聚变企业开创事业，从加利福尼亚州格拉斯瓦利谷的一家声聚变初创企业到麻省理工学院的一家衍生公司，在A轮投资中筹集了惊

人的2亿美元。显然，人们对碳中和和现金中立都重新产生了兴趣。每个企业家和企业都有不同的技术方案（但普遍来说，规模越小越好），对其商业化计划的想法也略有不同——一些人热衷于“登月计划”，所有的努力都集中于率先在市场上推出可发电的产品。但是，“登月计划”（全世界可能共有20个）只占提供支持核聚变的产品和服务的小企业生态系统的一小部分。

在美国，有一个小企业创新研究资助计划，支持数百家公司从事与核聚变有关的工作；无论是制造点火器或电容器，还是进行模拟，开发用于增材制造的新型材料，或研究新型诊断技术。小企业的管理费用比大实验室低。它们很灵活，可以进行调整——一年提供一个系列的产品，下一年就提出一套不同的解决方案。它们还具有创新性，牢记最重要的问题并找到解决方案，以及专注于可能最终使聚变能进入市场的东西。

总之，核聚变的现在包含聚变初创企业和小企业。小企业的未来是光明的！

高能粒子流经托卡马克反应堆的效果图。

（图/Shutterstock）

