



华安证券
HUAAN SECURITIES

证券研究报告

能源转型：可控核聚变发展加速，助力能源转型

华安证券研究所

张志邦 (SAC职业证书号S0010523120004) zhangzhibang@hazq.com

王璐 (SAC职业证书号S0010525040001) wanglu1@hazq.com

2025年6月20日



目录

1. 为什么现在关注核聚变？

- 1.1短期有进展：国内外聚变项目招标/融资密集落地，商业/技术进展加快
- 1.2中期有加速：AI/高端材料等技术创新的带动下，聚变输出功率提升超预期
- 1.3重要性提升：全球竞赛的重要一环，能源转型的重要导向

2. 国内外核聚变行业进展及格局如何？

- 2.1国内：科研院所引领，商业公司跟进
- 2.2国外：美国公司数量领先/技术多元，最早在2028实现聚变能源商业化

3. 如何展望行业后续节奏？

- 3.1后续展望：核聚变商业化发电时间在2030年代、落地场景多样、存在供给侧约束问题

4. 核聚变板块投资机会梳理

- 4.1核聚变制造端产业链解析



1

为什么现在关注核聚变？



1.1

国内外核聚变项目的近期进展



国内聚变项目开工/招标/技术进展加速

1

项目开工建设



“BEST”工程总装启动 (2025.5.1)

- 根据合肥政府网, 2025年5月1日, 紧凑型聚变能实验装置 (BEST) 工程总装启动仪式举行, 此次总装**工作比原计划进度提前了两个月**。总装工作是BEST装置建造过程中最关键的环节之一, 要将包括超导磁体系统、磁体馈线系统、杜瓦、冷屏、包层以及偏滤器等在内的聚变堆“心脏”部件精确安装至主机基坑内。BEST总装的开始, 意味着BEST聚变堆各个系统部件已经具备了投入使用的条件, 聚变堆建设进入到了**全面攻关阶段, 力争在2027年完成全部建设**。

2

项目招标

① “BEST”项目陆续招标启动 (2025.3)

- 根据中科院等离子所官网招标信息显示, BEST相关的产品招标分别为: BEST CS磁体LTS Module实验线圈制造招标公告 (430万, 2025.5.12) BEST CS线圈绕制生产线招标公告 (500万, 2025.3.25)、BEST CS LTS线圈匝间绝缘自动包绕设备招标公告 (500万, 2025.3.21)、BEST真空室过压保护系统泄压罐招标公告 (465万, 2024.3.6)。

② “星火一号”项目陆续招标启动 (2024.11)

- 根据招标网站, “星火一号”项目相关招标包括: 中核二三系统事业部**超导线圈**研制与测试服务分包第三次采购公告 (2024.11.27, 联创光电中标)。中国核工业二三建设有限公司星火一号总承包项目部 (2025.5.29成立)。

③中国聚变能源有限公司招标

- 根据招标网站, 中国聚变能源有限公司2025年5月发布竞争性谈判采购公告, 采购项目名称为中国聚变能源有限公司重大活动服务项目。中国聚变能源有限公司上海聚变科学研究中心建设工程方案设计项目进入公开招标阶段。



国内聚变项目开工/招标/技术进展加速

3

技术突破

“中国环流三号”聚变三乘积创新高，达到10的20次方量级（2025年5月）



- 根据央视新闻，2025年5月，环流三号实验装置同时实现等离子体电流100万安培、离子温度1亿度、高约束模式运行，综合参数聚变三乘积达到10的20次方量级。是继今年3月实现离子温度、电子温度均突破1亿度之后，中国聚变研究实现的又一重要里程碑。

“玄龙- 50U”装置的关键**工程技术指标**再突破（2025年5月）



- 根据北极星电力网，2025年5月，新奥“玄龙-50U”实验装置再获关键工程技术突破：环向场（TF）线圈成功实现150kA电流、平顶1.6s的稳定通流，对应装置大半径0.6米处的磁场强度达1.2T，同步验证了磁体线圈达到工程满负荷运行参数。标志“玄龙- 50U”装置的所有**工程设计指标全部实现**。



国外聚变项目商业化/技术进展加速

1

投资/融资

美国核聚变领先企业TAE Technologies完成1.5亿美元融资（2025年6月2日）



- 美国核聚变领先企业TAE Technologies（简称“TAE”）宣布其在最新一轮融资中筹集了超过1.5亿美元的资金，超额完成本轮初始融资目标，**公司累计融资规模达到13.5亿美元**。老股东Chevron（石油巨头雪佛龙）、Google（谷歌）和NEA等机构也参与投资。谷歌不仅为TAE提供资金，**谷歌工程师驻场TAE设施**，共同开发先进的等离子体重构算法。

日本宣布向国内三大核聚变科研机构追加100亿日元投资，目标在2030年代实现商业化（2025年5月）



National Institute for Fusion Science



大阪大学
OSAKA UNIVERSITY

- 日本文部科学省和内阁府宣布计划向国内三大核聚变研究机构投入100亿日元（约合**6900万美元**），这三家机构涵盖了托卡马克、仿星器与激光聚变三条技术线路：托卡马克技术路线代表—QST（日本量子科学技术研究开发机构）、仿星器技术路线代表—NIFS（日本国立核融合科学研究所）、激光聚变技术路线代表—ILE（大阪大学激光工程研究所）。

英国政府计划未来五年内向核聚变领域投资25亿英镑，用以推进原型电厂——STEP计划（2025年6月）



- 英国政府也在进行创纪录的聚变能研发投资，5年内投资超过25亿英镑，包括推进位于诺丁汉郡的聚变厂 STEP 计划（用于能源生产的球形托卡马克），创造数千个新工作岗位，释放清洁能源。



1.2

技术创新或将持续推动核聚变行业进展超预期

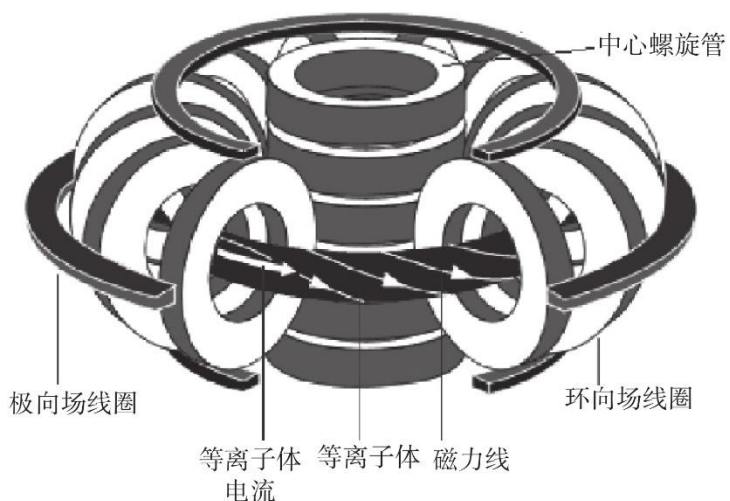


创新的磁场结构

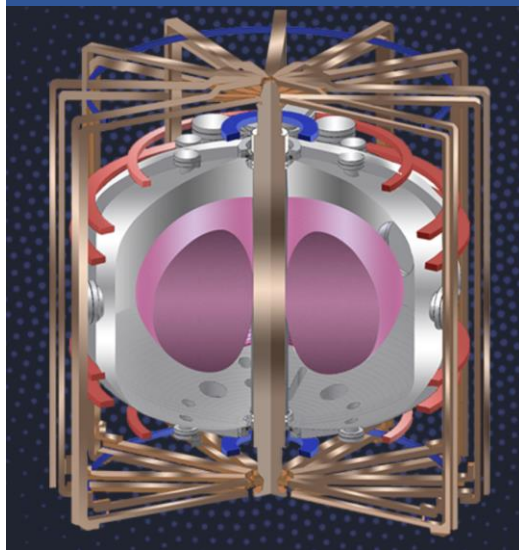
创新的磁场结构（如球形托卡马克）可以获得更好的约束性能，即可以更加高效地利用磁场的约束能力，使得聚变堆在更小的体积内有可能获得相当的聚变功率输出

$$\begin{array}{c} \uparrow \\ \text{约束性能} \\ \text{创新的磁场结构} \end{array} \times \text{磁场强度} \times \text{尺寸} \rightarrow \text{聚变功率} \begin{array}{c} \uparrow \end{array}$$

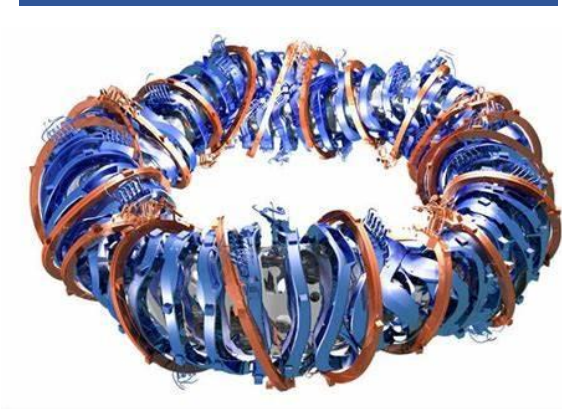
托卡马克



球形托卡马克



仿星器





高温超导带材的应用

高温超导的性能远超传统超导，这意味着更细的导体可以带更高的电流，从而提升聚变输出功率

约束性能 x 磁场强度 \uparrow x 尺寸 \rightarrow 聚变功率 \uparrow
高温超导的突破

- 高温超导体体现出来的性能远超过传统超导，特别是在电流密度、临界磁场以及耐辐照性能方面，高温超导表现出明显优势，有些性能甚至超过传统超导2-3个数量级。
- 这意味着可以用更细的导体携带更高的电流，从而产生更强的磁场，磁场提高后可以明显提高聚变输出功率。这样也可以以更加紧凑的尺寸获得相当的聚变输出功率。



AI/超级计算机的发展助推核聚变技术突破

AI/超级计算机通过分析实验和模拟数据，实现对等离子体行为的实时预测和控制。显著减少研发过程中的试错次数，节省大量的时间和资源

AI/超级计算机在核聚变科研方面有三大作用：模拟等离子体行为（等离子体涉及的物理过程的精确刻画）、优化核聚变反应堆设计（磁场配置优化、部件设计优化）、材料研发支持（高通量材料筛选）

1. 提升等离子体控制方法

- **物理过程的精确刻画：**核聚变等离子体涉及复杂的物理现象，如湍流、磁流体动力学（MHD）不稳定性、高能粒子输运等。超级计算机借助高保真模拟，能够精确描述等离子体的温度、密度、速度场等参数的时空演化，为深入理解等离子体物理机制提供关键依据。
- **磁场配置优化：**在托卡马克和仿星器装置中，磁场配置对等离子体的约束和稳定性起着决定性作用。通过大规模数值模拟，超级计算机可以评估不同磁场配置方案的优劣，寻找能够实现高约束模式、降低等离子体不稳定性风险的最优设计。

2. 提升材料筛选效率

- **极端条件下的材料性能预测：**核聚变反应堆内部环境极端严苛，材料需承受高温、高能中子辐照和强烈的电磁力。超级计算机通过模拟材料在这些极端条件下的微观结构演变和性能变化，提前预测材料的使用寿命和可靠性。
- **高通量材料筛选：**借助高通量计算方法，超级计算机能够快速筛选出具有潜在应用价值的候选材料。通过建立材料基因库，结合机器学习算法，实现对材料性能的快速评估和优化，加速核聚变材料的研发进程。



1.3

重要性提升：全球竞赛的重要一环，能源转型的重要导向



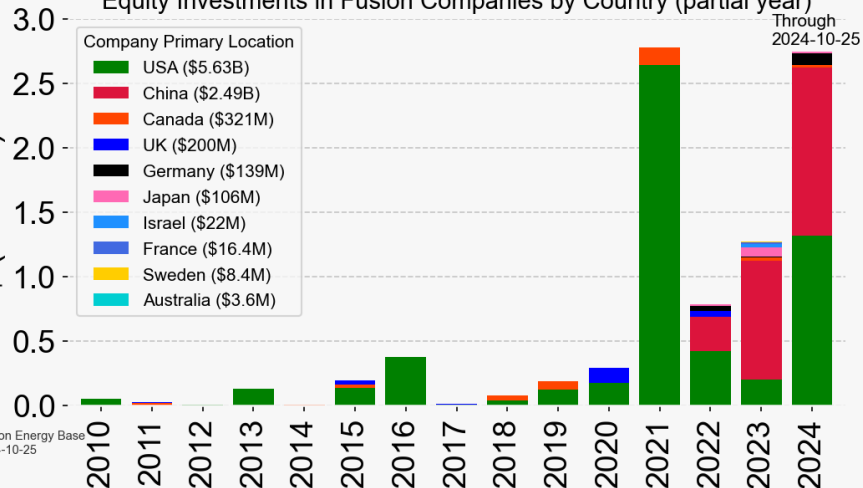
全球核聚变竞赛开启

美国和中国是全球核聚变投资最大的两个国家，近两年中国对聚变的投资速度快于美国

- 截至2024年10月25日，美国累计对核聚变投资金额56.3亿美元（约405亿人民币），中国累计投资金额24.9亿美元（约179亿人民币），加拿大、英国、德国、日本等分别投入3.2亿、2.0亿、1.4亿、1.1亿美元。预计2025年中国对核聚变投资再提升。
- 从核聚变商业化公司分布来看，截至2024年，美国本土有25家聚变公司，中国地区仅3家。

2024年中国核聚变投资加速，总投资仅次于美国

Equity Investments in Fusion Companies by Country (partial year)



全球核聚变公司分布（截至2024年）

By primary HQ





能源转型的重要导向：核聚变是满足全球能源需求的可持续途径

核聚变能源具有高能量密度、零碳、高稳定性电源、安全等其他能源不具备的明显优势

- 国际能源署（IEA）预测，到2040年，全球能源使用量将增加30%。化石燃料的消耗，主要能源是煤炭、石油和天然气的燃烧，占世界二氧化碳排放量的70%，为了实现全球能源和气候目标，尤其是《巴黎协定》中规定的1.5°C目标，向低碳和可再生能源的转变非常重要。
- 从能源的稳定性来看：太阳能、风能和水能作为可再生能源领域的关键组成部分正在迅速扩张。然而，它们面临着扩展的阻碍，包括**间歇可用性**和**地理限制**。此外，虽然风能和太阳能的来源是可持续的，但它们固有的**不可预测性**阻碍了它们在许多地方作为主要能源的能力。
- 从能源的能量密度来看：聚变技术可以比化石燃料和可再生能源节省更多的能源。1克氘-氚燃料可以产生相当于10吨煤的能量。

Energy source	Energy density (MJ/kg)	CO ₂ emissions (kg CO ₂ /kWh)	Current global usage (%)	Projected future growth (%)	Cost per kWh (¥)	Countries leading in development/usage	Environmental impact	Timeline
Fusion (deuterium–tritium)	330,000,000	0	0	10	4.16	US, China, EU, Japan (ITER)	Minimal, long-term waste concerns (tritium)	Ongoing research, commercial by 2050
Fission (Uranium-235)	88,000,000	0.005	10	7	9.14	US, Russia, France, China, India	Low, radioactive waste management needed	1940's (Manhattan Project), power since 1950's
Coal	24	0.91	27	15	4.99	China, India, US, Germany, Australia	High pollution, land degradation	1760s (Industrial Revolution)
Oil	44	0.77	33	20	8.31	Saudi Arabia, US, Russia, Canada, Iraq	High pollution, oil spills, greenhouse gases	1859 (First commercial oil well)
Natural gas	55	0.45	24	28	5.82	US, Russia, Qatar, Iran, Canada	Moderate, methane emissions	Early twentieth century
Solar	0.6	0.03	3	40	3.32	China, US, Germany, India, Japan	Minimal, land use concerns	1950s (Commercial solar power development)
Wind	0.5	0.02	5	35	4.16	China, US, Germany, Denmark, India	Minimal, impact on birds and land use	1980s (modern wind power development)

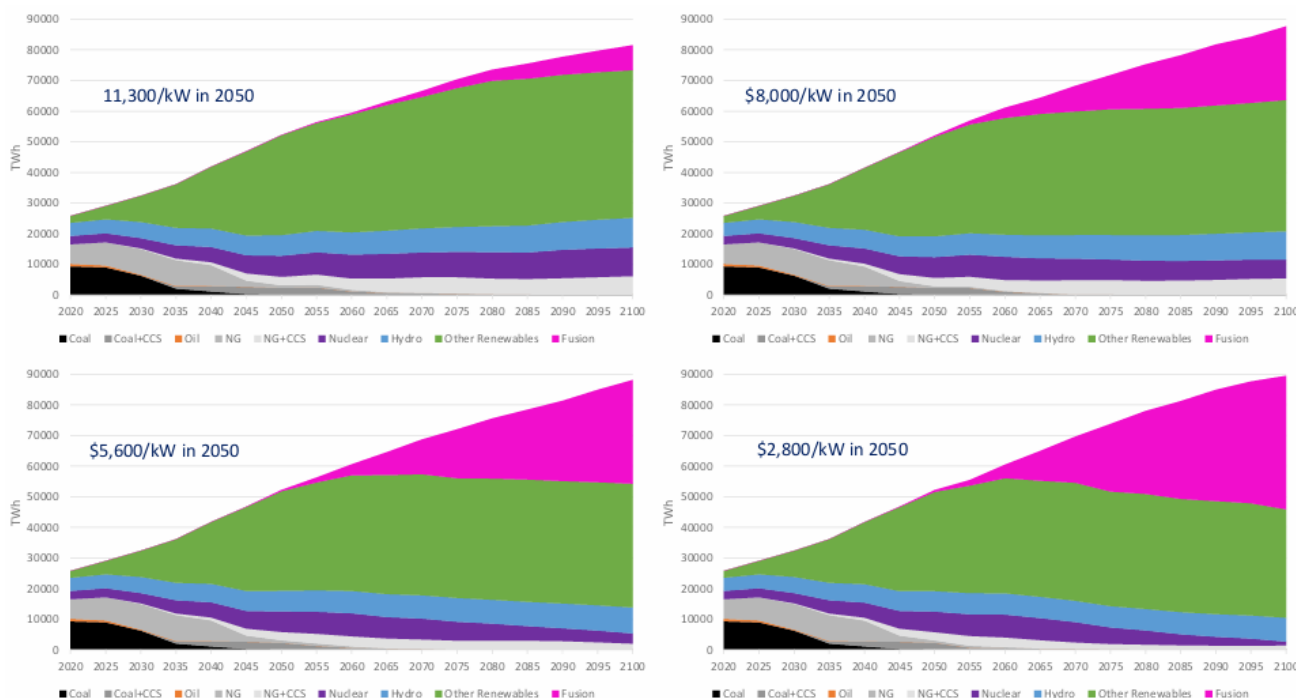


能源转型的重要导向：核聚变是满足全球能源需求的可持续途径

电力系统中核聚变部署的规模，在很大程度上取决于其他低碳技术的可用性和成本，以及未来碳排放的限制程度

根据MIT的研究，在《巴黎协定》设定的1.5°C长期气候目标假设下（本世纪全球平均气温较工业化时期上升的幅度，努力控制在1.5摄氏度之内），2100年全球电力系统中，核聚变的渗透率在10%-约50%不等（基于不同核聚变发电建设成本假设）。（备注：报告认为2035年核聚变建设成本为11000美元/kw，2021年核裂变为7030美元/kw）

在1.5°C气候目标假设下，不同核聚变发电成本下全球电力系统中核聚变渗透率





2

国内外核聚变行业进展及格局如何？



2.1

国内核聚变项目主要参与者



中国核聚变项目的主要参与者

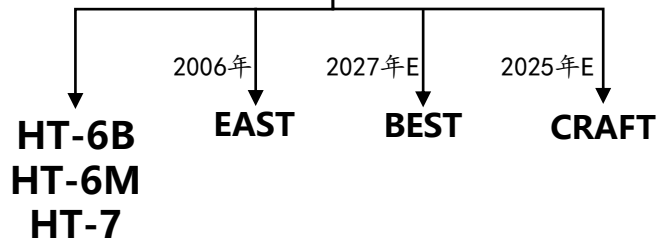
国内核聚变项目的建设方主要包括科研院所，以及致力于聚变技术商业化、产业化的公司

科研院所

中科院

中科院等离子体物理研究所

建成时间



中核系

核工业西南物理研究院

建成时间



商业化公司

致力于聚变技术商业化产业化的公司

- 01 聚变新能（安徽） “中科院系” 成果转化平台 **BEST**
- 02 先觉聚能（四川） 国光电气+科研院所 或将布局混合堆
- 03 江西聚变新能 联创光电+科研院所 “星火一号” 混合堆将建
- 04 新奥科技（新奥能源研究院） 隶属新奥集团 “和龙-2” 将建
- 05 能量奇点 创业公司 工程样机 “洪荒170” 将建
- 06 星环聚能 创业公司 清华系 **CTRFR-1**将建
- 07 上海未来聚变能源 国企 上海国资实控
- 08 中国聚变能源 中核集团牵头成立
瀚海聚能、星能玄光等.....



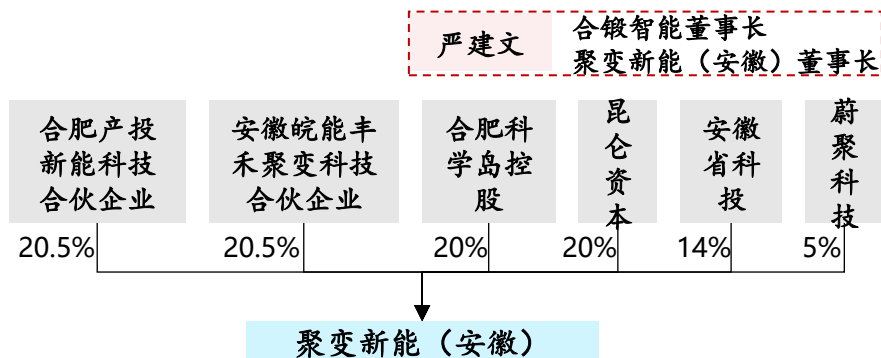
中国核聚变项目的主要参与者

国内核聚变项目的建设方主要包括科研院所，以及致力于聚变技术商业化、产业化的公司

致力于聚变技术商业化、产业化的公司

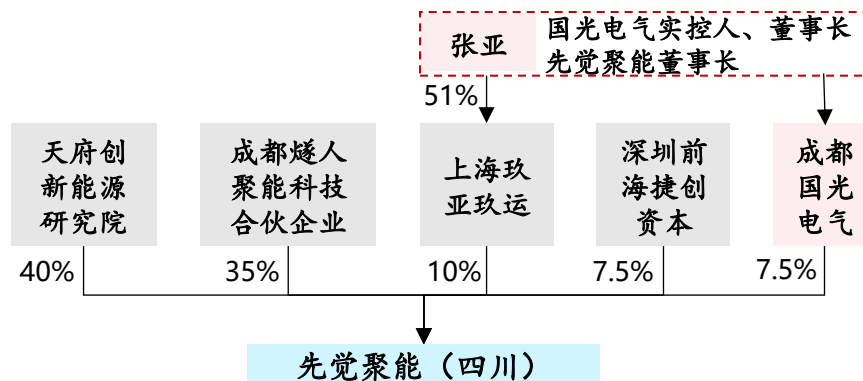
01 聚变新能（安徽） “中科院系” 成果转化平台 BEST

- 成立于2023年5月
- 由安徽省、合肥市和社会资本共同发起组建。
- 公司是中国科学院合肥物质院（等离子体物理研究所）磁约束核聚变领域的成果转化平台。
- 公司是BEST项目的直接建设单位，负责项目整体规划、资金筹措及工程管理。
- 2025年5月1日，BEST工程总装启动



02 先觉聚能（四川） 国光电气+科研院所 布局混合堆

- 成立于2025年3月
- 由国光电气与天府创新能源研究院等股东共同出资成立。
- 公司定位为支撑天府创新能源研究院发展的市场化机构。
- 标志着国光电气在聚变裂变混合能源领域的战略布局。





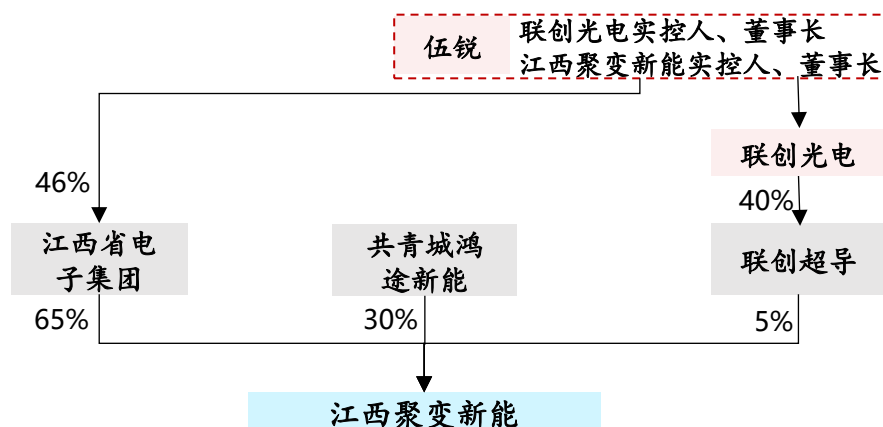
中国核聚变项目的主要参与者

国内核聚变项目的建设方主要包括科研院所，以及致力于聚变技术商业化、产业化的公司

致力于聚变技术商业化、产业化的公司

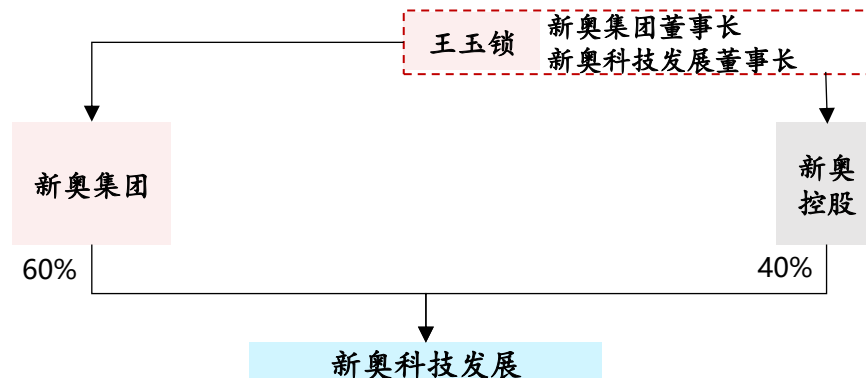
03 江西聚变新能 联创光电+科研院所“星火一号”混合堆将建

- 成立于2024年8月
- 该项目属江西电子集团主导，中科院院士、中核工业集团、成都西南物理研究院等参与合作。
- 公司是“星火一号”项目的承包方，该项目总投资200亿元，2025年内或将开建，预计2030年建成。
- 2023年，江西省电子集团有限公司下设的联创超导，与中核聚变（成都）设计研究院签订协议，双方计划联合建设聚变—裂变混合实验堆项目。技术目标Q值大于30，建成后可实现连续发电功率100MW。



04 新奥科技（新奥能源研究院）隶属新奥集团“和龙-2”将建

- 成立于2006年
- 选择球形环氢硼聚变技术路线。
- 2019年8月，中国首座中等规模球形环物理实验装置—新奥“玄龙-50”建成，2023年升级为“玄龙-50U”。2024年12月，“和龙-2”聚变装置完成物理设计。





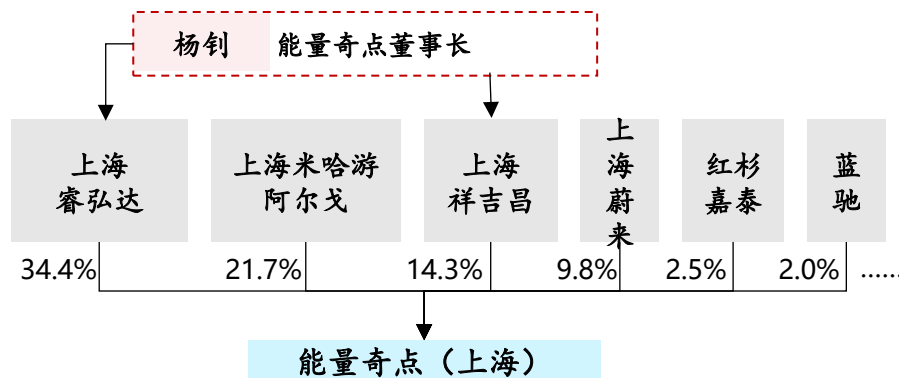
中国核聚变项目的主要参与者

国内核聚变项目的建设方主要包括科研院所，以及致力于聚变技术商业化、产业化的公司

致力于聚变技术商业化、产业化的公司

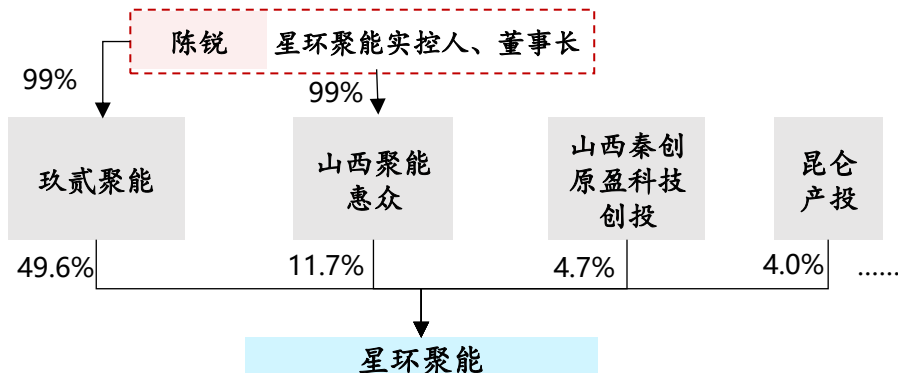
05 能量奇点 创业公司 工程样机“洪荒170”将建

- 成立于2021年
- 公司聚焦于有商业发电潜力的高温超导托卡马克装置及其控制软件系统研发。
- 在24年初成功点亮理论样机“洪荒70”，后续将建设Q（能量增益目标） ≥ 10 的工程样机“洪荒170”证明核聚变能源的商业可行性，再建设氘氚示范电站“洪荒380”实现示范性聚变发电。
- 杨钊，董事长，北京大学物理系本科，斯坦福大学理论物理系博士。
- 郭后扬，等离子体实验研发负责人，中科院等离子体所硕士，加拿大魁北克大学博士，JET、DIII D等聚变装置经验。
- 李柱永，超导磁体研发负责人，上交大电气工程系副研究员，高温超导领域深厚研发积累。
- 董阁，等离子体理论模拟负责人，北京大学物理系本科，普林斯顿大学理论物理系博士。



06 星环聚能 创业公司 清华系 CTRFR-1将建

- 成立于2021年10月
- 公司致力于聚变能商业应用。
- 2023年7月，SUNIST-2由星环聚能和清华大学合作建设完成。目前，星环聚能正在完成CTRFR-1的设计。CTRFR-1达到预定目标后，星环聚能将启动商用示范堆（CTRFR-2）的设计和建造。
- 2025Q4预计实现NTST整体装置安装。





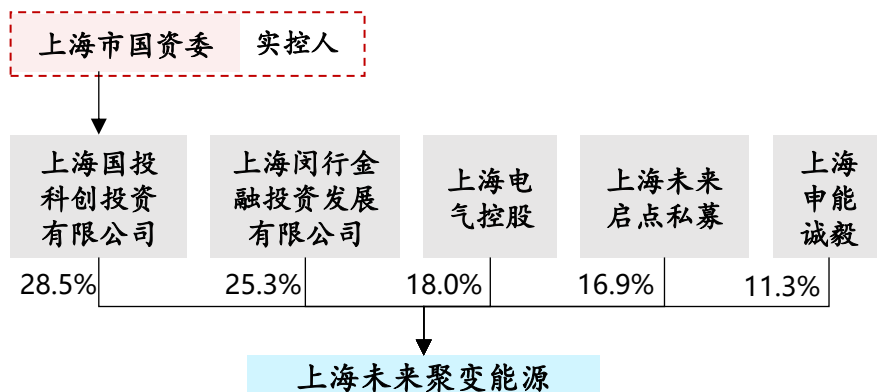
中国核聚变项目的主要参与者

国内核聚变项目的建设方主要包括科研院所，以及致力于聚变技术商业化、产业化的公司

致力于聚变技术商业化、产业化的公司

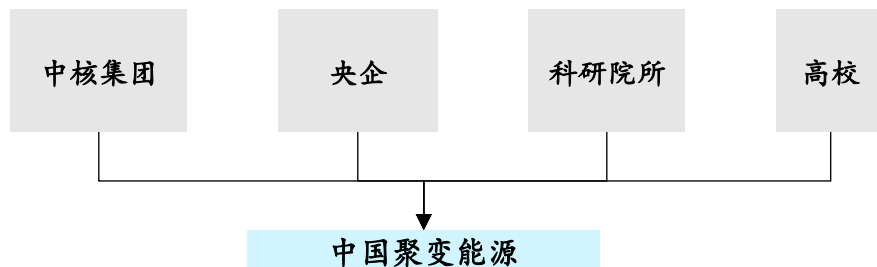
07 上海未来聚变能源 国企 上海国资实控

- 成立于2024年11月
- 是一家聚变能源技术服务商，将致力于磁-惯性约束聚变能源系统的实验物理研究、核心技术攻关和关键设备研发。



08 中国聚变能源 中核集团牵头

- 成立于2023年12月
- 由中核集团牵头，联合24家央企、科研院所、高校等组成的可控核聚变创新联合体在四川成都宣布成立。
- 2025年2月28日，中国核电及浙能电力公告称，公司拟以增资方式参股中国聚变能源有限公司，投资金额分别为10亿、7.5亿元。





中国核聚变项目进展梳理（注：先觉聚能、中核等筹划中的项目未包含在内）

项目	所在地	开建时间	建成时间	建设单位	设计方	性质	目的	技术路径	投资额
环流三号	四川成都	-	2020年12月	西物院	西物院	实验装置	为未来聚变堆的建设奠定基础	托卡马克氦氖聚变	-
EAST	安徽合肥	2000年10月	2006年	等离子所	等离子所	实验装置	点火（验证核聚变发电的可行性）	托卡马克氦氖聚变	-
BEST	安徽合肥	2025年5月	目标2027年	聚变新能（安徽）	等离子所	实验装置	演示发电（在EAST装置的基础上首次演示聚变能发电，真实产生能量）	托卡马克氦氖聚变	-
CRAFT	安徽合肥	2018年12月	目标2025年底	等离子所	等离子所	研究设施	造部件（为聚变实验堆和工程堆核心部件的研发及建设保驾护航，为CFETR造部件）	托卡马克氦氖聚变	-
CFETR	安徽合肥	2017年开始工程设计	目标2035年	等离子所	等离子所及中科大	工程实验堆	建成聚变工程实验堆	托卡马克氦氖聚变	-
星火一号	江西南昌	预计2025年	目标2030年	江西聚变新能	江西聚变新能	商业化	实现100兆瓦商业发电并网	Z箍缩混合堆	200亿+
洪荒70	上海	2022年3月	2024年3月	能量奇点	能量奇点	工程堆	验证工程可行性	托卡马克氦氖聚变	-
洪荒170	上海	2025年开始工程设计	目标2027年	能量奇点	能量奇点	商业示范堆	验证商业可行性	托卡马克氦氖聚变	-
玄龙-50U	河北廊坊	2018年10月	2023年底	新奥科技	新奥科技	实验装置	验证高参数放电的可行性	球形环氢硼聚变	数十亿
和龙-2	河北廊坊	2025年开始工程设计	目标2027年	新奥科技	新奥科技	实验装置	实现氢硼燃烧和演示发电	球形环氢硼聚变	百亿元
CTRFR-1	陕西西安	2024年底	目标2027年	星环聚能	星环聚能	实验装置	验证技术及工程可行性	负三角球形托卡马克	-
CTRFR-2	陕西西安	预计2027-2028年	目标2030年左右	星环聚能	星环聚能	商业示范堆	能够输出电能	-	-

备注：中核集团核工业西南物理研究院（简称西物院），中国科学院等离子体物理研究所（简称等离子所）



中国聚变能应用“三步走”战略

中国聚变能应用正在实行“三步走”战略：从**EAST**到**BEST**再到**CFETR**



“目前的实验装置（**EAST**）只是证明了**原理可行性**，而没有真实产生能量。正在建造的聚变能实验装置（**BEST**）将**真实产生能量**，预计在2027年底建成，在全球率先演示聚变发电。最终，证明工程上的所有技术都可行后，我们将开始建设真正能够产生电能的示范发电站（**CFETR**），这个示范发电站将**把电能接入电网**，证明电能的转化和自持能力。”

——徐国盛

（中国科学院合肥物质科学研究院，等离子体物理研究所托卡马克物理研究室执行主任，研究员、博导；**EAST**超导托卡马克边界等离子体物理课题组长；科技部国际热核聚变实验堆计划专项项目负责人）



中国创业公司聚变能商业化“三步走”构想（以星环聚能为例）

星环聚能“三步走”构想：从**SUNIST-2**（原理验证）到**CTRFR-1**（工程可行性验证）再到商业堆



STARTORUS FUSION
星 环 聚 能

“在**SUNIST-2**装置上进行**原理的初步验证**，把等离子体加热到1700万摄氏度。计划建造一个名为**CTRFR-1**的装置，用于彻底验证可控聚变的**工程可行性**，达到氘氘聚变所需的1亿度温度，预计这一阶段将在**2027年**左右完成。预计从2027年底或2028年初开始建设能够输出电能的商业化示范聚变反应堆，在**2030年**左右展示一个**可输出电能的聚变反应堆**。”

——陈锐

（星环聚能创始人兼CEO）



2.2

国外核聚变项目主要参与者



国外核聚变代表公司梳理

国家	公司名称	成立时间	团队来源	项目	技术路径	燃料	投资方	累计融资	最新估值	项目节点
美国	CFS (Commonwealth Fusion Systems)	2018	MIT系	<ul style="list-style-type: none"> SPARC (目标到2027年Q>1) ARC (目标2030年代初为电网提供400MW电力) 	托卡马克	-	Breakthrough Energy Ventures (比尔盖茨发起的基金)、The Engine (MIT的投资公司)等	超20亿美元	-	<ul style="list-style-type: none"> 2027: Q>1 (SPARC项目Q>1) 2030: 发电 (2030年代ARC接入电网提供400MW电力)
美国	Helion	2013	-	<ul style="list-style-type: none"> “北极星” (Polaris) (预计2025年建成) 	场反位形 (FRC)	D-D、D-T	Sam Altman、D-He-3、微软等	超10亿美元	54亿美元 (2025年)	<ul style="list-style-type: none"> 2028: 发电 (为微软提供50MW电力) 2030: 发电 (为Nucor开发的500MW发电厂投入运营)
美国	ZAP Energy	2017	华盛顿大学研究团队、劳伦斯利弗莫尔国家实验室的研究人员	<ul style="list-style-type: none"> Century 	Z箍缩	-	Breakthrough Energy Ventures (比尔盖茨发起的基金)、美国能源部、瑞穗金融集团等	3.3亿美元 (截至2024.10)	超10亿美元 (截至2023.6)	-
英国	Tokamak Energy	2009	英国原子能管理局	<ul style="list-style-type: none"> ST40 	球形托卡马克	-	美国能源部、英国能源安全和零排放部、2024.11) 社会资金	3.35亿美元	-	<ul style="list-style-type: none"> 2030年代: 发电 (2030年代实现200MW商业化聚变发电站的并网运行)



3

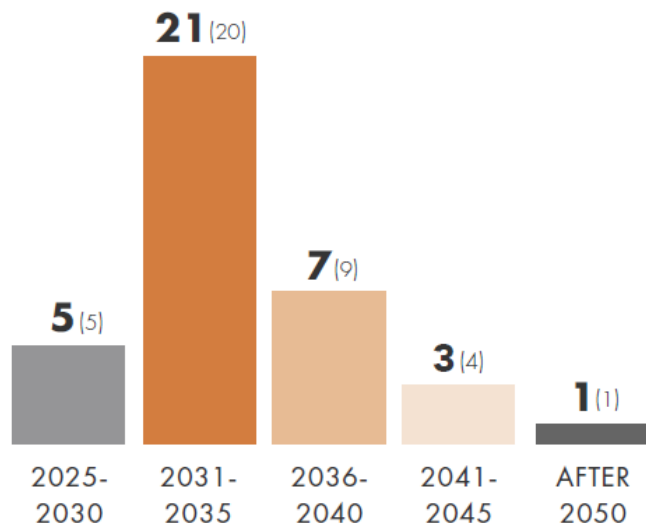
如何展望后续行业节奏？



如何展望行业后续节奏？-并网发电、具备经济性的时间节奏

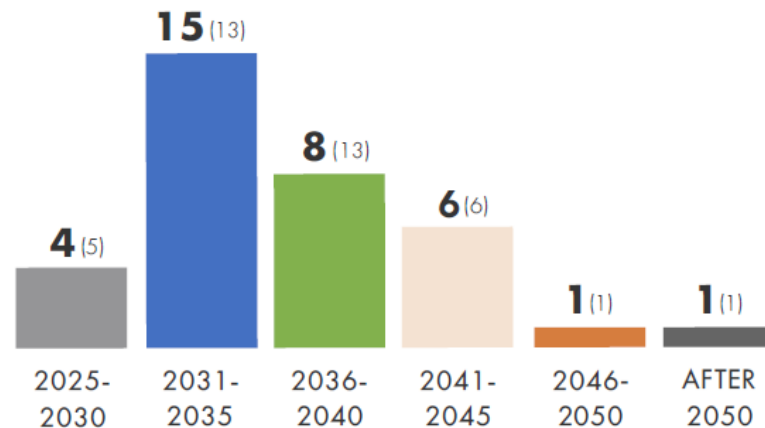
最乐观的预测认为2025-2030年实现首个核聚变发电并网，中性认为聚变发电并网在2031-2035年

第一个给电网送电的聚变堆的并网时间？



在FIA对37个聚变公司的调查中，5家公司认为第一个给电网送电的聚变堆会在2025-2030年之间出现，占比14%；21家公司认为在2031-2035年之间，占比6成。

第一个具备商业价值的聚变堆出现的时间？



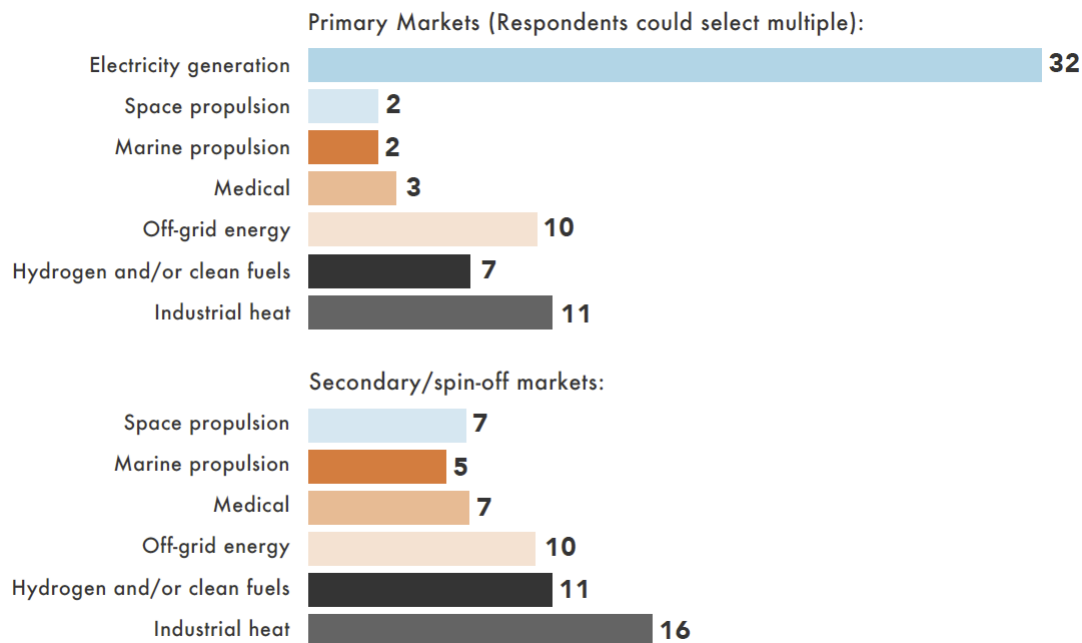
在FIA对35个聚变公司的调查中，4家公司认为第一个实现商业价值的聚变堆会在2025-2030年之间出现，占比11%；15家公司认为在2031-2035年之间，占比4成。



如何展望行业后续节奏？-聚变能落地应用场景的节奏

可控核聚变下游应用包括发电、航天器、医疗等，2030年前后或为关键进展节点

核聚变的应用市场包括发电、工业加热、聚变动力航天器等



- **发电：**主要应用场景。根据FIA的调查，预计最早在2025-2035年间或可实现核聚变发电，甚至具备发电经济性。
- **核聚变航天器：**2025年4月23日，美国聚变工业协会（FIA）发布了《Fusion Spacecraft Propulsion Roadmap》，提到核聚变推进技术的关键系统工程样机在2025-2035年之间完成，商业化在2027-2040年之间完成。



如何展望行业后续节奏？-供给侧约束问题

核聚变零部件供给侧有潜在约束问题，最大的挑战在于“先有鸡还是先有蛋”的问题，即供应商需要知道市场存在才会扩产，但聚变企业较难提前做出市场承诺。

此外，能够满足聚变堆需求的公司供应能力有限，且数量较少，这些公司往往已经积压大量订单，导致交货周期或较长。

（右图为FIA问卷调查22家核聚变厂商，让其选出认为有紧缺可能的部件，图中数值代表被选择次数）

	当下紧缺	将来紧缺
1 磁体		
高温超导线材	4	3
普通电阻磁铁	1	1
高温超导磁体	1	4
低温超导磁体	0	2
低温系统	3	4
2 燃料系统管理		
燃料循环系统	3	8
燃料分析	1	2
氘、氚或其他聚变燃料	5	13
锂（浓缩）	2	5
直接内部回收	2	1
分离技术	3	2
氚兼容泵	5	7
氚存储	2	3
3 激光器		
激光器（已组装）	4	1
激光元件，如二极管、激光玻璃	5	1
4 热管理		
恒温分流器	2	3
热交换器	2	2
集成式包层解决方案	4	1
5 真空		
真空容器	2	3
真空泵	2	2
真空密封	2	1
6 电力		
电力系统	3	2
功率元件，如半导体、电容器	1	3
储能	0	2

	当下紧缺	将来紧缺
7 加热和热管理		
射频加热	6	5
等离子热管理技术	1	4
回旋管	6	7
调速管	1	0
节拍脉冲发生器	3	3
波导	3	2
8 测量		
燃料测量	1	1
微波测量	1	0
等离子体测量	0	1
光谱仪	1	1
9 材料		
第一壁材料	4	8
稀土材料	2	5
常见金属，如镍、铜	1	3
特种金属，如高级钢	2	8
10 软件		
控制软件	1	2
人工智能建模系统	0	1
模拟	1	0
11 其他		
安全系统	0	2
执行器	0	1
阀门	1	3
特种紧固件	1	1
特种电缆和连接器	3	3



4

核聚变板块投资机会梳理



可控核聚变装置关键零部件梳理

右侧列示为可控核聚变装置的所有主要零部件，其中最重要的零部件包括：

01高温超导带材
02低温系统
03燃料循环系统
04氘、氚或其他聚变燃料
05氦兼容泵
06氦存储
07热交换器
08包层解决方案
09真空容器
10真空泵
11真空密封
12电力系统
13射频加热
14波导
15第一壁材料
16镍、铜
17高级钢

（FIA问卷调查22家核聚变厂商，让其选出认为最重要的部件，图中数值代表被选择次数）

	惯性约束	磁约束		惯性约束	磁约束
1 磁体			7 加热和热管理		
高温超导线材	0	7	射频加热	0	9
普通电阻磁铁	0	4	等离子热管理技术	1	9
高温超导磁体	0	7	回旋管	0	8
低温超导磁体	0	1	调速管	0	2
低温系统	2	10	节拍脉冲发生器	0	5
2 燃料系统管理			波导	0	7
燃料循环系统	1	7	8 测量		
燃料分析	1	4	燃料测量	1	5
氘、氚或其他聚变燃料	1	8	微波测量	0	6
锂（浓缩）	0	4	等离子体测量	2	8
直接内部回收	0	5	光谱仪	1	7
分离技术	1	6	9 材料		
氦兼容泵	1	7	第一壁材料	3	9
氦存储	2	7	稀土材料	2	4
3 激光器			常见金属，如镍、铜	1	7
激光器（已组装）	5	1	特种金属，如高级钢	2	8
激光元件，如二极管、激光玻璃	5	1	10 软件		
4 热管理			控制软件	3	8
恒温分流器	0	3	人工智能建模系统	2	5
热交换器	1	9	模拟	3	9
集成式包层解决方案	1	8	11 其他		
5 真空			安全系统	0	9
真空容器	3	10	执行器	1	5
真空泵	3	9	阀门	1	7
真空密封	3	9	特种紧固件	1	3
6 电力			特种电缆和连接器	1	3
电力系统	2	9			
功率元件，如半导体、电容器	1	5			
储能	0	5			

可控核聚变相关标的梳理

可控核聚变：相关标的梳理（29个）

所属环节	证券名称	公司名称	介绍	市值 (亿元)	归母净利 (2024, 亿元)	归母净利 (2025E, 亿元, Wind一致预期)	归母净利同比 (2025E, %)	PE (25E)	股价涨幅 (25.3)	股价涨幅 (25.4)	股价涨幅 (25.5)	股价涨幅 (25.6)
带材	600105.SH	永鼎股份	东部超导高温超导带材	111	0.61	3.63	491%	30	22%	-4%	31%	-8%
	600577.SH	精达股份	上海超导高温超导带材	154	5.62	7.00	25%	22	8%	-7%	11%	-3%
	688122.SH	西部超导	西部超导低温超导	307	8.01	10.07	26%	30	4%	1%	6%	-5%
磁体	600363.SH	联创光电	磁体	262	2.41	6.14	155%	43	32%	-15%	13%	-5%
	430300.BJ	辰光医疗	磁体	16	-0.61	无券商预测	无券商预测	无券商预测	6%	-1%	23%	-10%
真空室	603011.SH	合锻智能	真空室	74	-0.89	无券商预测	无券商预测	无券商预测	67%	-23%	108%	-27%
	688776.SH	国光电气	偏滤器	104	0.47	1.23	162%	84	44%	-2%	21%	-6%
偏滤器	603308.SH	应流股份	偏滤器	146	2.86	4.17	46%	35	44%	-2%	5%	4%
	000969.SZ	安泰科技	偏滤器	129	3.72	3.43	-8%	38	7%	-13%	14%	-2%
氦气螺杆压缩	002639.SZ	雪人股份	氦气螺杆压缩机	76	0.36	无券商预测	无券商预测	无券商预测	15%	-11%	54%	-16%
密封件	300470.SZ	中密控股	密封件	74	1.36	4.34	219%	17	15%	-11%	-1%	0%
电子管	600353.SH	旭光电子	电子管	96	1.02	1.66	62%	58	8%	-2%	24%	10%
电源电容 滤波	002735.SZ	王子新材	薄膜电容	54	-0.69	无券商预测	无券商预测	无券商预测	14%	-9%	108%	-28%
	600468.SH	百利电气	ITER滤波器	77	-1.09	无券商预测	无券商预测	无券商预测	9%	-8%	63%	0%
材料	300963.SZ	中洲特材	高温合金	102	0.95	无券商预测	无券商预测	无券商预测	38%	20%	93%	6%
	873576.BJ	天力复合	复合材料	36	0.61	0.58	-4%	62	20%	1%	24%	-11%
	002149.SZ	西部材料	第一壁功能材料	81	1.61	2.89	80%	28	6%	-8%	0%	-9%
	688102.SH	斯瑞新材	高强铜合金	92	2.61	1.53	-41%	60	6%	-8%	5%	2%
电源系统	600558.SH	大西洋	核级焊接、特种焊材	44	1.55	无券商预测	无券商预测	无券商预测	6%	-8%	21%	-7%
	688719.SH	爱科赛博	辅助加热电源	47	0.73	0.95	30%	50	-9%	-12%	24%	27%
	603015.SH	弘讯科技	电源解决方案	49	0.64	无券商预测	无券商预测	无券商预测	14%	-15%	7%	-7%
电缆	301082.SZ	久盛电气	电缆	42	-0.36	无券商预测	无券商预测	无券商预测	18%	-26%	64%	-18%
	601212.SH	白银有色	电缆	218	0.81	无券商预测	无券商预测	无券商预测	8%	-8%	3%	5%
	301310.SZ	鑫宏业	核级电缆、抗辐射材料	46	1.16	1.62	39%	29	-9%	8%	7%	-7%
线圈	688186.SH	广大特材	超导线圈	58	1.15	3.13	173%	19	27%	0%	5%	3%
	601399.SH	国机重装	CRAFT TF线圈盒	209	4.32	无券商预测	无券商预测	无券商预测	7%	-8%	7%	-4%
激光器件 点火装备	002533.SZ	金杯电工	超导线缆绝缘	69	5.69	6.86	21%	10	0%	-7%	8%	-8%
	688167.SH	炬光科技	激光器件	66	-1.75	0.18	-110%	368	11%	-14%	6%	7%
	603261.SH	*ST立航	神光III点火装置	14	-0.94	无券商预测	无券商预测	无券商预测	-19%	-21%	28%	-1%

备注：市值及2025年6月股价涨幅截至2025年6月20日

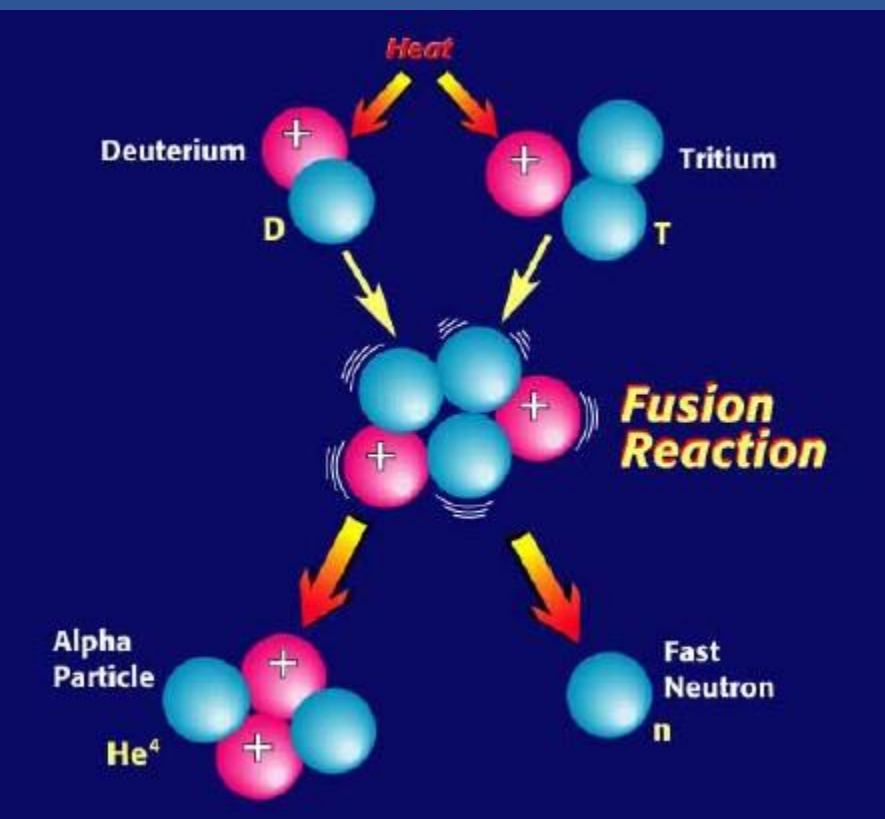
资料来源：Wind，华安证券研究所整理



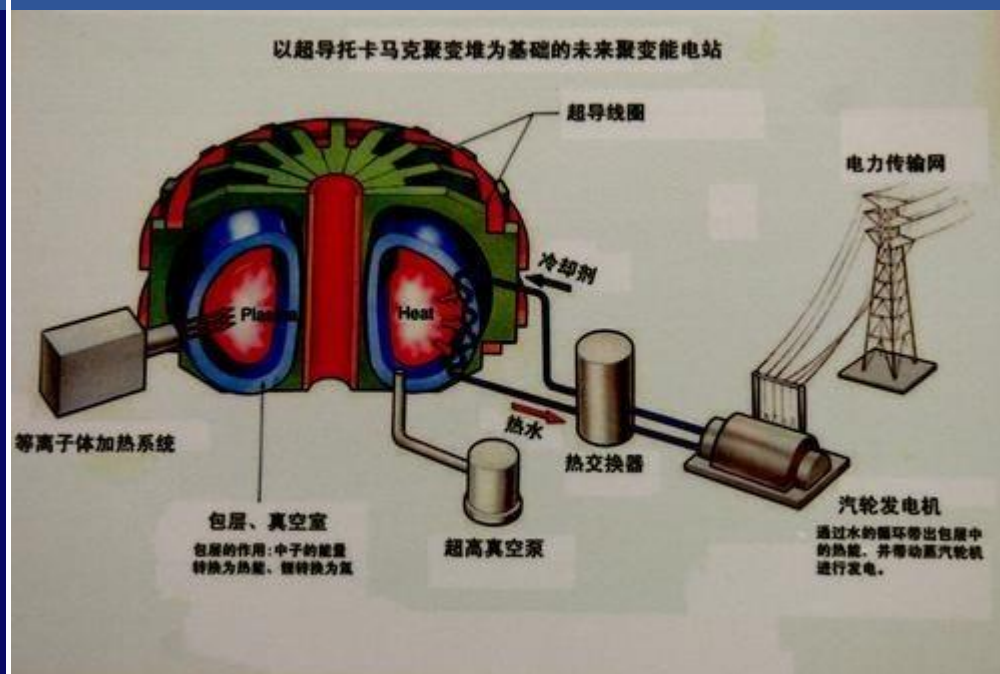
附录：可控核聚变介绍

聚变是将轻核（主要是氢的同位素氘和氚）加热到数亿度高温，使其聚合成较重的原子核，同时释放出巨大能量的过程

氘氚聚变反应示意图



聚变电站示意图





重要声明

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的执业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接收任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

华安证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。本报告中的信息均来源于合规渠道，华安证券研究所力求准确、可靠，但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证。在任何情况下，本报告中的信息或表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。华安证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经华安证券研究所书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。如欲引用或转载本文内容，务必联络华安证券研究所研究并获获得许可，并需注明出处为华安证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司并保留追究其法律责任的权利。

投资评级说明

以本报告发布之日起6个月内，证券（或行业指数）相对于同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准，A股以沪深300指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以纳斯达克指数或标普500指数为基准。定义如下：

行业评级体系

增持—未来6个月的投资收益率领先市场基准指数5%以上；

中性—未来6个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至5%；

减持—未来6个月的投资收益率落后市场基准指数5%以上；

公司评级体系

买入—未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数15%以上；

增持—未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数5%至15%；

中性—未来6-12个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至5%；

减持—未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数5%至15%；

卖出—未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数15%以上；

无评级—因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。