

可控核聚变系列研究（一）

聚变启航，未来已来

优于大市

核心观点

可控核聚变被视为人类社会的“终极能源”。人类社会可利用的能源形式可分为热能、电能、化学能、机械能、光能和核能六类，虽然也有潮汐能、地热能等能源，但从表现形式上仍可归为以上六种能源。各种能源形式中，只有核能中的核聚变能同时具备“接近无限能源”的潜力和能量密度高、原料来源相对广泛、环境影响极小、部署位置灵活等开发优势，因此被广泛认为是“能源问题的终极答案”或者“终极能源”。

什么是核聚变？实现核聚变的难度何在？核聚变，即两个轻原子核结合成较重原子核，发生质量亏损并遵循质能方程 $E=mc^2$ 释放巨大能量的过程。但核聚变反应的发生条件非常苛刻，需要达到上亿度的高温和极高的粒子密度，没有任何材料可以直接承载核聚变产生的等离子体，对反应装置的设计、极端环境材料和等离子体控制等方面的要求即为苛刻。

核聚变的优势何在？核聚变的燃料来源广泛，能量密度极高，且具备传统核电的主要优势，且具有固有安全性，不会发生堆芯熔毁等严重事故，同时放射性危害相对可控，适配未来能源系统中的基荷电源。同时核聚变作为上下游产业链极长的“极限技术平台”，有极强的技术溢出属性，可以带动超导材料、极端环境和特种功能材料、真空系统、加热冷却系统、诊断控制系统等大量相关产业技术进步。此外，核聚变单体项目投资体量巨大，具有重资产、长周期等属性，可以有效拉动投资，促进当地产业聚集并带动就业。因此发展可控核聚变是未来能源系统的核心战略方向。

实现可控核聚变有哪些方式？目前实现可控核聚变的方式主要包括磁约束和惯性约束两种方式，其中以磁约束中的托卡马克装置最为成熟，商业化进展最快，落地确定性最强。仿星器、场反位形、激光聚变等装置路线也各有优劣，国内外有多个团队展开研究。此外，我国也部署了聚变-裂变混合堆路线，结合聚变的特性和裂变的工程技术优势加快聚变商业化落地。

国内聚变发展如何？目前我国聚变领域多种技术方案百花齐放，形成了以国企主攻目前最成熟的托卡马克路线探索商业发电，辅以民营企业探索新型聚变路线的格局。聚变新能、中国聚变能源两大国家队和星环聚能、能量奇点等民营企业主攻托卡马克路线，瀚海聚能、星能玄光、诺瓦聚变等公司研发场反位形路线，鸿鹄聚变研发仿星器路线，新奥科技采用氢硼聚变路线，东昇聚变采用氦三聚变路线，张杰院士团队采用激光聚变路线等。根据我国核能利用“三步走”战略规划和聚变行业发展情况预测，将在2030年左右实现可控核聚变的演示发电，2035年建成示范项目，有望推动聚变电站在2050年前全面商业化。

现阶段聚变行业有哪些催化？目前我国可控核聚变进入科研、产业、资本和政策四重共振的发展阶段，行业进入二阶加速时期：国家队和民营企业聚变实验装置规划加速，行业资本开支规模持续增加；越来越多的企业开始切入核聚变赛道，社会融资规模不断扩大，推动行业加速发展；AI和高温超导的快速发展有望进一步赋能核聚变产业，加速聚变发展进程。

核聚变产业链上下游涉及哪些产业？从托卡马克系统划分及商业化进程来看，核聚变涉及的行业主要包括：1) 主机系统，包括真空室、第一壁、偏

行业研究 · 行业专题

公用事业

优于大市 · 维持

证券分析师：黄秀杰

021-61761029

huangxiujie@guosen.com.cn

S0980521060002

证券分析师：李聪

licong3@guosen.com.cn

S0980525080006

联系人：张宇翔

0755-81981897

zhangyuxiang@guosen.com.cn

证券分析师：崔佳诚

021-60375416

cuijiacheng@guosen.com.cn

S0980525070002

证券分析师：王晓声

010-88005231

wangxiaosheng@guosen.com.cn

S0980523050002

市场走势



资料来源：Wind、国信证券经济研究所整理

相关研究报告

《公用环保行业2026年2月投资策略-两部门发文完善发电侧容量电价机制,公用环保行业25Q4基金持仓梳理》——2026-02-05
《公用环保2026Q1第3期-山西省启动2026年增量新能源项目机制电价竞价工作,多家电力公司披露2025年经营数据》——2026-01-19

《公用事业行业专题-中证全指公用事业指数型基金投资价值分析》——2026-01-17

《公用环保2026Q1第2期-2025年1-11月光伏/风电发电利用率同比下滑,重视“环保+资源品”投资逻辑》——2026-01-13

《公用环保2026年1月投资策略-国务院发布《固体废物综合防治行动计划》,2025年新开标垃圾焚烧发电项目数量止跌回升》——2026-01-06

滤器等关键部件，主要涉及金属加工和核电设备公司；2) 超导带材和超导磁体供应商以及上游的材料供应商；3) 氙工厂系统供应商；4) 电源及其他电气设备；5) 加热系统、制冷系统等辅助系统核心设备供应商；6) 各类阀门、线圈盒等其他设备供应商；7) 上游特种材料、管材、板材等供应商；8) 工程建设服务商；9) 核电运营牌照持有者。

核聚变市场空间如何？目前核聚变行业的市场空间主要来自科研机构和商业公司实验装置带来的工程建设和设备需求，预计“十五五”和“十六五”期间，核聚变装置每年的投资规模合计在 200 亿元左右，有望带动产业链上下游 500 亿元规模的市场空间，同时行业正处于加速发展阶段，未来行业资本开支有望进一步提速。长期来看，聚变电站有望接力三代、四代核电，并在我国 2060 年实现“碳中和”目标、建成新型电力系统后，成为能源系统下一阶段的主力军。我们估算聚变电站要实现与当前裂变电站同等收益水平，投资强度需要降低到 3-4 万元/千瓦。假设聚变电站未来替代我国 20% 的总发电量，仅按照 2025 年我国总发电量 10.37 万亿千瓦时计算，预计聚变电站总体市场空间将达到 8-10 万亿元。

风险提示：技术发展和商业化进程不及预期、技术变革风险、核事故风险、电力需求不及预期、电价下调和经济性不及预期风险、项目建设不及预期、市场竞争风险、政策风险

投资建议：核聚变行业发展加速，推荐关注并提前布局聚变产业链核心标的。推荐关注：1) 聚变装置链主标的；2) 主机关键设备供应商**应流股份**等；3) 超导带材、磁体供应商；4) 电源及其他电气设备供应商**许继电气**等；加热系统设备供应商；5) 制冷系统设备供应商**中泰股份**等；6) 加热系统设备供应商；7) 各种辅助系统设备及其他设备供应商，如供货超导线圈铠甲用材料和 BEST 线圈盒的**广大特材**、熔盐储能**西子洁能**、核级球阀蝶阀龙头**江苏神通**、氦质谱检漏仪龙头**皖仪科技**；8) 持有稀缺核电运营牌照的**中国核电**、**中国广核**、**电投产融**。

重点公司盈利预测及投资评级

公司代码	公司名称	投资评级	昨收盘 (元)	总市值 (亿元)	EPS		PE	
					2024A	2025E	2024A	2025E
603308.SH	应流股份	优于大市	61.16	415	0.42	0.62	33	99
000400.SZ	许继电气	优于大市	30.43	310	1.1	1.4	28	22
300435.SZ	中泰股份	优于大市	29.74	115	-0.2	1.06	-60	28
688186.SH	广大特材	优于大市	22.51	63	0.54	0.75	42	30
002534.SZ	西子洁能	优于大市	19.68	165	0.59	0.58	19	34
002438.SZ	江苏神通	优于大市	19.40	98	0.58	0.67	21	29
688600.SH	皖仪科技	优于大市	27.22	37	0.11	0.49	126	56
601985.SH	中国核电	优于大市	8.61	1771	0.46	0.45	22	19
003816.SZ	中国广核	优于大市	3.90	1969	0.21	0.19	19	20
000958.SZ	电投产融	优于大市	6.45	1121	0.19	0.21	32	31

资料来源：Wind、国信证券经济研究所预测

内容目录

可控核聚变：能源问题的“终极解决方案”	6
核聚变的原理介绍	6
核聚变的燃料	9
可控核聚变的约束方式和反应装置	10
全球聚变行业发展如火如荼，中美竞逐第一度核聚变电力	13
国内聚变行业：两支国家队领衔攻关，聚变路线百花齐放	13
海外聚变行业：私营企业主导，商业化规划激进	17
多端共振推动行业加速扩张，市场空间前景广阔	22
多端共振推动行业发展进入二阶加速阶段	22
核聚变市场空间广阔	26
产业链梳理	27
合锻智能：高端成形机床领先，聚变堆核心部件打造第二成长曲线	29
国光电气：ITER 项目核聚变偏滤器与包层核心供应商	30
联创光电：高温超导磁体核心厂商，卡位可控核聚变核心赛道	31
精达股份：全球电磁线领先企业，参股上海超导布局核聚变超导材料赛道	32
应流股份：深耕燃气轮机和核电铸造，前瞻布局核聚变项目	33
派克新材：“核电+聚变”双轮驱动的高端锻件核心供应商	34
广大特材：特钢老牌企业，积极切入核聚变材料开发	34
江苏神通：核电设备球阀和蝶阀龙头	35
爱科赛博：深耕电源领域二十余年，近期核聚变领域订单取得突破	36
浙富控股：水核发电设备核心制造商，成立实验室切入核聚变赛道	36
皖仪科技：国产氦质谱检漏仪龙头，成立聚变研发实验室	37
西子洁能：余热锅炉龙头，积极切入核聚变赛道	38
四创电子：雷达龙头企业，子公司华耀电子布局核聚变电源	39
新风光：电力电子领域领先企业，积极布局核聚变电源赛道	40
风险提示	41

图表目录

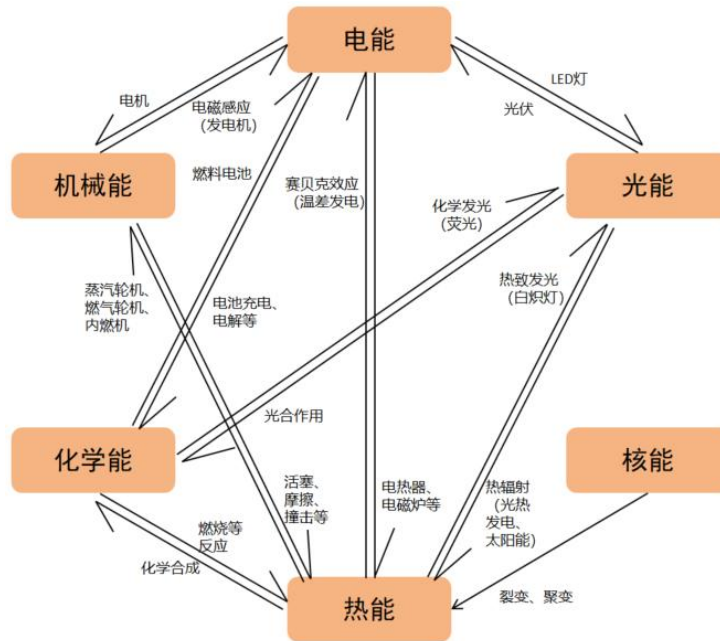
图 1: 人类社会能源形式及转化途径	6
图 2: 核聚变与核裂变的原理对比	7
图 3: 科学 Q 值定义式	7
图 4: 工程 Q 值定义式	7
图 5: 聚变电站能量流向图	8
图 6: 全球各聚变实验装置聚变三重积历史记录	8
图 7: 托卡马克装置示意图	11
图 8: 仿星器装置示意图	11
图 9: 场反位形装置示意图	11
图 10: 磁镜装置示意图	11
图 11: 双锥对撞激光点火方案示意图	12
图 12: 磁镜装置示意图	12
图 13: 中国磁约束聚变发展路线图	13
图 14: BEST 项目示意图	16
图 15: BEST 装置三维设计图 (侧视剖面)	16
图 16: 中国环流三号装置实验进程	17
图 17: 2026 年 1 月 29 日 ITER 完成第四个扇区安装	18
图 18: ITER 装置全景	18
图 19: 全球聚变企业分布	18
图 20: 采用不同聚变路线的公司数量	18
图 21: 上海超导高温超导带材产量 (12mm 宽) 及利用率	24
图 22: 上海超导下游客户销售额占比	24
图 23: 全球聚变行业投资额变化情况	24
图 24: 我国核电装机规模展望 (单位: MW)	25
图 25: ITER 项目成本构成	27
图 26: 国光电气偏滤器产品	31
图 27: ITER 屏蔽模块热氦检漏设备	31
图 28: ITER 包层第一壁板	31
图 29: 国光电气 ITER 工艺设备	31
图 30: 公司屏蔽包层模块产品	34
图 31: 公司真空室板材产品	34
图 32: 公司真空室窗口	34
图 33: 江苏神通核级球阀产品	35
图 34: 江苏神通核安全级蝶阀产品	35
图 35: 卡拉奇 K2 项目控制棒驱动机构	37
图 36: 钠冷快中子反应堆一回路主循环泵 (左) 液态金属反应堆用电磁泵 (右)	37
图 37: 立式熔盐储罐	39

图 38: 熔盐储能蒸发器	39
图 39: 140GHz PSM 高压电源拓扑结构示意图	40
表 1: 核聚变与核裂变在发电领域的对比	7
表 2: 可控核聚变路线对比	9
表 3: 三种约束方式的对比	10
表 4: 我国主要聚变装置现状及未来规划	14
表 5: 聚变新能股权结构	15
表 6: 中国聚变能源股权结构	17
表 7: 海外国家层面的核聚变发展规划	19
表 8: 海外主要聚变装置现状及未来规划	19
表 9: 各类产业化超导材料对比	23
表 10: 2025 年以来国内外核聚变行业重大融资情况	25
表 11: BEST 装置 2026 年采购计划	26
表 12: 核聚变产业链标的情况	27
表 13: 上海超导核聚变领域参与项目	32
表 14: 上海超导核聚变领域参与项目	33
表 15: 爱科赛博核聚变领域布局	36
表 16: 氦质谱检漏仪在核聚变装置中的应用流程表	38

可控核聚变：能源问题的“终极解决方案”

人类社会可利用的能源形式可分为热能、电能、化学能、机械能、光能和核能六类，虽然也有潮汐能、地热能等能源，但从表现形式上仍可归为以上六种能源。各种能源形式中，只有核能中的核聚变能同时具备“接近无限能源”的潜力和能量密度高、原料来源相对广泛、环境影响极小、部署位置灵活等开发优势，因此被广泛认为是“能源问题的终极答案”或者“终极能源”。

图1：人类社会能源形式及转化途径



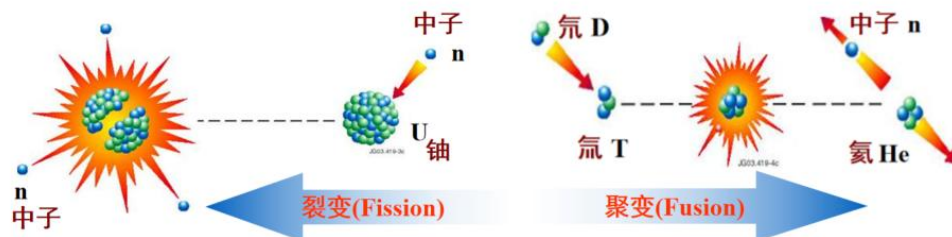
资料来源：国信证券经济研究所整理

从 1905 年爱因斯坦提出质能方程 $E=mc^2$ 揭示微小的质量亏损可以转化为较大的能量和 1919 年阿斯顿精确测量原子核质量，证实质量亏损真实存在，到氢弹原理验证并实现不可控核聚变，再到 1968 年苏联 T-3 托卡马克装置实现 1000 万 $^{\circ}\text{C}$ 等离子体，到如今 ITER、BEST、CFETR 等聚变装置启动建设，人类探索掌控核聚变的脚步从未停止。时至今日，国内外多个团队明确提出实现可控核聚变发电的规划和时间节点，实现可控核聚变的确定性逐步浮现，行业发展已到达关键窗口期和高速成长期，产业、学术、政策多端共振，中美竞速日趋激烈。

核聚变的原理介绍

核聚变，即两个轻原子核结合成较重原子核，发生质量亏损并释放巨大能量的过程。核聚变与核裂变都是通过核反应发生质量亏损，遵循质能方程 $E=mc^2$ 释放能量，能量密度远超化石能源等传统能源形式，而核聚变发电技术具有原料来源广泛和安全性较裂变发电更高等优势，被广泛认为是能源问题的最终答案，得到世界各国的重点关注和持续研究。

图2：核聚变与核裂变的原理对比



资料来源：国信证券经济研究所整理

与核裂变相比，核聚变的主要优势包括：原料丰富供给安全、安全性高、无长寿命高放射性废物、不存在核扩散风险。因此，若核聚变发电商业化落地，除具备当前裂变核电的全部优势之外，还具有更广阔的应用范围，安全性可支持布局内陆核电，且可在保障能源供给安全的情况下大规模替代现有电源。

表1：核聚变与核裂变的对比

	核裂变（热堆）	核聚变（托卡马克氘氚聚变）	核聚变相比核裂变
能量密度	1.9×10 ¹⁰ 大卡/千克	8.1×10 ¹⁰ 大卡/千克	聚变约为裂变的4倍
碳排放	发电过程零碳排放，全生命周期碳排放极低	发电过程零碳排放，全生命周期碳排放极低	完全具备裂变的优势
电源特性	出力稳定，可作为基荷电源，转动惯量显著	出力稳定，可作为基荷电源，转动惯量显著	完全具备裂变的优势
电站规模	主流电站为百万千瓦级机组，也有百兆瓦（十万千瓦）级小堆设计	一定尺度下，托卡马克尺寸越大，越容易实现聚变，因此更适合大型电站；小堆设计可能需要紧凑型托卡马克、场反位形等路线	聚变在小堆方面仍需进一步发展
燃料储量	2023年全球合理确定资源量（RAR）+推测资源量（IR）合计约592.57万tU，其中当前主流的热堆燃料铀-235丰度仅0.7%，虽然海水中也有铀，但提取难度大，成本高，目前尚不具备开发条件	海水中氘含量达30mg/L，全球储量达万吨量级；氚可通过中子轰击锂-6获得，锂-6自然丰度约为7.5%，全球储量约百万吨量级	聚变燃料储量丰富
供给安全	天然铀矿主要集中在澳大利亚、哈萨克斯坦、加拿大等国，我国属于贫铀国家	氘和锂-6分布广泛且易得，我国锂矿储量可观	聚变燃料供给安全性更高
固有安全性	需要主动安全系统保障安全，三代核电“华龙一号”堆芯熔化概率在1×10 ⁻⁶ /堆·年以下，大量放射性释放概率低于1×10 ⁻⁷ /堆·年	无自持链式反应，在控制上只需停止燃料供应或降低约束磁场强度，反应立刻停止；即使最严重事故也不会产生放射性物质大规模泄露，具有“本征安全”的特性	聚变安全性优于裂变
放射性危害	反应过程中释放中子，且会产生长寿命高放射性乏燃料和大量放射性废物	氘氚聚变反应有中子产生，虽然不会产生长寿命高放射性乏燃料，但可能产生少量活化材料，仍具有一定的放射性危害。氘-3聚变和氘硼聚变不产生中子，不会产生放射性危害	聚变放射性危害较小
技术成熟度	三代核电热堆机组已广泛商业化，目前中美等国正在积极推动小堆、快堆等新型裂变核电的研发和商业化	目前仍在实验和验证阶段，距离商业化落地仍有一段距离	聚变尚未实现商业化

资料来源：WNA，国信证券经济研究所整理

虽然核聚变反应可以放出大量能量，但也需要极高的能量才可以发生反应。一般把聚变的能量输出与能量输入的比值称为能量净增益Q，根据计算口径又可分为科学Q值（Q_{sci}）和工程Q值（Q_{eng}）。当Q_{sci}=1时聚变反应达到能量盈亏平衡；当Q_{sci}>1时，反应可以实现自持，又被称为点火；一般认为聚变商业化的门槛是Q_{sci}≥30，覆盖全系统损耗后，仍能实现足够的净电增益和经济回报。

图3：科学Q值定义式

$$Q_{sci} = \frac{\text{等离子体聚变释放的总能量 } E_{fusion}}{\text{外部输入等离子体的加热能量 } E_{heat}}$$

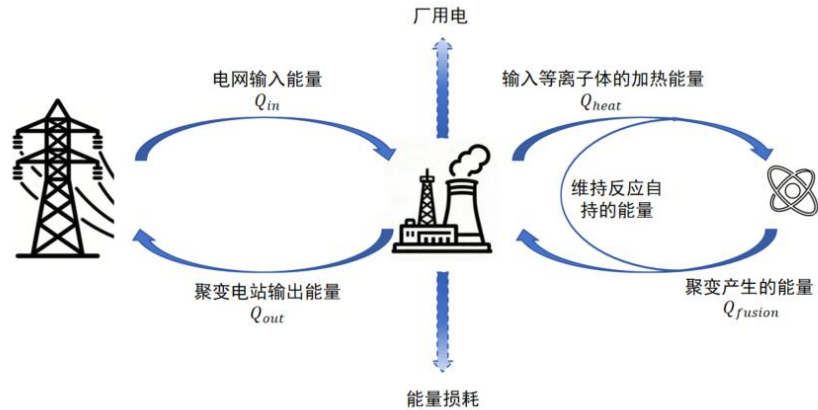
资料来源：国信证券经济研究所整理

图4：工程Q值定义式

$$Q_{eng} = \frac{\text{发电系统最终输送到电网的能量 } E_{out}}{\text{维持发电系统运行的电网输入能量 } E_{in}}$$

资料来源：国信证券经济研究所整理

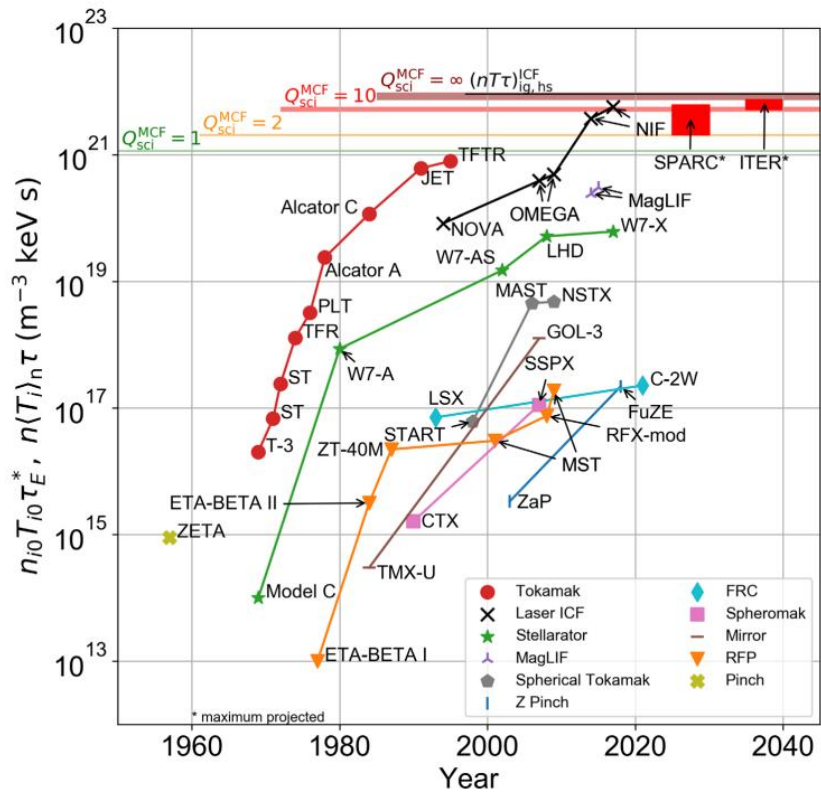
图5：聚变电站能量流向图



资料来源：国信证券经济研究所整理

1957年，英国物理学家约翰·劳森提出了“劳森判据”，即氘氘聚变中，等离子体粒子密度、温度和约束时间的乘积（称为“聚变三重积”）超过 $3 \times 10^{21} \text{ m}^{-3} \text{ keV s}$ 时，聚变反应产生的能量将超过加热输入能量， $Q_{sci} \geq 1$ 并实现自持燃烧。目前全球已有多个托卡马克装置聚变三重积临近 10^{21} 量级，其中中国环流三号装置在2025年5月已达到 10^{20} 量级。

图6：全球各聚变实验装置聚变三重积历史记录



资料来源：Progress toward fusion energy breakeven and gain as measured against the Lawson criterion, Samuel E. Wurzel and Scott C. Hsu, Phys. Plasmas 29, 062103 (2022), 国信证券经济研究所整理

核聚变的燃料

按照核聚变燃料来划分，目前主要的聚变研究方向包括：

“第一代核聚变”，即氢的聚变，包括氘（D，一种氢同位素）-氚（T，一种氢同位素）聚变。氘-氚聚变可以表示为 ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ ，每次聚变会释放约 17.6MeV 能量（按完全反应计算，能量密度约为 8.1×10^{10} 大卡/kg，等效 1.15 万吨标煤），氘氚聚变的点火条件低，相对容易实现，是目前可控核聚变的主要研究方向。

“第二代核聚变”，氦和氦 3（ ${}^3\text{He}$ ，一种氦同位素）的聚变，可以表示为 ${}^2_1\text{H} + {}^3_2\text{He} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_1\text{H}$ ，同时释放约 18.3MeV 能量。这个反应本身不产生中子（但可能出现氘-氚反应而产生少量中子），能量集中在带电的 ${}^4_2\text{He}$ 和 ${}^1_1\text{H}$ 上，反应能量可以直接通过电磁转换进行发电，因此比第一代核聚变更清洁，但发生聚变的条件更高，实现难度更大，是核聚变下一阶段的研究方向。

“第三代核聚变”，即氦 3 的聚变，可以表示为 ${}^3_2\text{He} + {}^3_2\text{He} \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2{}^1_1\text{H}$ ，同时释放约 12.9MeV 能量。这种聚变完全不会产生中子，是最清洁安全的聚变方式，但实现难度也是最大的，目前尚不具备可行性。

此外，**氢硼聚变**也是目前核聚变的一个研究方向，可以表示为 ${}^1_1\text{H} + {}^{11}_5\text{B} \rightarrow 3{}^4_2\text{He}$ ，同时释放约 8.7MeV 能量。氢硼聚变原料丰富，不产生中子，但点火条件极高，温度要求达到 20 亿度以上，难度远超氘氚聚变。

表2：可控核聚变路线对比

	氘氚聚变	氘氦聚变	氦 3 聚变	氢硼聚变
反应方程式	$\text{D} + \text{T} \rightarrow {}^4_2\text{He} + \text{n} + 17.6 \text{ MeV}$	$\text{D} + {}^3_2\text{He} \rightarrow {}^4_2\text{He} + \text{p} + 18.3 \text{ MeV}$	${}^3_2\text{He} + {}^3_2\text{He} \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2\text{p} + 12.86 \text{ MeV}$	$\text{p} + {}^{11}_5\text{B} \rightarrow 3{}^4_2\text{He} + 8.7 \text{ MeV}$
点火难度	最容易实现的聚变方式	较难实现	极难实现	理论上最难实现
反应温度	1 亿度以上	2-3 亿度	5 亿度以上	20-30 亿度
燃料获取	氘：海水含量约 30mg/L 氚：可由锂-6 转换而来，自然界中锂-6 的丰度约为 7.5%	地球上氘-3 储量较少，但月壤氦-3 储量丰富，据估算月球累积氦-3 约 100-500 万吨		氢：宇宙中最丰富的元素 硼：世界上硼矿总储量约 17 亿吨（以 B_2O_3 计）
能量密度	8.1×10^{10} 大卡/千克	8.4×10^{10} 大卡/千克	4.9×10^{10} 大卡/千克	1.7×10^{10} 大卡/千克
中子辐射强度	强，需要厚混凝土屏蔽，对材料有辐照损伤	较低，主要是副反应产生的少量中子	无中子	无中子
技术成熟度	技术难度最低，商业化进度最快	实验室验证阶段，初步进行商业化探索	实验室基础研究阶段，目前未进行商业化探索	国内外均有公司进行商业化探索

资料来源：WNA，国信证券经济研究所整理

氘储量丰富，提取技术成熟。氘在地球上的丰度为 0.016%，大多以重水形式存在，其中海水中氘的浓度大约为 30mg/L，地球海洋中的氘含量可能超过 40 万亿吨。目前氘的提取和生产技术成熟，G-S 精馏和水蒸馏技术已实现工业化应用，根据 Market Growth Reports 报告，2024 年全球氘产量超过 200 公吨，市场价格在 8000-12000\$/kg。

氚主要通过锂-6 制取。氚半衰期仅 12.4 年，在地球上含量较少，除核电中的重水堆会产生少量氚外，氚的制取主要通过热中子轰击锂-6 实现。中国有色金属工业协会锂业分会副会长张江峰《2025 全球锂矿资源开发现状及市场分析》主题演讲中提到，全球锂资源储量约 3000 万吨，资源量达 11500 万吨，预计 2025 年全球锂供应量将突破 170 万吨 LCE。其中锂-6 的丰度约为 7.5%，即锂-6 的资源储量约为 165 万吨，年供应量 12.8 万吨。

考虑一座百万千瓦级氘氚聚变电站，年利用小时数 8000 小时，系统综合效率 40%，每年需消耗氘约 85kg；每年消耗氚约 127kg，不考虑转化效率的情况下需要 254kg

锂-6 进行转换。若前述产量全部用于氘氚聚变，可支撑超过 1500 台百万千瓦机组的燃料需求。

月球土壤氦 3 含量远超地球，或可超前开展第二代聚变技术研究。据相关探测结果，月球上的氦 3 储量或超过一百万吨，远超地球储量。2022 年 9 月，我国科学家已首次成功获得嫦娥五号月壤中氦 3 含量及其最优提取参数。在未来，或可通过提取月壤中的氦 3 为地球提供燃料，甚至直接为月球基地提供能源。

可控核聚变的约束方式和反应装置

由于核聚变的反应环境要求上亿度的高温，目前没有任何材料可以直接承载聚变反应中形成的等离子体，因此必须通过特定的方法控制和约束等离子体，使其不与壁面接触而发生聚变。目前主要有三种约束方式：磁约束、惯性约束和重力约束。其中磁约束是目前主要的研究方向，国内外大部分团队都采用了磁约束路线，也有部分团队进行惯性约束的研究和探索，而重力约束虽然在自然界中普遍存在，但因其天文尺度的反应条件无法在地球上直接实现。

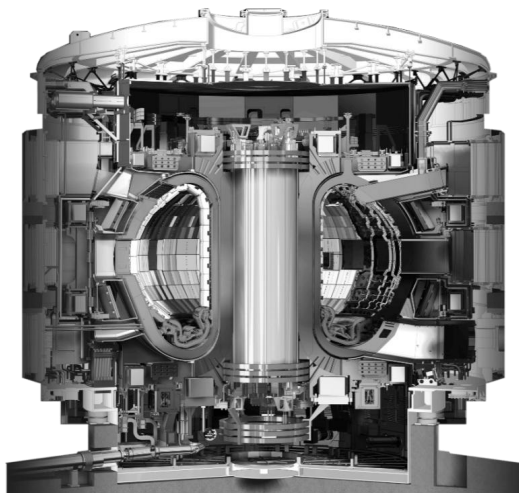
表3: 三种约束方式的对比

	磁约束	惯性约束	重力约束
约束来源	磁场	惯性反冲力	万有引力
约束原理	利用磁场对等离子体的洛伦兹力将其约束在真空容器中，避免与器壁接触，维持聚变条件	利用高能驱动源瞬间轰击氘氚靶丸，通过惯性压缩燃料至高温高压，引发聚变反应	利用天体自身巨大重力压缩核心燃料，形成高温高压环境，自然维持聚变
装置	托卡马克/仿星器/场反位形/磁镜	激光聚变、Z 箍缩聚变	恒星
装置规模	ITER 装置高 29 米，直径 28 米，重 2300 吨	NIF 装置目标仓直径达 30 米，高 30 米，激光光路占地面积远大于目标仓，整个装置长 214 米，宽 123 米，高 26 米	天文尺度
约束时间	秒级约束时间，长脉冲或稳态运行，已实现千秒级稳态长脉冲高约束模等离子体运行	纳秒级到微秒级约束时间，短脉冲运行	持续稳定燃烧
等离子体密度	有经验性的格林沃尔德极限，大概在 $10^{20} \sim 10^{21} \text{m}^{-3}$ 量级等离子体密度过大可能引起“大破裂”现象	峰值等离子体密度远大于磁约束聚变以达到点火条件，NIF 装置的等离子体密度可以达到 1000g/cm^3 量级（约 10^9m^{-3} ）	-
点火方式	欧姆加热+中性束加热	激光	-
燃料	氘氚气体	氘氚燃料靶丸	除氢、氦外，原子序数更大的元素也可以发生聚变
反应连续性	依靠燃料的连续注入，连续性较好	依赖燃料靶丸的连续投放，只能脉冲运行	-
灵活性	点火加热较难，启动灵活性有限；停止燃料注入即可停止，停机灵活性较好	激光点火速度较快，但点火耗能高；若能解决点火能量和靶丸投放问题灵活性可能更好	-
运行成本	氘氚燃料成本、磁线圈电力消耗	靶丸制备成本、激光耗能	-
安全性	无熔毁风险；存在中子辐射和氚辐射的放射性风险	存在中子辐射和氚辐射的放射性风险	-
技术成熟度	目前最成熟的主流路线，商业化进度最快，已进入工程验证阶段	实验验证和前期探索阶段	无人工装置
主要挑战	高性能超导磁体的规模化生产；等离子体控制；第一壁材料；氚增殖	驱动源能量效率和可控性提升；靶丸制备；高重频脉冲运行和第一壁能量转换；氚增殖	-

资料来源：ITER 官网，国信证券经济研究所整理

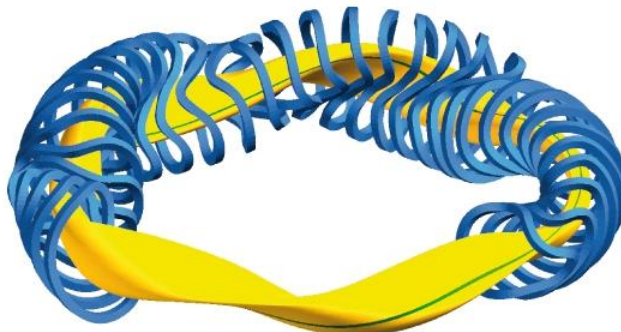
在磁约束核聚变中，又根据不同磁场约束方式形成不同的等离子体位形（空间形态和分布以及边界结构）分为托卡马克、仿星器、场反位形和磁镜等磁约束核聚变装置，其中托卡马克是目前技术最成熟，商业化进度最快，并被认为是最有可能实现核聚变的技术方案。有关各类装置的具体细节，我们将在后续系列报告中进一步介绍。

图7：托卡马克装置示意图



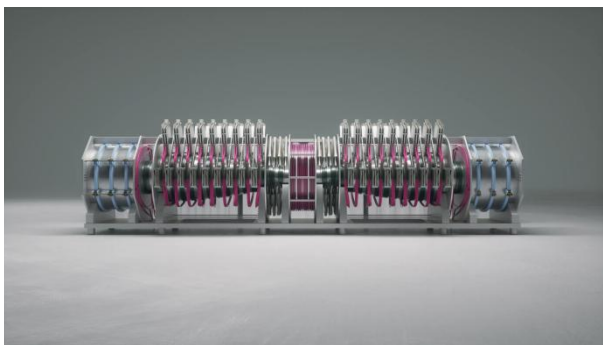
资料来源：ITER，国信证券经济研究所整理

图8：仿星器装置示意图



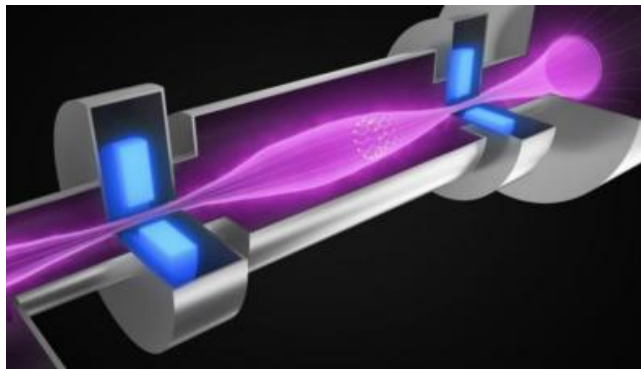
资料来源：德国马克斯·普朗克等离子体物理研究所，国信证券经济研究所整理

图9：场反位形装置示意图



资料来源：Helion Energy，国信证券经济研究所整理

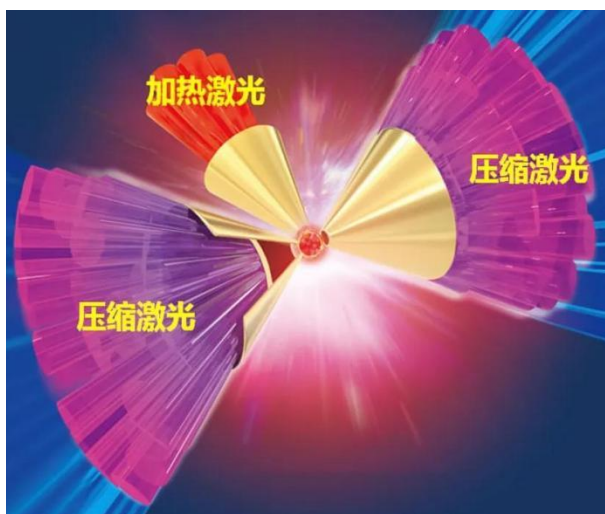
图10：磁镜装置示意图



资料来源：FIA，国信证券经济研究所整理

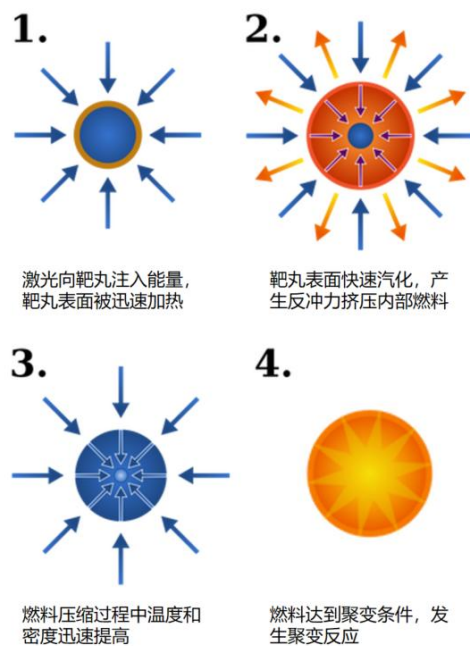
惯性约束聚变领域，目前主要包括激光聚变和 Z 箍缩聚变-裂变混合堆两种路线。激光聚变具有更高的等离子体密度，美国国家点火装置（NIF）已实现 $Q_{sci} > 4$ 的激光点火，但仍没有解决驱动效率低、可控性差和重频低等问题，目前仍处于实验室研究阶段。Z 箍缩聚变-裂变混合堆结合了聚变和裂变的优势，将聚变作为高能中子源，从而提高临界包层的裂变效率和出力水平，混合堆虽然以聚变堆芯为核心，但主体仍是裂变包层，在技术成熟度和工程落地难度方面较聚变堆有一定优势。

图11：双锥对撞激光点火方案示意图



资料来源：光明网，国信证券经济研究所整理

图12：磁镜装置示意图



资料来源：维基百科，国信证券经济研究所整理

全球聚变行业发展如火如荼，中美竞逐第一度核聚变电力

国内聚变行业：两支国家队领衔攻关，聚变路线百花齐放

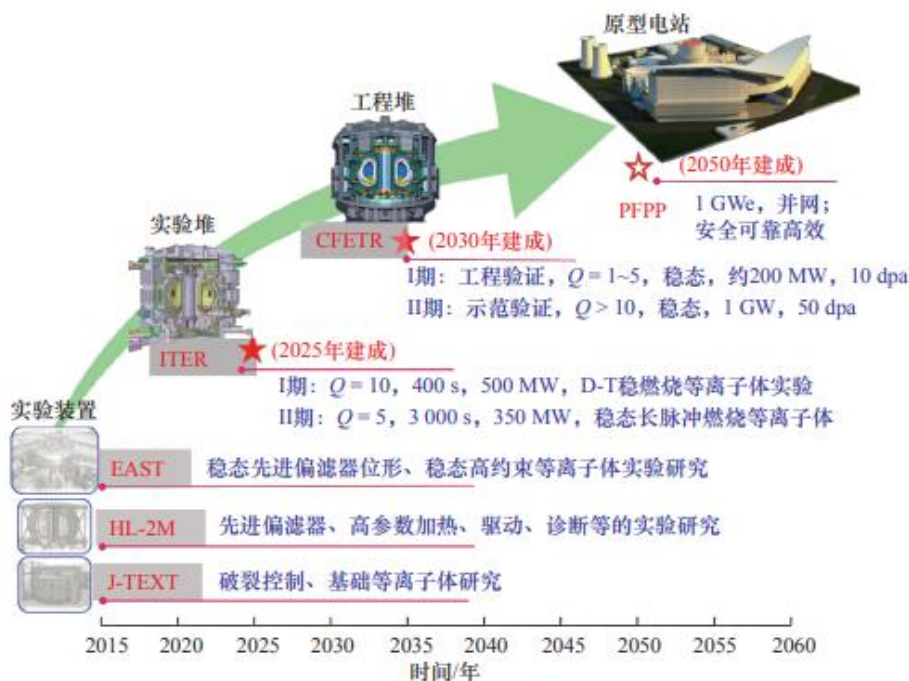
我国制定了“热堆-快堆-聚变堆”的核能三步走战略，聚变堆是我国核能利用的最终目标，并在磁约束核聚变领域制定了近期、中期和远期技术目标，分别为：

近期目标（2015-2021年）：建立近堆芯级稳态等离子体实验平台，吸收消化、发展与储备聚变工程试验堆关键技术，设计、预研聚变工程试验堆关键部件等；

中期目标（2031-2035年）：建设、运行聚变工程试验堆，开展稳态、高效、安全聚变堆科学研究；

远期目标（2035-2050年）：发展聚变电站，探索聚变商用电站的工程、安全、经济性。

图13：中国磁约束聚变发展路线图



资料来源：高翔, 万元熙, 丁宁等. 《可控核聚变科学技术前沿问题和进展》. 中国工程科学, 2018, 20(03): 25-31., 国信证券经济研究所整理 注: CFETR 装置已更名为 CFEDR, 建成时间规划为 2035 年

目前我国聚变领域多种技术方案百花齐放，形成了以国企主攻目前最成熟的托卡马克路线探索商业发电，辅以民营企业探索新型聚变路线的格局。聚变新能、中国聚变能源两大国家队和星环聚能、能量奇点等民营企业主攻托卡马克路线，瀚海聚能、星能玄光、诺瓦聚变等公司研发场反位形路线，鸿鹄聚变研发仿星器路线，新奥科技采用氢硼聚变路线，东昇聚变采用氦三聚变路线，张杰院士团队采用激光聚变路线等。我国以托卡马克为主力路线，基本覆盖当前各类聚变装置，全面探索聚变发电的可行性。

表4: 我国主要聚变装置现状及未来规划

单位	装置名	状态	位置	装置类型	主要特征及历史成就	未来规划
中国科学院等离子体物理研究所	EAST	在运	安徽合肥	托卡马克	世界首个全超导托卡马克装置。2006年9月首次物理放电成功,2017年1亿摄氏度等离子体运行,2025年1月20日实现1066秒稳态高约束模运行。	2026年前完成加热系统和水冷系统改造,可能在2027年左右进行氦氖燃烧试验,为BEST探路
	CRAFT	在建	安徽合肥	托卡马克	全称聚变堆主机关键系统综合研究设施,旨在攻克聚变堆核心部件的工程技术难题,为CFETR奠定基础。2018年12月获批开工,2022年3月园区主体工程交付使用。设施共包括19个子系统,截至10月,已完成116项关键里程碑的76项。	计划2025年底建成,建成后三大目标:验证聚变堆关键部件工程可行性;建立聚变堆主机系统集成测试能力;形成聚变堆主机系统综合研究数据库通过搭建国际领先的科研平台,为核聚变能源商业化提供理论依据和工程经验。
聚变新能	BEST	在建	安徽合肥	托卡马克	全高温超导托卡马克装置。2023年1月项目正式启动,2025年5月提前两个月启动工程总装,10月完成首个关键部件杜瓦底座吊装。	预计2027年全面建成,成为全球首个氦氖实验装置,科学目标为 $Q>1$ 及 $TBR>1$ (实现氦自持),预计2030年后进行演示发电
	CFETR	在建	安徽合肥	托卡马克	原名CFETR,即中国聚变工程实验堆。2025年3月正式开工。	预计2028年完成主机部件安装,实现首次等离子体放电,验证装置基本功能;2030年左右全面建成,启动氦氖燃烧实验,目标实现 $Q>1$,目标是在2035年建成二期项目并在BEST实验基础上实现1GW聚变功率输出和3000秒稳定燃烧, $Q>10$,为2050年前后商业聚变电站奠定基础。
中核集团西南物理研究所(已成为中国聚变能源下属单位)	HL-1、HL-1M、HL-2A	已退役或转后备平台	四川成都	托卡马克	HL系列,即中国环流器装置。HL-1是中国首台自主设计建造的托卡马克装置,1984年建成,1995年改造为HL-1M。2002年HL-2A首次放电,2006年实现高参数稳定运行。	
	HL-3	在运	四川成都	托卡马克	原HL-2M装置,2020年12月4日首次放电,2022年10月等离子体电流突破1MA,跻身国际第一方阵。2023年实现高约束模式(H模)长脉冲运行,2025年3月实现离子温度1.17亿度、电子温度1.6亿度,综合参数聚变三乘积达 10^{20} 。	25年7月已开展涉氦装置招标,计划2027-2028年开展氦氖燃烧预实验。
中国聚变能源	HL-4	规划	上海	托卡马克	基地建设方案已开标,采用全高温超导托卡马克路线。	十五五期间建成,2027年完成原型磁体研发,2030年实现能量净收益 $Q>5$,中国聚变能源未来规划3-5年迭代一轮装置。
江西聚变新能源	星火一号	在建	江西南昌	聚变-裂变混合堆	全球首个聚变-裂变混合堆,聚变功率40MW,总输出300MW	2029年底完成装置主体建设,2030年并网演示发电
新奥科技	玄龙-50U	在运	河北廊坊	托卡马克	原玄龙-50,采用氢硼聚变路线,球形托卡马克装置,2023年升级后已达成等离子体电流突破1MA,离子温度4000万度	转型技术验证平台,主要为和龙-2提供参数参考
	和龙-2	规划	河北廊坊	托卡马克	2022年启动设计,2025年完成物理设计,工程预算和环评基本完成。	计划2027年建成。等离子体电流5-10兆安,离子温度10亿度,验证氢硼聚变反应率(Q 值 >1),达到聚变燃烧临界条件。
星环聚能	SUNIST-2	在运	陕西西安	托卡马克	与清华大学工程物理系合作,2022年完成建设,是国内首个由民营企业主导建设的球形托卡马克装置。	
	NTST	规划	上海	托卡马克	负三角形球形托卡马克	计划2026年9月开始安装建设,可能在2026-2027年建成,为CTRFR-1提供工程参考
	CTRFR-1	规划	托卡马克	托卡马克	采用高温超导负三角形托卡马克设计和磁重联加热技术,2024年完成物理设计。	计划2027年启动建设,2028年完成安装,2029年运行至满参数水平。验证 $Q>1$
能量奇点	洪荒70	在运	上海	托卡马克	全球首台全高温超导托卡马克装置,2024年6月18日实现等离子体放电	
	洪荒170	规划	上海			计划2027年建成,目标能量增益 $Q\geq 10$
	洪荒380	规划				氦示范电站,计划2030年后启动建设,目标输出功率300-500MW,实现示范发电
瀚海聚能	HHMAX-901	主体建成	四川成都	场反位形	场反位形等离子体实验装置。2025年2月启动改建,6月完成主体工程,7月实现等离子体点亮。	2025年底全面完成装置建设,温度参数2-3keV,实现中子源商业化,后续会升级至5keV。2026年开始二代装置设计,目标 $Q\geq 1$;最终三代装置瞄准度电2毛钱的商业发电。
诺瓦聚变		规划	上海	场反位形	2025年8月完成5亿元天使轮融资,创下国内民营核聚变企业单笔融资纪录,投资方包括社保基金、君联资本、高榕创投等,资金将用于首台实验装置研发。	计划采用场反位形研发小型模块化聚变堆(FRC-SMR),短期目标是实现1亿度离子温度,完成关键技术验证工作。中期目标是实现聚变能量增益 Q 大于1,攻克经济高效获取聚变能的核心技术难题。长期目标是成功实现50兆瓦的聚变电力输出,推动小型模块化聚变电站商业化应用。
星能玄光	Xeonova-1	建成	安徽合肥	场反磁镜	直线型单边场反磁镜,2025年2月Xeonova-1实现等离子体放电,	
	KMAX-U	在建	安徽合肥	场反磁镜	场反磁镜,2025年4月完成设计	计划2025年底建成并启动实验,2026年开发KMAX-CTI高密度等离子体注入系统,2027年完成高温超导磁体测试,启动50MW示范电站概念设计。

东昇聚变		规划	上海	托卡马克	采用氘-氦3托卡马克路线	计划2025年底完成装置工程设计,2028年建成一代装置。
鸿鹄聚变	致远一号	规划	上海	仿星器	全高温超导仿星器,已完成装置科学设计,正在进行工程设计	预计2026年开工,2028年建成
安东聚变				Z箍缩	2026年1月25日宣布核心集成放电模组“雷震子”测试顺利。	预计2026年将完成高功率驱动装置“雷神”的建设。到2030年左右,建成60兆安级大型驱动器,实现可靠重频运行和工程意义上的能量增益(Q>1);到2035年,实现Q>30并开始建设示范电站;到2040年,目标实现Q>100的商业化发电。
DCI		实验室	上海	激光聚变	双锥激光聚变路线,目前仍在实验室阶段,由张杰院士主导。2025年6月获得里程等离子体状态。	计划2028年实现激光聚变点火,2040年建成50Hz激光聚变装置,2045年实现商用,发电成本低于0.2元/kWh。
岩超聚能		规划	上海	仿星器		超导先进仿星器技术路线,并将顶尖的超导磁体技术降维应用于能源、工业、医疗、航天等领域率先开展商业化。
星核聚能		规划	安徽合肥	仿星器		超导先进仿星器路线,分三代装置进行。

资料来源:各公司官网,国信证券经济研究所整理

聚变新能:从BEST到CFETR的中科院聚变平台。

聚变新能(安徽)有限公司(简称“聚变新能”)是我国核聚变能商业化的重要实施主体平台之一,是中科院合肥物质院等离子体物理研究所磁约束核聚变领域的唯一成果转化平台。公司规划在10-15年之内实现集实验研究、工程示范、商业应用一体化的聚变商业化体系,按照“紧凑型聚变能实验装置(BEST)-聚变工程示范堆(CFETR)-首个商业聚变堆”三步走战略,系统布局实验研究、工程示范及商业化应用的全链条发展路径。聚变新能成立于2023年5月,注册资本50亿元,2024年6月通过增资扩股增至145亿元,形成了“地方政府+科研院所+央企资本”的综合体融资模式。

表5:聚变新能股权结构

股东名称	持股比例
安徽皖能丰禾聚变科技合伙企业	20.5%
合肥产投新能科技合伙企业	20.5%
中国石油集团昆仑资本有限公司	20%
合肥科学岛控股有限公司	20%
安徽省科创投资有限公司	19%

资料来源:聚变新能官网,国信证券经济研究所整理

BEST(Burning plasma Experimental superconducting Tokamak)装置为世界首个紧凑型聚变能实验装置,将首次演示聚变能发电。BEST项目主机直径18米,高19米,总重6000吨,装置大半径3.6米,小半径1.1米,中心场强度6.15T。BEST项目预计2027年底建成,力争在2030年率先实现聚变净功率增益并演示发电。BEST科学目标分两个阶段进行:

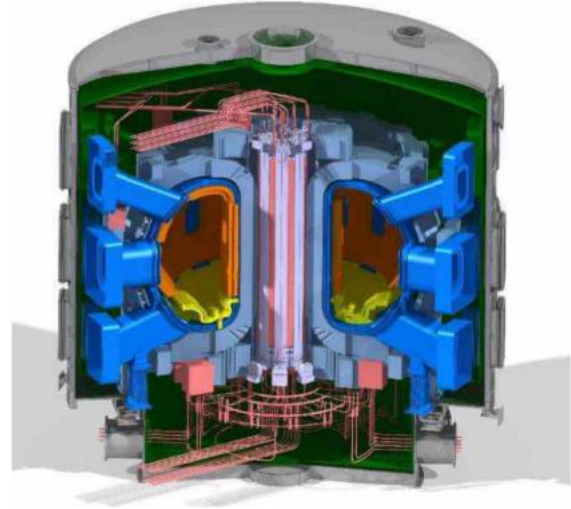
- 实现聚变功率20-40MW、聚变增益Q>1的氘氦等离子体运行,研究氘氦聚变等离子体稳态运行相关的科学技术问题;
- 实现聚变功率100-200MW、聚变增益Q>5、5-10秒的氘氦等离子体燃烧,研究未来聚变堆阿尔法粒子加热主导条件下的聚变燃烧等离子体关键科学技术问题。

图 14: BEST 项目示意图



资料来源：聚变新能官网，国信证券经济研究所整理

图 15: BEST 装置三维设计图（侧视剖面）



资料来源：BEST 环评报告，国信证券经济研究所整理

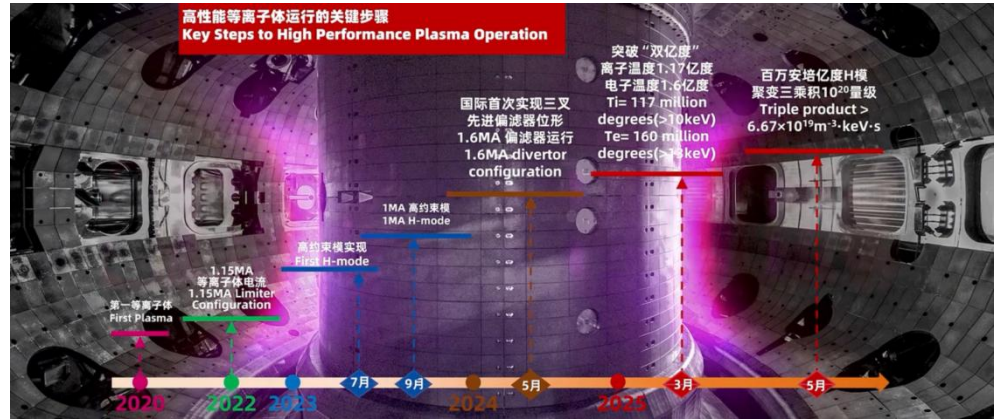
BEST 项目于 2023 年 1 月正式启动建设，6 月进入园区土建施工阶段，10 月完成工程设计全部工作并转入核心部件生产制造阶段。2025 年 3 月，BEST 项目首块顶板浇筑，5 月 1 日举行工程总装仪式并进入核心总装阶段；10 月 1 日完成杜瓦底座落位安装，主机进入全面建设阶段。截至目前，BEST 装置 520 万个设计零件的设计工作已全部完成，全面进入产品预研和制造阶段，总体进度完成率达 35%。

中国聚变能源：中核集团聚变能源产业的实施主体、投融资平台及抓总单位。

中国聚变有限公司于 2025 年 7 月挂牌成立，总部位于上海，是中核集团二级单位，代管中核集团核工业西南物理研究院（“西物院”）。中国聚变能源承接西物院研究体系，面向聚变工程化、商业化，作为国务院国资委“9+6”战略性新兴产业和未来产业聚变能源任务实施主体，以及可控核聚变创新联合体合作平台，公司已被列入国务院国资委启航企业，主要包括五大定位：聚变领域的世界一流企业、全球聚变能源开发的引领者、我国聚变产业商业化的国家队和创新主体、央企聚变未来能源产业的实施主体、中核集团聚变能源相关业务的投融资平台及抓总单位。

西物院是我国最早致力于可控核聚变和等离子体物理研究的专业科研院所，1965 年建于四川乐山，是聚变堆研发的核心单位与 ITER 计划重要支撑单位，同时被国际原子能机构（IAEA）认定为聚变能研究与培训协作中心。西物院建成了我国首个核聚变国家大科学工程装置中国环流一号（HL-1），并迭代了环流二号、环流三号系列装置。中国环流三号装置于 2025 年 3 月 28 日首次双亿度运行，原子核温度达到 1.17 亿摄氏度、电子温度达到 1.6 亿摄氏度；5 月 28 日实现百万安培亿度 H 模（高约束模式）运行，聚变三重积超过 $6.67 \times 10^{19} \text{ keV} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^3$ ，已接近点火条件。

图16: 中国环流三号装置实验进程



资料来源：中核集团，国信证券经济研究所整理

2025年7月23日，中核集团、中国核电、中国石油集团昆仑资本有限公司、上海未来聚变能源科技有限公司、国家绿色发展基金股份有限公司、浙能电力和四川重科聚变能源科技有限公司共同向中国聚变能源投资114.92亿元。中国聚变能源计划将在上海新建高温超导聚变实验装置中国环流四号（HL-4），并通过改造环流三号装置在2027年开展首次氦气实验，计划2030年具备工程试验堆研发设计能力，目标在2035年左右建成中国聚变工程实验堆，2045年左右建成首个商用示范堆。

表6: 中国聚变能源股权结构

股东名称	持股比例
中核集团	50.35%
昆仑资本	20%
上海聚变	11.81%
中国核电	6.65%
浙能电力	5%
国绿基金	3.19%
四川聚变	3%

资料来源：中国核电公告，国信证券经济研究所整理

海外聚变行业：私营企业主导，商业化规划激进

国际聚变旗舰装置 ITER 延期，各国加速发展本国聚变装置。ITER 装置是全球规模最大、影响最深远的国际核聚变研究合作项目，位于法国南部卡达拉舍，由欧盟、中国、美国、日本、韩国、印度和俄罗斯七大成员方共同参与。2006年成员方签署签署了《ITER 联合实施协定》，初始预算约50亿欧元，计划2016年投入运营。2013年 ITER 正式开工建设，但由于工程复杂度高、供应链协调困难、部分组件存在缺陷以及疫情等因素，ITER 装置进展大幅延期，2024年7月发布的最新基线计划中，将装置正式运行开始研究阶段的时间点延后到2034年，2036年实现全磁能运行，2039年进入氦气实验阶段，项目预算也随之提高，总投资达到250亿元（含实物贡献）。由于核聚变的实现难度与装置规模密切相关，ITER 项目作为最大的核聚变装置，在建设早期被全球各国视为实现可控核聚变的主力研究装置，各国对本国聚变行业的规划都基于对 ITER 装置实验结果的预期。但随着 ITER 项目进度不及预期，各国开始加码本国聚变研究，聚变行业投资增加，发展规划上也不再依赖于 ITER 装置的进展。

图17: 2026年1月29日 ITER 完成第四个扇区安装



资料来源: ITER 官网, 国信证券经济研究所整理

图18: ITER 装置全景



资料来源: ITER 官网, 国信证券经济研究所整理

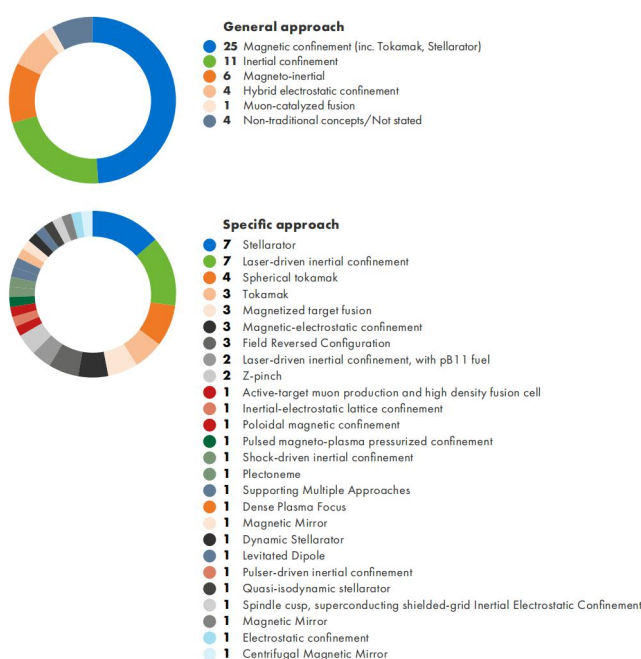
根据美国聚变工业协会（FIA）发布的《2025 年全球聚变工业报告》¹统计，私有资本投资在聚变行业投资中占主导地位，总投资额达到 89.7 亿美元，占比约 92%；而公共融资仅 7.95 亿美元。全球聚变企业达到 53 家，其中美国独占 29 家；全球投资额超过 10 亿美元的公司共 3 家，分别为 Commonwealth Fusion Systems(CFS)、TAE Technologies 以及 Helion Energy，均为美国公司。从技术路线的选择上看，磁约束装置和氘氚燃料是主流方向，但惯性约束以及磁约束中的仿星器路线占比较国内更高。协会调研结果显示，行业将 2030 年代视为可控核聚变实现商业化的关键十年，45 家受访企业中有 35 家预计在 2030-2035 年间可控核聚变将具备商业运营可行性，三分之二的受访者认为全球第一座核聚变电厂将在 2031-2040 年间实现并网。

图19: 全球聚变企业分布



资料来源: FIA, 国信证券经济研究所整理

图20: 采用不同聚变路线的公司数量



资料来源: FIA, 国信证券经济研究所整理

¹ 该报告对中国聚变行业的统计仅包括能量奇点、新奥集团和星环聚能

除中国之外，美国是全球核聚变行业发展最快的国家，美国能源部正式发布了《聚变科学与技术路线图》作为美国推进聚变商业化的核心国家级战略文件，将聚变定位为“能源安全、气候效益与战略安全三重价值”核心领域，明确 21 世纪 30 年代中期建成聚变试验电厂（FPP）并在 2040 年代实现商业聚变发电规模化并网。多家公司明确规划在 2030 年代实现可控核聚变的商业化。目前多家美国公司已公开了商业化聚变电站的相关规划。除美国外，欧洲国家、日本等国也明确提出支持可控核聚变行业发展，并分别提出了发展路线和时间节点。

表7：海外国家层面的核聚变发展规划

国家	发展规划
美国	美国能源部（DOE）发布《核聚变科学与技术路线图》，将聚变定位为“能源安全、气候效益与战略安全三重价值”核心领域，提出了至 2035 年加速聚变商业化的十大行动，明确目标在 2030 年代中期实现核聚变商业化发电。 美国国会于 2025 财年 DOE 聚变能源科学办公室（FES）的研发预算提升至 7.9 亿美元，聚焦聚变基础科学、等离子体研究等核心领域。9 月 DOE 宣布 1.34 亿美元定向拨款，用于巩固美国聚变技术领先地位：其中 1.28 亿美元投向 FIRE 协作计划（核聚变创新研究引擎），610 万美元投向 INFUSE 计划，支持 20 个私营企业与国家实验室/高校的合作项目，涵盖高温超导磁体、激光技术、AI 聚变模拟等方向。 美国智库“特别竞争研究项目”（SCSP）发布《迈向核聚变未来：为美国的未来提供动力》报告，提出推进聚变商业化的政策建议，包括将核聚变列为国家安全优先事项，建议将核聚变列为国家安全优先事项等。
欧盟（整体）	通过 ITER 计划主导全球聚变基础研究，推动 2040 年前实现欧洲本土聚变电厂并网，制定统一的氚存量阈值与聚变废物处置标准，协调成员国监管政策 10 月 1 日，德国内阁批准了《核聚变发电行动计划》，到 2029 年将投资超过 20 亿欧元用于核聚变研究、建立科研基础设施和开发试点项目，目的是建立德国首座核聚变电站，加速核聚变商业化。在本立法期内将“核聚变 2040”和能源研究计划下的资金总额增加至 17 亿欧元，到 2029 年将资助高达 7.55 亿欧元用于建设科研基础设施。总计到 2029 年，联邦政府将为聚变能资助超过 20 亿欧元。
德国	德国总理弗里德里希·默茨在北海峰会上表示，风能只是一种过渡性能源，核聚变将在三十年内提供极其廉价的电力并最终取代风能。
英国	推进“用于能源生产的球形托卡马克”（STEP）原型堆建设，计划 2040 年前实现并网发电，打造牛津聚变产业集群。
日本	将聚变能作为核电占比提升的重要支撑（目标 2040 年核电占比达 20%），聚焦激光惯性约束路线，计划 2030 年验证聚变点火核心条件
韩国	发布《2026 年度聚变研究开发执行计划》，预算提升至 1124 亿韩元，启动韩国创新型核聚变反应堆（CPD）设计，新设 AI 专项（45 亿韩元）与“核聚变插件程序项目”，支持球形环、场反位形等多元技术路线探索。

资料来源：中国科学院科技战略咨询研究院，国信证券经济研究所整理

表8：海外主要聚变装置现状及未来规划

国家	公司名称	装置名	装置类型	进度	规划
美国	Commonwealth Fusion Systems (CFS)	SPARC	托卡马克	2026 年 1 月完成首台磁体安装；与英伟达、西门子合作构建 AI 数字孪生；累计融资近 30 亿美元，获比尔·盖茨、英伟达和谷歌投资。入选美国 DOE 里程碑计划	计划夏末前装完 18 个磁体；2026 年底完成建设，2027 年实现首次等离子体放电并实现净能量增益
		Arc	托卡马克	2025 年 5 月 27 日启动当地分区审批程序，选址弗吉尼亚州-切斯特菲尔德县 94 英亩地块，规划装机 400MW	计划 2030 年代初建成并实现商业化供电。已与谷歌、Eni 集团签署购电协议。
	Helion Energy	Trento（第六代原型机）、Polaris（第七代原型机）、Orion（原型发电站）	场反位形	2025 年 F 轮融资后估值超 50 亿美元，与微软签约全球首份聚变发电采购协议，约定 2028 年供 50MW 电力。获得山姆·奥特曼投资。	2026 年优化 Polaris 原型机，提升反应频率；2028 年建成 50MW Orion 试点工厂并向微软供电；2030 年代为纽柯钢铁提供 500MW 电力
	TAE Technologies	Norman（第五代堆）、Copernicus（第六代堆）	场反位形	第五代装置 Norman 实现超 7500 摄氏度等离子体；2025 年 12 月与特朗普媒体科技集团宣布合并	2026 年启动商业化聚变电站选址，仅限美国红州申请
	Pacific Fusion	DS	磁惯性约束	2024 年完成 9 亿美元 A 轮融资，与通用原子合作测试脉冲发生器模块；公布代号“DS”的聚变实验装置设计	2030 年前在新墨西哥州建成净增益设施，实现设施层面能量平衡
	General Fusion		托卡马克	2025 年 8 月投资 2000 万美元推进氘燃料循环技术；	2030 年前实现高温超导托卡马克商业化

Atomics Fusion Division			运营 DIII-D 装置，高温超导磁体技术积累深厚 持续优化 DIII-D 性能，为 SPARC、ITER 提供技术支持		
Zap Energy	FuZE-3、Century 平台	Z 箍缩	入选 DOE “里程碑式聚变发展计划”；FuZE-3 装置实现电子压强高达 830MPa、总压强达 1.6GPa 的等 离子体；Century 平台完成 1000 次连续等离子体放 电	推进 Century 平台向商业相关聚变增益发展；开发 基于 Z-pinch 构型的商用发电技术	
Type One Energy	InfinityOne、 InfinityTwo	仿星器	2023 年与田纳西河谷管理局、美国能源部橡树岭国 家实验室合作，计划 2025 年在田纳西州克林顿的 Bull Run 化石发电厂旧址建造仿星器聚变原型机 InfinityOne，有望在未来 10 年内实现商业聚变。 获得比尔·盖茨投资；入选美国 DOE 里程碑计划	InfinityOne 预计 2029 年调试运行，InfinityTwo 最早可能于 2028 年开工建设。	
Realta Fusion	WHAM	紧凑型磁 镜	2025 年 5 月完成 A 轮融资。技术基础来自威斯康星 高场轴对称镜 (WHAM) 项目，该项目已经获得了美国 能源部 ARPA-E (高级研究计划署-能源) 计划超过 1000 万美元的资助；入选美国 DOE 里程碑计划	在 2030 年之前设计和制造出盈亏平衡轴对称镜	
Thea Energy (美国/德国)	Eos (首台装 置), Helios (聚 变示范电厂)	仿星器	原 Princeton Stellarators, 2022 年从普林斯顿等 离子体物理实验室衍生，采用“平面环绕线圈+平面 整形线圈”组合生成三维磁场。2024 年 A 轮融资 2000 万美元；2026 年 1 月完成 Helios 示范电厂预概念 设计审查 (DOE 里程碑计划首个完成该节点企业)； 入选美国 DOE 里程碑计划	计划在 2030 年代实现并网运行	
Focused Energy	LightHouse	激光聚变	2024 年完成科学报告，详细介绍了其基于直接驱动 激光惯性聚变的初始高增益目标设计。这是美国能 源部 (DOE) 基于里程碑的聚变发展计划的第一个里 程碑。2024 年 12 月于 Amplitude 合作，推动两套 激光系统超越惯性聚变能源的尖端水平，激光装置 将建在旧金山湾区，设施耗资 6500 万美元。入选美 国 DOE 里程碑计划	第二个里程碑是在科罗拉多州立大学先进极端光子 学激光实验室完成一项实验，以测量和优化激光产 生的质子聚焦。	
Xcimer Energy	Phoenix, Vulcan	激光聚变	2024 年 6 月完成 1 亿美元 A 轮融资；Phoenix 原型 激光系统完成初步组装；与通用原子合作开发靶丸 制造技术；入选美国 DOE 里程碑计划	2026 年展示 Phoenix 原型；2026 年年底前确定其下 一代大型激光设施的选址；2031 年前建成 Vulcan 设施实现工程收支平衡；开发 10 兆焦级激光系统用 于商业化聚变发电	
NIF	NIF	激光聚变	美国国家点火装置，由美国能源部下属管理核武器 的国家核安全局负责运行，它的主要任务是实现能 产生高能聚变反应，并为美国核武器储备的维护 提供指导，兼具核武库存管理与聚变能源研发双 重使命。NIF 是全球最大的惯性约束聚变，位于劳 伦斯利弗莫尔国家实验室。2022 年 12 月首次实现 科学点火，输入 2.05MW 激光能量，获得 3.15MW 聚 变能量输出，是人类首次在受控实验室条件下明确 验证聚变点火 ($Q>1$) 的里程碑事件。截至 2025 年 5 月 26 日，NIF 累计打靶 4682 发，激光聚变实验 1381 发，最高达到 $Q>4$	计划新建第二靶室开展直接驱动聚变方案研究。计 划到 2035 年实现稳定工程增益 ($Q>10$)，验证高重 复频率运行 (>10 次/天)，2045 年建成 1.6GW 项目， 度电成本降至 5.3 美分/kWh。	
俄罗斯	Rosatom	TRT、DEMO-RF、 DEMO-FNS	托卡马克、 混合堆	俄罗斯核电国家队。2024 年底 TRT (采用反应堆技 术的托卡马克) 初步设计完成，通过 TRT 装置产生 的热核中子进行钍基裂变发电 (即托卡马克聚变- 钍基裂变反应堆)	目标是 2030 年建成 TRT
英国	Tokamak Energy	ST40, ST80-HTS	托卡马克	2024 年 10 月 16 日首次公布了其高场球形托卡马克 电厂的设计细节，该电厂旨在产生 800 兆瓦的聚变 功率和 85 兆瓦的净电力。12 月 5 日，美国能源部 和英国能源安全与净零部宣布，将投资 5200 万美 元，共同升级 ST40 实验性聚变设施。通过美国子公 司入选美国 DOE 里程碑计划	计划在 2026 年前在英国牛津附近的 UKAEA 卡勒姆校 区建造一个原型球形托卡马克 ST80-HTS，目标是在 2030 年代中期让试点聚变能源工厂投入运营，并在 全球部署 500 兆瓦的商业电厂
英国	First Light Fusion		惯性约束	英国唯一的惯性聚变公司，2022 年采用“射弹聚变” 路线，装置 Big Friendly Gun 以 19.1 马赫发射 100 克射弹，弹丸撞击靶丸前达到 6.5 公里/秒，并在燃 料内爆时达到 70 公里/秒以上。2022 年 2 月完成 4500 万美元 C 轮融资，腾讯参与投资。2025 年 3 月战略专项，宣布放弃聚变电厂开发计划，转热推 进 FLARE 放大器技术推动核聚变快速实现商业化。	计划通过气 FLARE 路线实现 1000 倍能量增益
德国	Proxima Fusion	Alpha	仿星器	2023 年从德国马克斯·普朗克等离子体物理研究所 分离成为独立公司，也是其首个衍生项目，技术依 托全球在运最先进仿星器装置 W7-X，采用高温超导 仿星器路线，已筹集 6000 万欧元。	计划在 2027 年建设 Alpha 示范电厂，2031 年实现 能量净增益；2030 年代初开发商业化聚变装置
德国	Gauss Fusion	GIGA	仿星器	2025 年 10 月 9 日正式发布概念设计报告，是欧洲 首份针对商业聚变电厂 GIGA 的完整概念蓝图。11 月底发布了欧洲聚变电站选址研究报告，识别了 150 个工业集群，包含 900 个潜在厂址	最终厂址选定预计在 2027 年底前完成，GIGA 预计 投入 150-180 亿欧元，目标在 2040 年代中期建成首 座吉瓦级商业聚变反应堆。

	Marvel Fusion	LION2	激光聚变	采用氢硼激光聚变，2025年3月27日完成B轮融资，获西门子注资，总融资金额达到1.13亿欧元。FusioTile项目目标是建立米尺度大型脉冲压缩光栅制造工艺，将用于激光聚变。激光聚变实验仓LION 2于2025年7月17日在慕尼黑附近的路德维希·马克西米连大学先进激光应用中心正式启用	最迟2026年底首次使用自研激光器进行演示；计划2035年建成首座电站
加拿大	General Fusion	LM26	磁化靶聚变	2025年5月5日通过公开信承认资金链断裂，被迫裁员25%并收缩研发，当时行业普遍视其为技术路线的挫败；8月21日宣布完成2200万美元融资完成扭转，2026年1月宣布通过与Spring Valley收购公司III的业务合并，将以SPAC方式登陆纳斯达克，估值约10亿美元。LM26已在2025年初完成设计、建造并投入运行，旨在实现关键里程碑：1keV加热、1亿摄氏度加热并最终实现劳森判据。LM26于2025年3月10日首次实现等离子体，5月5日首次实现等离子体压缩	目标在2026年实现能量收支相抵的“科学盈亏平衡”。计划在未来10年内将聚变能源的清洁基荷电力引入电网
法国	Renaissance Fusion		仿星器	2023年种子轮融资筹集1640万美元，开发锂基液态金属第一壁高温超导仿星器	计划2030年底按建成吉瓦级聚变反应堆
日本	Helical Fusion	Helix HARUKA、Helix KNATA	LHD仿星器	2025年7月完成A轮融资，总资本达到52亿日元。已完成高温超导线圈性能测试	2030年代实现商业发电
印度		Aditya、SST-1、SST-Bharat	托卡马克、混合堆	Aditya是印度首个本土托卡马克，后升级为Aditya-U。2000年代投运的SST-1是印度首个稳态超导托卡马克	2030-2040年代建设SST-Bharat，旨在实现净能量增益和氚增殖验证，目标Q=5，输出聚变功率170MW；最终通过安装船增殖包层和裂变包层，目标输出130MW电力（其中裂变输出100MW，聚变输出30MW），预计造价2000-2500亿卢比。计划2050年建成并网发电的两座1000MW级DEMO示范堆（根据SST-Bharat实验结果决定选择FFHR混合堆或纯聚变堆路线）
以色列	nT-Tao	C3		2026年1月宣布C3紧凑型聚变原型机已成功实现首次等离子体。	

资料来源：IAEA、中国核技术网、中国核电网、可控核聚变公众号、核聚变商业化公众号、量子位、伦敦邮报、公司官网、国信证券经济研究所整理

目前全球聚变行业仍以中美两国发展最为领先，且在“全球首个并网发电的核聚变项目”的竞争趋势日益激烈。虽然从核聚变装置的“商业化并网发电”来看，美国企业的规划普遍更激进，落地时间更早，但从核聚变行业发展进程来看，中美聚变行业并无明显差距，主要区别在于对于“商业化发电”的定义和要求不同。实际上2025年以来，美国学界和产业界不乏对“输掉聚变竞争”的担忧，美国能源部下属国家实验室研究报告指出，“美国在磁约束聚变这一主流赛道已失去长期以来的领先地位”。整体来看，中国聚变行业的主要优势在于举国体制下的长期稳定和系统性的国家支持、强劲的工程建设和全产业链全流程的配套供应能力等；而美国聚变行业的主要优势在于深厚的科研和技术积累带来的先发优势、部分尖端技术和设备的垄断、民营资本的灵活性以及接入电网的便捷性等方面。

多端共振推动行业加速扩张，市场空间前景广阔

多端共振推动行业发展进入二阶加速阶段

目前我国可控核聚变进入科研、产业、资本和政策四重共振的发展阶段，行业进入二阶加速时期：国家队和民营企业聚变实验装置规划加速，行业资本开支规模持续增加；越来越多的企业开始切入核聚变赛道，社会融资规模不断扩大，推动行业加速发展；AI 和高温超导的快速发展有望进一步赋能核聚变产业，加速聚变发展进程。

◆ 科研端

我国等离子体变实验装置不断取得新突破。1月2日，中国科学院合肥物质科学研究院等离子体物理研究所科研团队宣布 EAST 装置实验证实托卡马克密度自由区的存在，找到突破密度极限的方法，为磁约束核聚变装置高密度运行提供了重要的物理依据。随着 EAST、环流三号装置服役时间的增加，科学研究任务逐步进入下一阶段，为下一代聚变实验装置积累运行经验和研究基础。目前两大关键实验装置均已启动涉氦改造的前期工作，中国科学院合肥物质科学研究院《东方超环（EAST）托卡马克装置仪器设备更新改造项目环境影响报告书》于 2025 年 4 月 22 日获安徽省生态环境厅批复，升级改造后拟使用微量氦开展一轮微氦等离子体放电实验；西物院已完成主机厅工艺改造项目燃料循环与安全包容系统、包容屏蔽室、屏蔽门等涉氦装备的招标。预计 EAST 和环流三号有望在 2027 年涉氦运行并开展氦氦燃烧实验，核聚变研究领域有望取得新突破。

◆ 产业端

BEST 建设进入关键阶段，行业资本开支水平持续提高，产业链上下游生态加速成型。截至目前，BEST 装置已全面进入产业预研和制造阶段，总体完成度已达 35%，520 万个零件的设计全部完成，预计将于 2027 年如期建成；2026 年 BEST 计划采购预算总金额约 58 亿元，较上年进一步提升。接下来 CFETR、环流四号以及民营企业的聚变装置落地开工将进一步推动核聚变行业资本开支提高。同时，核聚变，产业各环节布局也在不断完善，越来越多的企业开始切入和布局核聚变赛道。上游超导材料、特种金属等核心材料企业实现量产突破；中游磁体、真空系统、低温设备等核心装置制造供应商集聚，下游工程总包、核电运营的龙头企业也已深度布局。

AI 控制助力民营企业取得重大进展。2026 年 1 月 6 日，能量奇点洪荒 70 装置在第 5319 次实验中成功实现了 120 秒稳态长脉冲等离子体运行，也是全球首次由商业公司研发制造的核聚变装置实现的百秒级等离子体电流长脉冲运行；2 月再次取得突破，在第 5755 次实验中实现了 1337 秒稳态长脉冲等离子体运行。能量奇点的重大突破强化了民营资本入局核聚变的信心，有望推动核聚变融资进一步加快。洪荒 70 成果的取得得益于“基于 AI 的等离子体反馈控制技术”的不断优化等因素。AI 已成为核聚变研发与商业化落地的核心驱动力之一，全方位赋能核心控制难题到研发全流程，如精准调控等离子体运行状态和预警破裂风险，加快等离子体模拟实验并结合数字孪生打造虚拟反应堆，缩短研发周期、降低试错成本；加速聚变材料研发，优化装置全生命周期的智能设计与运维，推动商业化窗口期提前。

由低温超导向高温超导迭代，提高磁约束装置性能。传统低温超导临界温度在液

氦温区，只能通过制冷成本高、难度大且国内资源相对稀缺的氦资源进行冷却；而高温超导临界温度可提升到液氦温区，大幅降低系统制冷成本和配套系统复杂程度，同时在承载电流和抗磁性等方面的性能也有显著提升，为大规模应用奠定基础。目前 BEST 等装置中使用的超导磁体仍以低温超导为主，仅能量奇点洪荒 70 等少数装置采用全高温超导磁体。但规划中的很多装置开始采用全高温超导磁体，同时高温超导在高端医疗设备、电力设备等领域也有广泛需求。

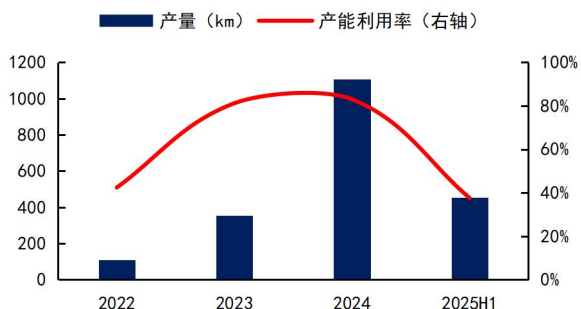
表9：各类产业化超导材料对比

类别	功能性能	原材料	制备难度	下游应用领域	使用寿命	市场规模	使用效果	使用成本	商业化情况
NbTi	临界温度 9K，适用 <10T 磁场，优良机械加工性能，稳定超导电性	钽、铌、钛、锆、铜等	金属复合材料集束拉拔法，工艺成熟，实现大规模生产	医用 MRI、MCZ、核聚变、加速器	>30 年	2024 年全球市场规模约 6 亿美元	液氦环境，高电流，适合低磁场高精度设备	材料较便宜，6-15 元/米；制冷成本较高，液氦价格 150-300 元/升	非常成熟，全球产能万吨级
Nb3Sn	临界温度 18K，适用 <15T 磁场，性能优于 NbTi	铌、锡、铜等	青铜法/内锡法，涉及复杂热处理工艺，脆性较高，成型工艺困难	核聚变、NMR	>30 年	2024 年全球市场规模约 4.5 亿美元	液氦环境，高电流，适合中磁场高精度设备	材料较便宜，30-70 元/米；制冷成本较高，液氦价格 150-300 元/升	相对成熟
Bi-2223	临界温度 110K，电流密度高，热/电稳定性好，但临界磁场低	银、氧化铋、碳酸铋、碳酸	粉末套管法，工艺较成熟	超导电力	>30 年	2024 年全球市场规模不足亿元	液氮/液氦环境，高电流，适合电力应用	材料较昂贵，100-130 元/米；制冷成本较低，液氮价格 1-3 元/升	市场规模较小，且逐渐被 REBCO 替代
Bi-2212	临界温度 85K，可制各向同性圆线，适合低温高场，机械性能较差	钙、氧化铜等氧化物	粉末套管法，工艺较难	低温高场内插磁体	>30 年	2024 年全球市场规模不足亿元	液氮/液氦环境，高电流，国外用作低温高场内插磁体	材料较昂贵，100-200 元/米，制冷成本较低，液氮价格 1-3 元/升	有限商业化
REBCO	临界温度 93K，强磁场载流能力优异	哈氏合金基带、氧化钇、氧化铝、氧化镁等	薄膜沉积法，超导层采用 PLD/MOCVD/RC E/MO D 等工艺，制备难度较高	核聚变、超导电力、MCZ、加速器、磁悬浮列车	>30 年	2024 年全球市场规模约 7.9 亿元	液氮/液氦环境，强电和高场应用均适合	材料较昂贵，70-150 元/米（4mm）；制冷成本较低，液氮价格 1-3 元/升	受多应用领域牵引，加速发展中
MgB ₂	临界温度 39K，可制各向同性圆线	镁粉末、硼粉末	多种工艺路线的拉拔法，工艺较成熟，原材料成本低	医用 MRI、超导电力	>30 年	2024 年全球市场规模不足亿元	液氮/液氦环境，低场性能稳定	材料较便宜，25-30 元/吨；制冷成本中等，液氮价格 30-100 元/升	有限商业化

资料来源：上海超导招股说明书，国信证券经济研究所整理

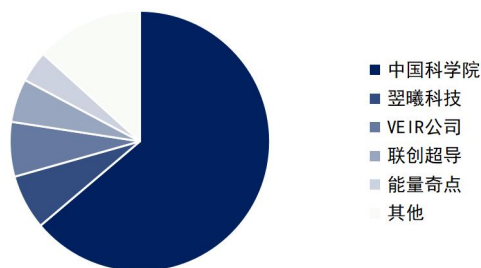
高温超导产能有望快速增长，推动磁约束性能提升和装置降本。超导磁体是磁约束核聚变装置成本构成中占比最大的系统之一，在 ITER 项目中约占总成本的 28%。目前产业化的高温超导带材以第二代高温超导材料稀土钡铜氧（REBCO）为主。根据赛迪数据，以 12mm 宽规格计算，2024 年全球高温超导带材需求量为 3400km，产量为 3100km。根据上海超导招股说明书，12mm 宽规格下，全球生产商仅上海超导和法拉第工厂日本合同会社（FFJ）两家公司具有年产量超过 1000 公里的能力，其中上海超导 2024 年全年产量达到 1106.4km，同比增长 211%，第二代高温超导带材国内市场占有率超过 80%；第二梯队生产商如美国超导、东部超导、上创超导等公司年产量数十到数百公里不等。目前我国多家高温超导生产已部署产能提升方案，上海超导已具备年产 4000 公里的厂房产能，IPO 募投项目完全达产后预计每年可新增 6000km 产能，计划两年内建成，远期规划总产能不低于 2.5 万公里；永鼎股份下属东部超导已实现 6000km/年（4mm 宽）产能，计划 2026 年达到 15000km/年（4mm 宽）以上；此外上创超导、深创超导、曦合超导等公司也在加速推进产能提升。2026 年 1 月，中国科学院物理研究所正式发布《2025 年度 REBCO 高温超导带材战略研究报告》，是国际首个聚焦高温超导带材发展的战略研究报告，首次凝练提出了该领域面临的“十大关键科学技术问题”，为实现高温超导材料的大规模应用提供了清晰路线图。随着高温超导产能提升，规模化效应提升，预计将推动聚变装置超导系统成本下降，降低产业投资门槛。

图21: 上海超导高温超导带材产量（12mm 宽）及利用率



资料来源: 上海超导招股说明书, 国信证券经济研究所整理

图22: 上海超导下游客户销售额占比

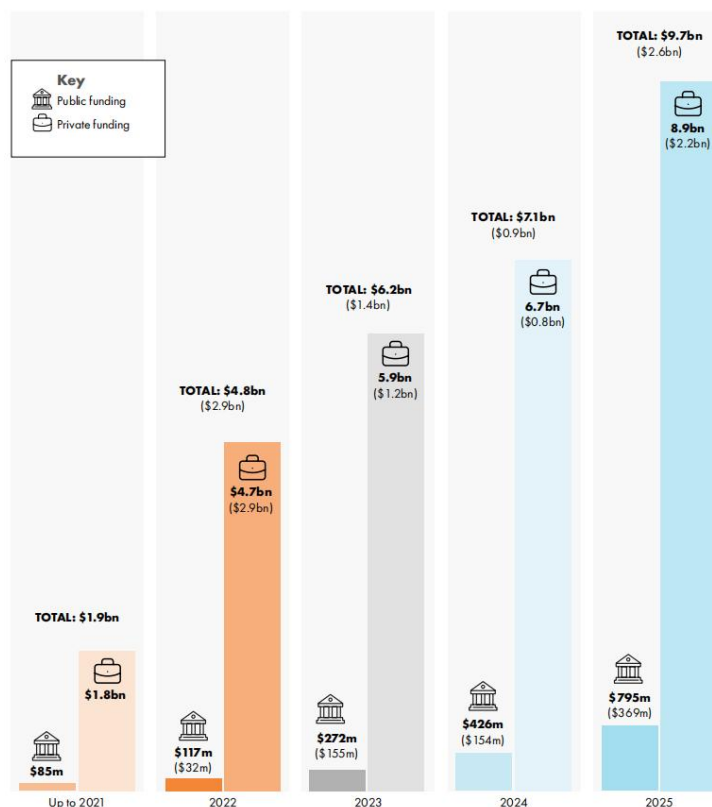


资料来源: 上海超导招股说明书, 国信证券经济研究所整理

◆ 资本端

全球核聚变行业投资规模不断提升。根据美国聚变工业协会（FIA）发布的《2025年全球聚变工业报告》²统计，2025年全球聚变行业总投资达到97.7亿美元，且近一年的新增投资达到26.4亿美元，行业投资呈加速趋势。若进一步考虑我国聚变新能、中国聚变能源以及CRAFT系统，和多家未纳入统计的民营公司，全球聚变行业总投资已超过150亿美元。

图23: 全球聚变行业投资额变化情况



资料来源: FIA, 国信证券经济研究所整理 注: 该报告对中国聚变企业仅统计了能量奇点、新奥集团和星环聚能

² 该报告对中国聚变行业的统计仅包括能量奇点、新奥集团和星环聚能

社会融资加快，单体融资规模扩大。目前国内外核聚变公司融资情况整体呈现难度下降，融资频率提高，单笔融资规模提升的趋势。资本市场对核聚变行业的发展前景偏乐观，市场关注升温，对聚变初创企业的风险偏好、长期资金包容性和估值容忍度显著抬升，融资环境边际改善明显。

表10: 2025 年以来国内外核聚变行业重大融资情况

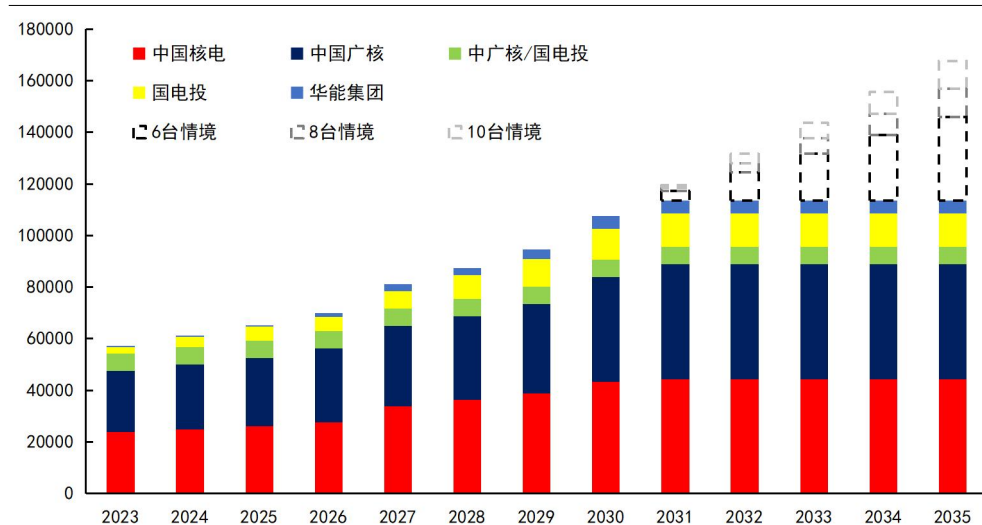
国家	公司	时间	融资规模
	中国聚变能源有限公司	2025 年 7 月	114.92 亿元
	星环聚能	2026 年 1 月	10 亿元
中国	中科清能（核聚变冷却系统）	2026 年 2 月	近 5 亿元
	东昇聚变	2026 年 1 月	数亿元
	诺瓦聚变	2025 年 11 月	5 亿元（社保基金首次参与聚变融资）
	Helion Energy	2025 年 1 月	4.25 亿美元
美国	GFS	2025 年 8 月	8.63 亿美元
	TAE Technologies	2025 年 12 月	估值超 60 亿美元（全股票合并）
加拿大	General Fusion	2026 年 1 月	估值 10 亿美元（业务合并）

资料来源：中国科学院科技战略咨询研究院，国信证券经济研究所整理

◆ 政策端

核能利用“三步走”行至中场，顶层规划核聚变发展顺理成章。我国在 1983 年 1 月召开的“核能发展技术政策论证会”上首次提出并制定了“热堆-快堆-聚变堆”的核能利用三步走战略。目前我国三代热堆核电已经基本成熟，正在推动新型四代核电高温气冷堆、钠冷快堆、钍基熔盐堆等路线的商业化落地，三步走已行至中场。由于三代核电仍有极小的事故概率等缺陷，目前仍只能选址在沿海区域，可选厂址有限，若我国保持每年核准 10 台核电机组的节奏，预计在 2035 年左右沿海核电厂址资源将面临用尽风险。推进内陆核电放开的其中一个关键因素就是四代核电的商业化，以其固有安全性等优势解决内陆核电的关键痛点，而要在 2035 年左右全面推进四代核电的商业化，需要在“十五五”期间完成商业化首堆的核准和开工建设。同时，聚变堆发展提速，商业化可控核聚变落地确定性已浮现，在“十五五”能源体系正式部署四代核电的前提下，超前布局核聚变的战略必要性大幅提高。

图24: 我国核电装机规模展望（单位：MW）



资料来源：核能行业协会，中国核电、中国广核公司公告，国信证券经济研究所整理

核聚变或成中美科技竞争的新焦点。2025年12月19日，美国总统唐纳德·特朗普旗下的社交媒体公司特朗普媒体科技集团宣布与核聚变公司 TAE Technologies 以换股方式合并，交易规模达 60 亿美元，特朗普正式进军核聚变能源领域。《纽约邮报》1月6日报道称，该公司在合并的数周后公布了其在美国建造全球最大聚变电站的计划及选址标准。据公司首席执行官，其计划于 2026 年内启动聚变电站建设，且只会在红州建造这座聚变电站³。聚变电站的启动或将成为美国共和党提振本土制造业的重要举措和中期选举的关键叙事抓手。在中美竞争格局下，预计我国也将加速核聚变技术的研发和产业化推进，抢占未来能源科技竞争的主动权和“终级能源”叙事主导权。

核聚变市场空间广阔

目前核聚变行业的市场空间主要来自科研机构和商业公司实验装置带来的工程建设和设备需求，国内方面主要包括 BEST、CFETR、环流四号等国家队装置和民营企业的装置建设，以及 EAST、环流三号等研究装置的更新迭代。目前 BEST 总投资规模预计为 150 亿元，2026 年采购计划总金额约 58 亿元；CFETR 目前尚无投资概算，业界估算投资规模在 800-1000 亿元；环流四号装置规模预计在 80-100 亿元左右。民营企业装置具有单体投资小，装置迭代快，布局分散和投资主体多等特征，整体市场空间可能达到每年 30-50 亿元。综上所述，预计“十五五”和“十六五”期间，核聚变装置每年的投资规模合计在 200 亿元左右，有望带动产业链上下游 500 亿元规模的市场空间。此外，核聚变行业正处于加速发展阶段，未来行业资本开支有望进一步提速。

表11: BEST 装置 2026 年采购计划

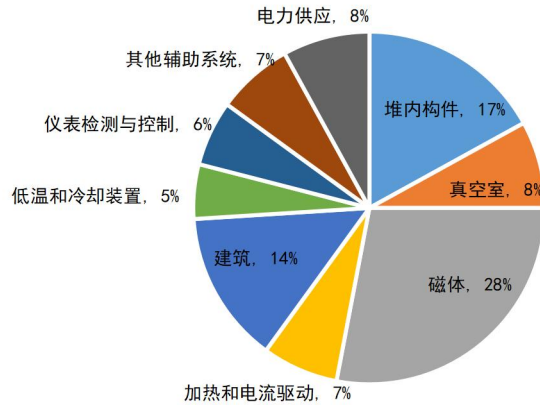
系统名称	合同金额（万元）
总装集成	18000
磁体系统	53145
真空部件	5910.7
内部部件	77214
核安全和防护	84150
低温系统	929
电源系统	63894
采集和总控系统	15312
离子回旋加热系统	19362
低杂波加热系统	33404
电子回旋共振加热系统	87535
中性束注入系统	23176
水冷及通风系统	29206
真空系统	22034
诊断系统	50620

资料来源：聚变新能，国信证券经济研究所整理

根据 ITER 项目成本构成，聚变设备中占比最大的是磁体，达到 28%。由于 ITER 并非全超导托卡马克，而未来建设的聚变装置以全超导托卡马克为主，部分装置为全高温超导托卡马克，磁体成本占比可能进一步提升。此外堆内构件和真空室、电源系统以及低温系统和加热系统也是聚变项目的重要构成。除此之外，目前聚变行业研究领域开始关注聚变堆发电过程的能量导出和管理系统，已启动超临界二氧化碳发电系统、熔盐储能等配套方案的相关研究，有望成为聚变系统新的投资方向。

³ 纽约邮报 Trump Media announces plans for world's largest power generation plant — but only red states should apply

图25: ITER 项目成本构成



资料来源: Superconductors for fusion: a roadmap, 国信证券经济研究所整理

长期来看, 聚变电站有望接力三代、四代核电, 并在我国 2060 年实现“碳中和”目标、建成新型电力系统后, 成为能源系统下一阶段的主力军。我们估算聚变电站要实现与当前裂变电站同等收益水平, 投资强度需要降低到 3-4 万元/千瓦。若聚变电站替代我国 20%的总发电量, 仅按照 2025 年我国总发电量 10.37 亿千瓦时计算, 预计聚变电站总体市场空间将达到 8-10 万亿元。

产业链梳理

根据各公司公开信息, 我们梳理了已明确切入核聚变赛道, 或者主业相关度较高且明确表态积极对接核聚变项目的上市公司情况。从托卡马克系统划分及商业化进程来看, 核聚变涉及的行业主要包括: 1) 主机系统, 包括真空室、第一壁、偏滤器等关键部件, 主要涉及金属加工和核电设备公司如合锻智能、国光电气、安泰科技、上海电气、浙富控股等; 2) 超导带材和超导磁体, 主要包括超导材料供应商如西部超导、上海超导、永鼎股份等以及上游的材料供应商; 3) 氦工厂系统供应商; 4) 电源及其他电气设备, 如王子新材、爱科赛博、四创电子等; 5) 加热系统、制冷系统等辅助系统核心设备供应商, 如旭光电子、杭氧股份、皖仪科技等; 6) 各类阀门、线圈盒等其他设备供应商, 如江苏神通、兰石重装、国机重装等; 7) 上游特种材料、管材、板材等供应商, 如远方装备、东方钽业、抚顺特钢、西部材料、久立特材、隆达股份等; 8) 工程建设服务商中国核建、中国能建等; 9) 核电运营牌照持有者中国核电、中国广核、国家电投集团(电投产融)、华能集团。

表12: 核聚变产业链标的情况

聚变系统	公司	股票代码	聚变相关业务
托卡马克主机和堆内构件	合锻智能	603011.SH	真空室、不锈钢屏蔽块; 高性能焊接、聚变产业联盟副理事长单位、董事长兼任聚变新能董事长
	国光电气	688776.SH	第一壁、偏滤器、回旋管、氦气风机、氟风机、真空及自动化装备、工艺处理系统, 成立先觉聚能
	安泰科技	000969.SZ	钨铜复合偏滤器、包层第一壁、钨硼中子屏蔽材料等涉钨全系列专用钨铜部件
	上海电气	601727.SH	外真空杜瓦、真空室、内外冷屏等
	东方电气	600875.SH	包层屏蔽模块
	应流股份	603308.SH	偏滤器、TF 磁体杜瓦, 下属子公司聚变新材
	航天晨光	600501.SH	真空室冷屏、热室、槽罐、杜瓦、波纹管、膨胀节
	浙富控股	002266.SZ	浙富核电与 CFETR 科研机构合肥综合性国家科学中心能源研究院签署

			了《超高热负荷部件联合研制合作协议》，重点攻关面向等离子体的超高热负荷部件，解决钨铜串、平板型等各类结构中的异种材料实现高质量热融合的复杂技术难题。
	远方装备	832538.NQ	产氚包层特种合金 CL-1
氚工厂和增殖包层	东方钨业	000962.SZ	产氚包层钨小球，下属西材院是国内最大钨材料加工和研发基地；高纯超导钨材；钨靶材占 ITER15%份额
	景业智能	688290.SH	关注聚变机会，产品聚焦氚工厂、遥操作检维修和特种材料自动化测试机器人产品、运维自动控制
	西部超导	688122.SH	BEST 低温超导核心供应商：NbTi 超导线材、青铜法 Nb3Sn 超导线材；涨量子通信
	精达股份	600577.SH	参股上海超导
	上海超导	A25019.SH	第二代高温超导带材龙头
	永鼎股份	600105.SH	超导电缆；下属东部超导为二代高温超导供应商
超导带材和超导磁体	联创光电	600363.SH	与中核集团共同投资星火一号聚变-裂变混合堆；高温超导磁体、百米级大电流高温超导集束缆线
	白银有色	601212.SH	超导电缆用于 ITER 项目
	中天科技	600522.SH	BEST 项目核聚变实验装置用的高 RRR 值镀铬铜线；开发了 200 米级基于 REBCO 集束缆线、TSTC 堆叠缆线的 CICC 导体，并成功用于多个高温超导储能和核聚变磁体
	金杯电工	002533.SZ	个别产品间接供货超导线缆进行预研
	王子新材	002735.SZ	磁体电源薄膜电容器
	爱科赛博	688719.SH	磁体电源、辅助加热电源
	四创电子	600990.SH	离子回旋加热系统高压模块批产。公司作为合肥聚变产业联盟成员，正积极跟进合肥紧凑型聚变实验装置（BEST）项目，同时也与江西、成都等地聚变装置开展技术交流。华耀电子最早介入 EAST 项目，2024 年中标其电源模块项目，提供 4 套 PSM 电源高压系统，用于等离子体微波加热和中心束加热。
	英杰电气	300820.SZ	磁场电源、辅助加热电源，辅助系统电源等。聚变电源累计收入数千万元
电源及其他电气设备	弘讯科技	603015.SH	意大利子公司 EEI 提供聚变高精度电源方案，参与 ITER，提供 JT-60SA 误差场校正线圈高精度电源方案；中标了由意大利国家原子能研究中心（ENEA）主导并联合欧盟及国际合作伙伴共同开展的核聚变实验项目，主要建设偏滤器托卡马克测试装置 DTT，提供校正线圈的高精度电源方案
	许继电气	000400.SZ	子公司许继电源有限公司是聚变产业联盟会员单位，与相关方联合研制的“300MVA 脉冲供电系统”首批设备完成测试验收，相关合同金额约 1.3 亿元
	荣信汇科	A21651.SH	多次承担 ITER 研制任务
	百利电气	600468.SH	荣信兴业电力技术有限公司参与了国际热核聚变试验堆（ITER）项目电力系统中无功补偿以及滤波（RPC&HF）设备的设计制造，起到控制电能质量、减少电力损耗的作用
	远东股份	600869.SH	子公司安徽电缆股份有限公司中标 BEST 电缆；远东电缆有限公司中标 ITER 极向场变流器线缆
	宏微科技	688711.SH	与瀚海聚能战略合作，在多个电源系统、功率半导体器件开展合作
	赛晶科技	0580.HK	核聚变惯性脉冲电源
	鑫宏业	301310.SZ	参与 ITER，唯一中标电缆项目的中国企业，聚变产业联盟中唯一覆盖电缆与电气贯穿件的会员单位。向 ITER 供货 PIC-电力、控制和仪表电缆，用于 ITER 设施综合体的工厂系统
	新风光	688663.SH	申请加入了“聚变产业联盟”，围绕公司在等离子体控制电源、超导磁体供电与控制系统等关键电源装备领域的业务合作，把握聚变装置对电源系统的极端要求（如超高精度、毫秒级动态响应、极端可靠性）。兆瓦级大功率射频电子管已获得多项订单，25 年三季度开始陆续交货；温度变送器（极低温测量）；加速布局直线型场反位形装置及 Z 箍缩装置电源系统快控开关产品线，对真空触发管、伪火花放电管等脉冲功率器件及失超保护开关开展适配优化。
加热系统	中岩大地	003001.SZ	与四川束研聚创科技有限公司签署战略合作协议，计划通过“投资+合资”双重模式切入可控核聚变领域。束研聚创主攻中性束加热系统
	辰光医疗	920300.BJ	无液氦回旋管超导磁体可用于等离子体加热和电流驱动，能产生微波、毫米波段高功率、高频率的真空广泛应用于受控核聚变中的 ECHR 和 ECCD、雷达以及医学等领域。（招股说明书：科研用特种超导磁体）
	杭氧股份	002430.SZ	下属公司中标聚变新能低温氦气系统；中标某单位大型 4.5K 低温系统项目，进军超导关键低温装备赛道
低温系统	中泰股份	300435.SZ	氦制冷剂、深冷技术
	雪人集团	002639.SZ	兆瓦级大型氦气压缩机用于国家重大科研装备研制项目“液氦到超流氦温区大型低温制冷系统研制”
	冰轮环境	000811.SZ	极低温用氦气压缩机
其他装备及系统（如阀门、	纽威股份	603699.SH	2025 年上半年，持续向 ITER 项目交付近千台阀门，积极接触国内聚变项目

结构系统、诊断系统、管材、上游材料等)	江苏神通	002438.SZ	核聚变用特种阀门已获取小批量订单
	西子洁能	002534.SZ	核安全 2、3 级证书，压力容器、换热器，正在争取聚变投标。
	东方精工	002611.SZ	子公司贵州航天新力科技有限公司（19.8883%）中标聚变新能磁体支撑系统采购项目等三个 BEST 标段
	国机重装	601399.SH	突破了低温超导磁体材料制备、超深坡口焊接、超大构件加工变形控制等关键核心技术，完成了聚变堆主机关键系统综合研究设施 GRATTF 线圈盒 AU3 先行件、全球首台全高温超导托卡马克装置 HH-70TF 线圈盒等产品的制造。2023 年 11 月获得 BEST TF 线圈盒的首套制造项目，将于近期（2025 年 10 月）完工交货 TF 线圈盒
	中国一重	601106.SH	控股股东一重集团为可控核聚变创新联合体成员单位，公司在可控核聚变相关装备制造等方面保持技术跟踪与研究。
	久立特材	002318.SZ	TF/PF 导管（方圆管）
	皖仪科技	688600.SH	氦质谱检漏仪；成立聚变研究室
	广大特材	688186.SH	超导线圈铠甲用材料、best 接线盒；中标上海电气的 BEST 超导线圈盒机加工项目
	中钨高新	000657.SZ	成功制备出核聚变偏滤器用钨铜复合块
	大西洋	600558.SH	已有部分焊接材料应用于可控核聚变装置的制造，主要集中在碳钢、不锈钢等相对常规的焊接材料；正积极布局中高端焊接材料的研发
工程建设	斯瑞新材	688102.SH	高强高导铜合金材料应用于聚变配套零组件，产品已成功配套新奥科技、星环聚能和能量奇点等行业关键客户。耐高温铜铬钨合金材料
	隆达股份	688231.SH	实现聚变装置内拉板板坯的整体一次锻造成型。
	天力复合	920576.BJ	以联合体成员中标中国科学院合肥物质科学研究院等离子体物理研究所——装置内部部件改造第一壁热沉项目，相关产品已完成部分交付
	派克新材	605123.SH	聚变产业联盟会员单位，已深度参与 BEST 项目，为真空室、屏蔽包层、偏滤器、第一壁等核心部件提供材料研发与产品配套
	抚顺特钢	600399.SH	聚变产业联合会会员，为 ITER 和 EAST 提供特殊钢原材料
	酒钢宏兴	600307.SH	旗下核聚变用低磁导率材料，室温相对磁导率远低于 304 不锈钢，满足规范要求，已成功用于超导托卡马克核聚变实验装置
	西部材料	002149.SZ	钨铜深沉材料用于第一壁
	西子洁能	002534.SZ	核安全 2、3 级证书，压力容器、换热器，正在争取聚变投标。
	海陆重工	002255.SZ	积极参与聚变项目，已成为法国 ITER（国际热核聚变实验堆）项目等单位的合格供方
	高澜股份	300499.SZ	Z 箍缩聚变裂变混合堆路线、核聚变温控投入研发并参与部分小型项目，如“EAST 波加热高纯水循环冷却系统升级改造项目”、中科院“人造太阳”EAST 全超导托卡马克试验装置热管理项目、中科院散裂中子源项目等核物理实验热管理项目。
核电运营	中国能建	601868.SH	曾参与中核集团环流三号聚变装置改造工程等项目。公司将紧抓核聚变发展机遇，持续密切跟踪核聚变技术研发与工程化进展
	中国核建	601611.SH	积极参与核聚变技术的研究，前瞻规划布局可控核聚变试验堆、示范堆项目的电源系统、储能系统、发电系统等设计和装备研究，积极推动可控核聚变工程化应用
	中国核电	601985.SH	国内仅有的 4 张核电运营牌照中 3 家已上市的公司，合计在运核电装机容量占全国的 90%以上
	中国广核	003816.SZ	
参股投资	电投产融	000958.SZ	
	浙能电力	600023.SH	向中国聚变能源增资 7.5 亿，持有 5%股权
	皖能电力	000543.SZ	聚变新能成立初期持有 10%股权，后转为通过安徽安徽皖能丰禾聚变科技合伙企业间接穿透持股 3.45%
	中油资本	000617.SZ	中油资本、中国石油和中石油集团增资昆仑资本，昆仑资本持有聚变新能 20%股权
中国石油	601857.SH		
燕山科技	002195.SZ	领投岩超聚能数亿元天使轮融资	

资料来源：Wind、各公司公告、中国科学院科技战略咨询研究院，国信证券经济研究所整理

合锻智能：高端成形机床领先，聚变堆核心部件打造第二成长曲线

合锻智能始建于 1951 年，公司以高端成形机床和智能分选设备为主业，为客户提供包括液压机、机械压力机、色选机、聚变堆核心零部件，智能化集成控制及新材料等产品和服务，2014 年 11 月于主板上市。公司是国内高端成形机床成套装备行业的领军企业，2024 年公司液压机和机压机实现收入 8.60 亿元，占比 41.48%；公司子公司中科光电是智能分选设备行业介入最早一批的专业化、规模化公司，光电分选设备产品主要围绕大宗原材料的分选、分级、提质、增效，面向大米、

杂粮、茶叶、固体废弃物、矿石、煤炭六大分选领域，2024 年实现营收 11.52 亿元，占比 55.52%。

核聚变领域，公司主要布局聚变堆核心部件制造、聚变堆安装工程等项目，致力于解决聚变堆建造的关键技术问题。公司参与发起成立了聚变产业联合会并成为副理事长单位，公司董事长严建文担任聚变产业联合会理事长，受聘为聚变产业联合会总工艺师，同时担任聚变新能（安徽）有限公司董事长及合肥综合性国家科学中心能源研究院执行院长。公司“聚变堆大型重载复杂轮廓双层真空室设计及建造关键技术”项目荣获机械工业科学技术奖二等奖，“聚变堆真空室精准成型及高性能焊接关键技术研究”项目入选科技部重点研发计划。

公司已中标 BEST 项目真空室、包层等核心部件。公司聚焦可控核聚变堆核心部件制造，专注于真空室、包层及偏滤器等核心部件的制造工作，积极开展相关项目的预研及投标工作。2021 年开始参与聚变堆真空室制造工艺开发及预研工作。2024 年，公司中标聚变新能（安徽）有限公司发包的 BEST 真空室项目 1-4 段，总项目中标金额 2.09 亿。2025 年 5 月，公司完成“BEST 真空室首批重力支撑”交付。2026 年，公司中标聚变新能（安徽）有限公司“BEST 屏蔽包层系统不锈钢屏蔽块采购项目”，中标价为 3681 万元。公司还参与 BEST 真空室偏滤器及包层项目研制工作，对偏滤器及包层制造工艺进行了深度开发，在偏滤器及包层预研工作中承担了重要角色，BEST 项目的预研及项目经验也为公司后续参与其他聚变项目奠定基础。

国光电气：ITER 项目核聚变偏滤器与包层核心供应商

国光电气前身为国家“一五”时期苏联援建的 156 项重点建设项目之一，1981 年正式注册成立，是国内领先的微波器件及核工业设备供应商，其产品广泛应用于航天、核工业等领域。2021 年于上海证券交易所科创板上市，形成“核工业设备+微波器件+测控组件”三大业务板块协同发展格局。公司深耕核聚变关键部件领域二十余年，已成为国内少数具备聚变装置核心部件全链条供应能力的企业，其核心产品包括 ITER 配套设备、核工业领域专用泵以及阀门等。

深度参与 ITER 及国内重大聚变项目，构筑产业护城河。“国际热核聚变实验堆计划（ITER）”是目前全球规模最大、影响最深远的国际科研合作项目之一。ITER 装置是个能产生大规模核聚变反应的超导托卡马克装置，俗称“人造太阳”。国光电气以向 ITER 提供偏滤器和包层系统等关键部件。偏滤器是托卡马克装置的关键组成部分，它是构成高温等离子体与材料直接接触的过渡区域。ITER 包层系统的主要功能是吸收来自等离子体和中性束注入的辐射和粒子热通量、为真空室和外部容器组件提供热屏蔽等。此外，公司正在积极跟进 BEST（聚变能紧凑型燃烧等离子体装置）、HL-3（中国环流三号）、Z 箍缩混合堆等国内重大核聚变项目。2025 年 8 月，公司参与完成的“新一代中国环流器工程研制”项目荣获 2024 年度四川省科学技术奖一等奖，充分彰显了公司在核聚变领域的科研与创新能力。

图26: 国光电气偏滤器产品



资料来源: 国光电气公告, 国信证券经济研究所整理

图27: ITER 屏蔽模块热氦检漏设备



资料来源: 国光电气公告, 国信证券经济研究所整理

图28: ITER 包层第一壁板



资料来源: 国光电气公告, 国信证券经济研究所整理

图29: 国光电气 ITER 工艺设备



资料来源: 国光电气公告, 国信证券经济研究所整理

前瞻布局聚变-裂变混合能源, 打造长期增长极。2025年, 国光电气通过资本合作延伸产业链, 与天府创新能源研究院等联合设立先觉聚能科技(四川)有限公司, 布局聚变-裂变混合能源前沿方向。该方向技术成熟度高、见效周期短, 具备更高的商业化可行性。随着“十五五”规划明确前瞻布局核聚变能领域, 公司作为核聚变真空与部件领域的核心供应商, 有望持续受益于行业爆发式增长。

联创光电: 高温超导磁体核心厂商, 卡位可控核聚变核心赛道

联创光电成立于1999年, 以光电子器件与光电线缆业务起家, 始终坚持以科技创新推动产业升级, 2001年在上海证券交易所挂牌上市, 是国家“863计划”成果产业化基地、国家级高新技术企业。目前公司主营业务为大功率激光器件及装备、高温超导磁体及应用、智能控制部件、背光源及应用、光电线缆五大板块。高温超导方面, 公司聚焦高温超导领域的业务, 形成了高温超导感应加热设备、高温超导磁控硅单晶生长设备、高温超导可控核聚变工程装备的产品矩阵。

公司是国内少数实现高温超导磁体工程化应用的企业。高温超导磁体是可控核聚变托卡马克装置的核心部件, 利用REBCO等二代高温超导材料, 可提供超过15T的强磁场, 用于约束装置中的等离子体。相比传统低温超导磁体, 高温超导磁体具有磁场强度更高、装置体积更小、建造周期更短、造价更低等优势, 已成为加速可控核聚变商业化应用的关键技术路径。公司旗下联创超导先后完成REBCO集

束缆线及高温超导磁体设计，2023年8月研制出国际首根百米级大电流高温超导缆线，2024年4月成功应用于D型超导线圈，2025年1月又完成国内首个基于该缆线的D型线圈20K温区低温实验。该线圈高度超1米，在液氮温区下稳态运行电流突破1.5kA，验证了高温超导磁体设计与制造技术的可靠性，为后续产业化奠定基础。

公司深度参与“星火一号”聚变-裂变混合堆项目，打开未来成长空间。2023年11月12日，江西联创光电超导应用有限公司和中核聚变（成都）设计研究院有限公司签订协议，双方计划采用全新技术路线，联合建设聚变-裂变混合实验堆项目，技术目标Q值大于30，工程总投资预计超过200亿元人民币。“星火一号”项目聚变模块采用基于高温超导技术的紧凑型托卡马克装置，等效聚变功率超40MW，总功率300MW，能够实现混合堆100MW级并网发电，计划2029年底完成装置建设，2030年实现演示发电。联创超导作为核心供应商，主要负责超导磁体的设计和制造，2024年中标4180万元磁体订单。根据公司2024年10月18日对上交所问询函的回复公告，核聚变用高温超导磁体系统级低温系统验证完成后预计在第4-7年内形成持续性订单，满足星火一号聚变项目需求，预计总订单可达50亿元左右。

精达股份：全球电磁线领先企业，参股上海超导布局核聚变超导材料赛道

精达股份前身为1990成立的铜陵市家用电器铜材厂，2000年完成股份制改制，2002年于深交所上市。公司成立以来持续深耕电磁线业务，现已成为国内电磁线制造领域的领军企业。公司产品涵盖铜扁线、铜圆线、铝扁线、铝圆线及合金导体线等，其广泛应用于汽车驱动电机、工业精密电机、机器人伺服电机、光伏逆变器、电动工具、人工智能及家用电器等多个领域。公司目前已建成覆盖长三角、珠三角和环渤海的三大生产基地，产品畅销全国，并远销欧洲、南美、北美、东南亚、中东、日本等全球市场。

公司参股上海超导布局核聚变领域。精达股份自身未直接开展核聚变相关业务，通过战略参股上海超导科技股份有限公司实现对核聚变赛道的布局，并通过派驻董事、高管参与上海超导治理，实现深度战略协同。截至上海超导发行前，精达股份直接持有上海超导18.15%股份，公司及其一致行动人徐晓芳、徐钦、李景林合计持有上海超导22.38%的股份。

表13：上海超导核聚变领域参与项目

客户名称	项目内容	完成时间	项目意义
中国科学院合肥物质科学研究院	BEST 装置	在建中	全球首个紧凑型聚变能实验装置(在建中)
能量奇点	洪荒 70 装置	2024 年 6 月	实现等离子体放电，成为全球首个全高温超导托卡马克
TE 公司	DEMO4 磁体	2023 年 2 月	欧洲进展最快的全高温超导托卡马克磁体系统
CFS 公司	20T 聚变用 D 型线圈	2021 年 9 月	全球首个实现 20T 级磁场的托卡马克用高温超导磁体

资料来源：上海超导招股说明书，国信证券经济研究所整理

上海超导专注于第二代高温超导带材研发、生产和销售。公司是国际上唯二已经实现批量年产千公里级以上（12mm宽）第二代高温超导带材的生产商之一。目前，公司第二代高温超导带材国内市场占有率超过80%，2022-2024年连续3年排名第一。第二代高温超导带材相比于常规磁体，超导磁体重量体积小，可以在几乎无焦耳热损耗的情况下，产生很高的运行电流，进而在大空间内产生高场强、高稳定性、高均匀性的磁场，可以更好地满足可控核聚变等高场磁体的设计需求。目前公司产品在下游应用领域支撑了一批示范性项目，包括全球三个电压等级最高

的不同类型的超导限流器、全球首个全高温超导托卡马克、全球首台兆瓦级超导感应加热装置、全球磁场最高的全超导磁体、全球首条 35kV 公里级超导电缆等。

表 14: 上海超导核聚变领域参与项目

客户名称	应用领域	项目内容	完成时间	项目意义
中国科学院合肥物质科学研究院	可控核聚变	BEST 装置	在建中	全球首个紧凑型聚变能实验装置（在建中）
联创超导	高端制造	高温超导磁控单晶炉	2025 年 3 月	全球首台高温超导磁控单晶炉通过科技成果鉴定
能量奇点	可控核聚变	洪荒 70 装置	2024 年 6 月	实现等离子体放电，成为全球首个全高温超导托卡马克
中国科学院合肥物质科学研究院	大科学装置	26.8T 全 REBCO 高温超导磁体	2024 年 1 月	创造全 REBCO 高温超导磁体的磁场世界纪录
中国航天科工飞航技术研究院	超导磁悬浮	商业航天系统高温超导电动悬浮试验装置	2023 年 9 月	完成高温超导电动悬浮试验，创造国内高温超导电动悬浮最高运行速度纪录
联创超导	高端制造	兆瓦级超导感应加热装置	2023 年 4 月	全球首台兆瓦级高温超导感应加热装置交付中铝集团使用
中车长客	超导磁悬浮	高温超导电动悬浮实验列车	2023 年 3 月	国内首套高温超导电动悬浮全要素试验系统，在长春完成首次悬浮运行
TE 公司	可控核聚变	DEM04 磁体	2023 年 2 月	欧洲进展最快的全高温超导托卡马克磁体系统
国家电网/上海电缆研究所有限公司	电力	35 千伏公里级高温超导电缆	2021 年 12 月	全球首条 35 千伏公里级高温超导电缆示范工程在上海市徐汇区投运
南方电网/中天集团上海超导技术有限公司	电力	10 千伏三相同轴高温交流超导电缆	2021 年 9 月	国内首条 10 千伏三相同轴高温交流超导电缆示范工程在深圳平安金融中心投运
GFS 公司	可控核聚变	20T 聚变用 D 型线圈	2021 年 9 月	全球首个实现 20T 级磁场的托卡马克用高温超导磁体
南方电网	电力	160kV 电阻型直流超导限流器	2020 年 8 月	全球电压等级最高的电阻型直流超导限流器
中国科学院电工研究所	大科学装置	32.35T 超导磁体项目	2019 年 12 月	创造全超导磁体的磁场世界纪录

资料来源：上海超导招股说明书，国信证券经济研究所整理

应流股份：深耕燃气轮机和核电铸造，前瞻布局核聚变项目

应流股份 1990 年进入铸造行业，专注装备工业用铸钢零部件研制生产，深耕两机叶片铸造，是国家航空发动机和燃气轮机耐高温叶片“一条龙”应用计划示范企业。公司为海内外龙头客户实现高难度产品开发和稳定批产交付，通过承担燃机叶片国产化任务，供应中国重燃、上海电气、东方电气、航发燃机、龙江广瀚、哈尔滨汽轮机国内龙头企业，也已实现对西门子、贝克休斯、安萨尔多等海外燃机巨头的稳定批产交付。

公司在核电铸件领域具有领先优势，拥有民用核安全设备核一级铸件制造资质，通过美国机械工程师协会 ASME 材料组织 MO 核电质量体系认证，是国内研制生产核电站核岛核一级铸造零部件、金属保温层和乏燃料格架等核电设备的先行者。主要产品包括和一级主泵泵壳、爆破阀、主给水泵泵壳、循环水泵叶轮、主蒸汽调节阀、核岛主设备支撑件等铸造零部件等。公司已累计为国内 30 多个核电机组及海外核电项目提供数十万件产品，并参与了模块化小堆、高温气冷堆等先进核能项目。2024 年交付了 10 台份华龙一号核一级主泵泵壳，核电及其他中大型铸钢件产品实现营业收入 6.42 亿元，占总营业收入的比重达到 25.5%。

核聚变领域，公司承接合肥能源研究院 TF 磁体测试杜瓦项目，通过了整体真空度测试；与合肥能源研究院成立合资公司，前瞻布局核聚变项目。2024 年 1 月 30 日，公司公告与合肥综合性科学中心能源研究院有限公司及自然人姚达毛、戚强、刘松林签署协议，共同出资成立合资公司安徽聚能新材料科技有限公司，从事聚

变堆材料及部件、核探测仪器的开发、生产与销售，其中合作方以一种核聚变钨偏滤器钨铜串制造的固定装置及方法、核聚变钨偏滤器平板式靶板制造的固定装置、基于磁约束可控核聚变的内真空室巡检机器人及巡检方法、一种高屏蔽性能的含硼不锈钢及其制备方法、一种屏蔽性能可调的钨基屏蔽材料和一种聚乙烯基屏蔽材料设计方法等 6 项核聚变相关发明专利申请权作价入股。

派克新材：“核电+聚变”双轮驱动的高端锻件核心供应商

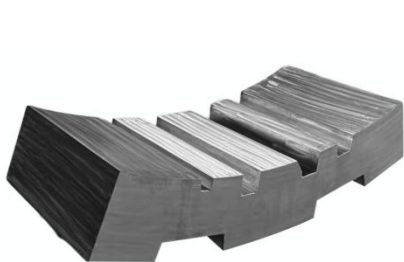
派克新材成立于 2006 年，2020 年在上海证券交易所主板上市，是国内领先的金属锻件研发制造企业。产品涵盖高温合金、钛合金、铝合金、镁合金、不锈钢、耐热钢、合金钢、碳钢等各类环形锻件、自由锻件和模锻件，应用于航空航天、能源电力、石油化工及机械等多个行业领域。能源与电力业务方面，公司布局核电站和可控核聚变领域，是国内少数具备核聚变核心锻件批量供应能力的企业，掌握核聚变专用特种合金锻造核心技术。

公司为核电站与可控核聚变零部件核心供应商。核电方面，公司主要供应堆内构件相关锻件，堆内构件是在压力容器内除燃料组件及其相关组件以外的所有其他构件，包括堆芯上部支承构件、堆芯下部支承构件、堆芯测量支承结构。**可控核聚变方面**，公司深度参与深度参与 BEST（紧凑型聚变能实验装置）项目，为其真空室、屏蔽包层、偏滤器、第一壁等关键部件提供技术研发和产品供应。2026 年，公司在合肥核聚变能科技与产业大会上展示聚变堆装置的两大核心部件——支撑模块与屏蔽钢锻件，这两类部件适配核聚变装置极端高温、强辐射的工况要求。

图30：公司屏蔽包层模块产品

图31：公司真空室板材产品

图32：公司真空室窗口



资料来源：聚变产业联合会，国信证券经济研究所整理

公司深耕核聚变领域，行业话语权和资质优势构筑护城河。一方面，公司作为聚变产业联盟成员，主导制定多项国家行业标准，在核聚变材料领域的技术储备行业领先。另一方面，公司已取得民核制造许可证（核一级锻件资质）、特种设备制造资格许可证，通过了 AS9100 航空质量管理体系、ISO14001 环境管理体系、欧盟 TUV、NADCAP 热处理等认证，公司所属实验室已获得 CNAS 资质及 NADCAP 资质。

广大特材：特钢老牌企业，积极切入核聚变材料开发

广大特材司成立于 2006 年，主要专注合金材料生产，2008 年进入风电和高铁领域，提供特钢精加工产品和模具，2015 年进入航空合金领域。2020 年公司在科创板上市，并开始建设风电铸件产线，发力特种合金制品业务，2022 年募资建设风电齿轮箱零部件产线，拓展风电产业链，2024 年公司首次完成除轴承外的所有齿轮箱锻件工序。公司特钢材料包括高品质齿轮钢、高品质模具钢、特种不锈钢以

及高温合金、超高强度钢等国家重点鼓励发展的新材料产品；特钢制品主要包括以合金材料为基础制成的风电装备、轨道交通及各类精密机械部件。目前，公司产品广泛应用于新能源风电、轨道交通、机械装备、航空航天、新能源电力、燃气轮机、海洋石化、半导体芯片装备等高端装备制造业。

公司核电行业产品包括核电汽轮机级用高中压内、外缸、阀门等，具备核电常规岛汽轮机大型薄壁环类、阀壳铸件工艺技术，核电用铸钢件材料冶炼工艺技术，核电锻件锻压工艺及制造技术，核电关键部件用铸件铸造和材料熔炼工艺技术，核电件热处理工艺技术等。核电产品技术实现国产化替代进口，技术达到国际先进水平。2024 年公司军工核电业务实现营业收入 0.6 亿元。

核聚变配套材料实现批量交付，积极开拓齿轮箱零部件项目应用领域。2024 年，公司开发的核聚变超导线圈铠甲用材料实现批量化供应，已交付 24 吨，在手订单 60 吨。同时，配套开发的低活化马氏体钢 CLAM（一种抗辐射材料）已成功交付 6 吨级电渣锭，可用于聚变堆内部结构件。目前公司已完全掌握高性能 CLAM 电渣钢生产技术，电渣锭头尾 Ta 元素偏差 $\leq 0.01\%$ ，残 Al $\leq 0.01\%$ ，控制水平属国际先进。此外，公司中标，核电关键部件用铸件铸造工艺技术 BEST 超导线圈盒机加工项目，目前正在实施过程中。

江苏神通：核电设备球阀和蝶阀龙头

江苏神通前身是成立于 1966 年的国营启东阀门厂，2001 年正式成立，2010 年在深交所挂牌上市。公司专业从事新型特种阀门研发、生产与销售，主要包括蝶阀、球阀、闸阀、截止阀、止回阀、调节阀、非标阀等七个大类 145 个系列 2000 多个规格，广泛应用于冶金、核电、火电、石油化工等领域。2015 年收购无锡法兰锻造有限公司，2017 年收购江苏瑞帆节能科技服务公司并切入节能服务领域，2020 年设立神通核能装备公司，进军核能装备高端制造。

公司是国内首批进军核电领域的阀门企业之一，已成为我国核电阀门的主要供应商，至今已有超 15 万台各类核电阀门产品在线使用，产品覆盖华龙一号、国和一号、AP1000、快堆及高温气冷堆等主力堆型。公司在核级蝶阀和球阀领域优势地位突出，实现了核级球阀和蝶阀的全面国产化，市占率超 90%，进一步陆续开发了压水堆核电站地坑过滤器、核级调节阀、核级仪表阀、核级气动膜片、氦气隔离阀、微扭矩低能耗球阀等新产品，无锡法兰拥有核一级法兰、锻件制造资质，并获批变更增加了控制棒驱动耐压壳种类，是国内核电站建设过程中核一级法兰、锻件的主要供应商。公司核电设备业务已逐步实现从阀门向装备、从核电项核能、从项目建设向全生命周期服务的转型。2025 年上半年，公司核电行业实现营业收入 4.1 亿元，同比增长 15.7%。

图 33：江苏神通核级球阀产品



资料来源：江苏神通官网，国信证券经济研究所整理

图 34：江苏神通核安全级蝶阀产品



资料来源：江苏神通官网，国信证券经济研究所整理

核级球阀、蝶阀是核电和核聚变装备的基础阀门，公司在细分品类上占据优势地

位。目前，子公司江苏神通核能装备有限公司目前已经承接中核集团核工业西南物理研究院某项目的工程供货，产品为某型号的球阀产品，相关产品正处于制造过程中。

爱科赛博：深耕电源领域二十余年，近期核聚变领域订单取得突破

爱科赛博成立于 1996 年，持续聚焦电力电子领域，2012 年改制成立股份有限公司，2023 年于上交所科创板上市。目前公司拥有三大业务板块：精密测试电源、特种电源和电能质量控制设备，广泛应用于光伏储能、电动汽车、航空航天及电力配网等领域。其中，公司特种电源业务积累丰富，可满足高端装备或特种装备的特殊用电需求，主要应用于高端特种电源领域，如特种装备、半导体等先进工业装备、加速器及可控核聚变等高端装备领域，2025 年上半年公司特种电源业务实现收入 0.72 亿元，同比+45%。

公司参与的可控核聚变电源产品主要包括磁体电源与辅助加热电源。磁体电源为磁体供电，实现对等离子体的精准控制，辅助加热电源通过中性束电源、波加热电源，为核聚变反应提供能量输入。公司攻克了超导电源大电流、低纹波、高稳定度等难题，其万安培级产品纹波指标处于国内领先水平。

表 15: 爱科赛博核聚变领域布局

主要产品	作用	参与项目
磁体电源	为磁体供电，实现对等离子体的精准控制	HL-3 中国环流三号系统（RMP 电源）
辅助加热电源	通过中性束电源、波加热电源，为核聚变反应提供能量输入	环流二号（RMP 电源及控制系统）
		EAST（动态电源）
		DIII-D 国家聚变设施项目（控制电源）

资料来源：公司公告，核聚变商业化公众号，国信证券经济研究所整理

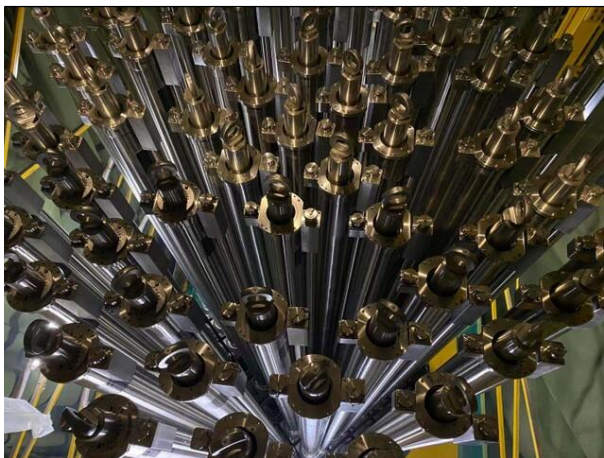
公司积极布局核聚变领域，近期连续中标多个高端聚变电源项目。公司从 2014 年到 2016 年陆续承接中国科学院合肥物质科学研究院 RMP 线圈电源的设计和生产制造，助力该所“受控核聚变”托卡马克装置的研究和相关试验开展。至今可靠稳定运行。公司亦为中国环流二号项目承担共振扰动磁场电源（RMP 电源）及控制系统研制任务。2025 年 12 月公司表示，公司中标 BEST 系统内真空室快控电源采购项目，并成为 HL-3 中国环流三号系统 RMP 电源升级改造项目第一中标候选人。同时，公司与相关聚变公司合作的高压电源和脉冲功率电源的解决方案也在不断推进中。

浙富控股：水核发电设备核心制造商，成立实验室切入核聚变赛道

浙富控股前身是隶属前水利电力部的“富春江水工机械厂”，成立于 1970 年。2004 年公司通过国企改制成立，从事水轮发电机的研发、设计和制造。2008 年公司在深交所上市，2020 年收购浙江申联环保集团有限公司，切入环保产业。公司现已成为中国三大水电设备制造商之一、核电关键设备主要设计制造商和国内稀缺的危废前后端一体化的全产业链布局的企业。2025 年上半年，公司水电、核电在内的清洁能源设备营业收入 6.15 亿元，同比增长 37.1%。

公司旗下拥有华都核电和浙富核电两家核电关键设备供应商，华都核电是国内核反应堆核一级部件控制棒驱动机构的主要设计制造商之一，也是“华龙一号”控制棒驱动机构的唯一供应商，第四代商用快堆液态金属核主泵。浙富核电主攻钠冷快堆主泵、铅铋主泵、池式低温供热堆池内构件等项目，在第四代商用快堆液态金属核主泵领域具有核心卡位优势。2024 年公司新签核电业务订单共计 4.2 亿元。

图35: 卡拉奇 K2 项目控制棒驱动机构



资料来源: 浙富控股官网, 国信证券经济研究所整理

图36: 钠冷快中子反应堆一回路主循环泵(左) 液态金属反应堆用电磁泵(右)



资料来源: 浙富控股官网, 国信证券经济研究所整理

2026年1月20日, 浙富核电与CFEDR科研机构合肥综合性国家科学中心能源研究院签署了《超高热负荷部件联合研制合作协议》, 重点攻关面向等离子体的超高热负荷部件, 解决钨铜串、平板型等各类结构中的异种材料实现高质量热融合的复杂技术难题。

皖仪科技: 国产氦质谱检漏仪龙头, 成立聚变研发实验室

皖仪科技成立于2003年, 以工业密封性检测业务起家, 一直坚持研发创新和产品领先的战略, 持续加大研发投入, 2020年成为安徽省首家科创板上市公司。目前公司拥有四大业务板: 工业检测仪器、在线监测仪器、实验室分析仪器与医疗板仪器, 形成了“压舱石+增长极”的协同格局。公司自主研发的高端氦质谱检漏仪市场占有率超过40%, 排名国内第一, 2024年实现营收4.55亿元, 占比61%。公司氦质谱检漏仪产品主要应用于新能源、储能、制冷、真空、电力、3C、汽车零部件等领域, 并在核聚变领域有关键需求。

氦质谱检漏仪是以氦气作为示漏气体, 对真空设备及密封器件的微小漏隙进行定位、定量和定性检测的专用检漏仪器。它具有性能稳定、灵敏度高、操作简便, 检测迅速、检漏范围广等优点, 已经成为当前生产工艺过程分析和产品性能检测的主流检漏仪器。氦质谱检漏仪在核聚变装置的全生命周期中贯穿多个关键阶段, 其核心作用是精准定位装置中微小泄漏点(漏率要求通常 $\leq 10^{-12} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$), 保障核聚变反应所需的极端真空条件(通常需达到 $10^{-5} \sim 10^{-8} \text{Pa}$), 避免杂质气体干扰等离子体约束或损坏关键部件。

表16: 氦质谱检漏仪在核聚变装置中的应用流程图

应用阶段	检测对象	检测方法	设备要求（氦质谱检漏仪）	合格标准
安装调试阶段	真空室本体（焊缝、法兰、观察窗）	法喷氦法（逐点喷氦，实时监测漏率）	最小可检漏率 $\leq 5 \times 10^{-13} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ ；抗磁探头（钛合金材质）	漏率 $\leq 10^{-12} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$
	超导磁体杜瓦（夹层、吸氦法）	杜瓦夹层抽真空电流引线接口、冷却管空后充氦，外部吸口检测	高温吸嘴（耐200℃以上）；多通道数据记录	漏率 $\leq 5 \times 10^{-13} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$
	等离子体加热系统（射氦罩法）	密封罩包裹可频天线套管、中性束注疑部位充氦，监测漏率入器管道）	机械臂搭载吸嘴（适配复杂结构）	漏率 $\leq 1 \times 10^{-12} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$
运行前验证阶段	真空室整体保压	关闭真空泵后，持续监测真空度变化+氦质谱检漏	长时监测模块（连续运行 $\geq 24\text{h}$ ）	真空度上升速率 $\leq 1 \times 10^{-9} \text{Pa}/\text{s}$ ；无氦气泄漏信号
维护检修阶段	拆装部件（诊断窗口、磁体引线接口等）	真空吸嘴法（贴近接口缝隙精准检测）	便携式检漏仪（响应时间 $\leq 1\text{s}$ ）	漏率 $\leq 5 \times 10^{-13} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$
	长期运行后焊缝/密封件复检	喷氦法+自动化扫描（机械臂沿焊缝扫描）	软件集成漏点定位系统	漏率 $\leq 1 \times 10^{-12} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$

资料来源：核工业西南物理研究所《氦质谱检漏技术在托卡马克装置中的应用进展》、中国科学院合肥物质科学研究院《超导磁体杜瓦真空检漏工艺优化》，国信证券经济研究所整理

与合肥综合性国家科学中心能源研究院合作拓展检漏仪新下游。2025年6月23日，皖仪科技公告称，公司与合肥综合性国家科学中心能源研究院签署《联合实验室共建协议》，双方将联合建立和运作“核聚变关键真空测量设备研发联合实验室”，以推动国内真空技术及真空装备产业发展。联合实验室研究方向包括：开展氦兼容检漏仪技术研究，攻克检漏仪中密封件等关键部件的氦兼容问题。研发富氦环境下真空检漏技术。共同开发抗中子辐照、抗电磁干扰的真空测量设备。本次合作有助于公司拓展检漏仪的下游应用范围，为该业务打开全新成长空间。

西子洁能：余热锅炉龙头，积极切入核聚变赛道

西子洁能成立于1955年，前身为中国余热锅炉企业杭州锅炉集团股份有限公司，是国内最早从事余热锅炉研发和制造的企业之一。1998年公司进入核电常规岛设备制造领域，现已成为中广核集团、中核集团合格供应商，并且拥有民用核安全2、3级设备制造许可证，进入核级设备制造领域，2025年8月设立杭州西子核能科技有限公司。上市后，公司加大新能源领域投入，2017年完成国内首套光热发电熔盐系统的研发。

成立核能公司拓展核电装备制造领域。公司2018年获颁“民用核安全设备制造许可证（核2、3级压力容器、储罐、热交换器）”。截至目前，公司先后为全国多座核电站提供186台常规岛压力容器和换热器，435台核2、3级压力容器和储罐，成为中广核集团、中核集团等长期战略合作伙伴。2025年8月，西子洁能设立合资公司杭州西子核能科技有限公司，打造公司核电领域关键技术平台，Wind数据显示西子洁能持股比例为60%，目前，西子洁能加快推进崇贤制造基地核电专用清洁车间建设，该车间规划面积6480平方米，可承接核级压力容器、储罐、换热器等高端产品制造。项目分两期推进，一期预计2025年9月底投入使用。此外，公司积极向三代核电、四代核电及核聚变领域拓展，打造公司未来新的增长点。

熔盐储能是可用于火电灵活性改造、工商业储能和核聚变发电的能量导出和管理系统。熔盐储能是一种基于高温熔盐显热特性的大规模长时储能技术，通过将电能或热能转化为熔盐的热能储存，实现能源的时空转移。其核心原理是利用熔盐在290-600℃温度区间的高比热容特性，通过冷热双罐循环系统完成能量储存与释放。熔盐储能有能量密度高、储热时间长、规模化成本低等诸多优势，与新能源特性互补性强，具有一定推广潜力。除作为光热发电核心系统外，熔盐储能还可用于火电灵活性改造、工商业储能等应用场景。核聚变的电力输入和输出曲线

陡峭，电力特性呈周期性脉冲，功率切换迅速，需要响应速率高、能量缓冲能力强的储能或其他方式匹配聚变发电的能量导出需求和全系统的能量管理，熔盐储能基本适配核聚变储能需求，且无需进行热电转换减少能量损失，还可配合进行供热供汽等综合利用需求。

图37: 立式熔盐储罐



资料来源：西子洁能官网，国信证券经济研究所整理

图38: 熔盐储能蒸发器



资料来源：西子洁能官网，国信证券经济研究所整理

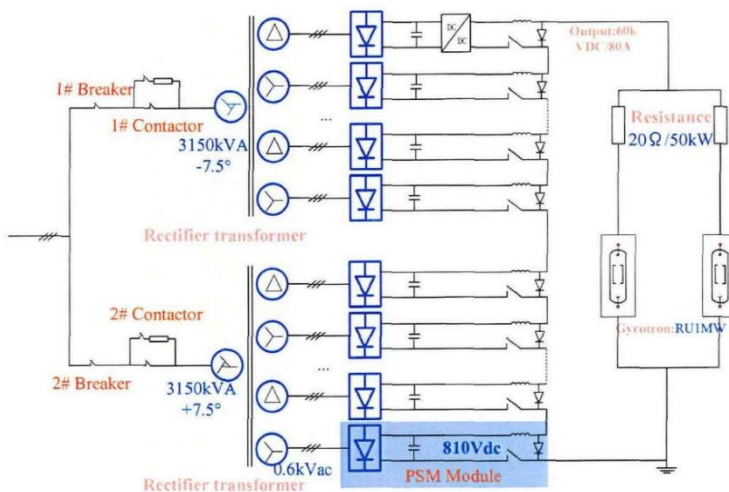
四创电子：雷达龙头企业，子公司华耀电子布局核聚变电源

四创电子成立于2000年，2004年在上海证券交易所挂牌上市（600990），是中国电科38所旗下唯一的上市平台，被誉为“中国雷达第一股”，同时也是国家技术创新示范企业、国家级高新技术企业。

四创电子基于军工级雷达电源技术外溢，依托子公司华耀电子延伸布局核聚变装置能源供给核心领域。公司2024年中标了EAST受控热核聚变装置中的电源模块项目，目前该项目主要由华耀电子从事相关业务。华耀电子是38所1992年成立的第一家产业化公司，2010年四创电子收购华耀电子成为公司控股子公司，华耀电子专注于微电路电源及系统的研制、生产、销售和服务。华耀电子切入可控核聚变赛道主要依托于军工级雷达电源配套产品的研发经验，2024年公司研制的140kV脉冲结题调制高压电源模块已成功应用于EAST（全超导磁约束受控聚变装置）。据公司公告显示，公司目前从预研到方案落地共计为客户提供了4套PSM电源高压系统，单套价值量400万元，项目已按期交付并回款。

PSM电源技术具有连续可调、可靠性高、输出电压质量高的特点，是托卡马克装置能源和温控领域核心关键技术。PSM电源能够提供直流高压的能源输入，因此托卡马克装置的辅助加热电源广泛采用PSM的方式进行电源控制。EAST装置中140GHz的ECRH阴极高压电源将10kV的交流电经 $\pm 7.5^\circ$ 的两台变压器输送至副边绕组，再通过电源模块降压并转化为直流电为装置进行供电。目前，公司积极跟进BEST领域的采购计划与布局下一代CFEDR装置项目研发。

图39: 140GHz PSM 高压电源拓扑结构示意图



资料来源：胡贺军，《托卡马克 PSM 高压电源谐波电流机理及其配网谐振特性研究》，中国科学技术大学，2024，国信证券经济研究所整理，国信证券经济研究所整理

新风光：电力电子领域领先企业，积极布局核聚变电源赛道

新风光前身为 1970 年成立的国营汶上无线电厂，2004 年股份制改制成立山东新风光电子科技发展有限公司，2021 年于科创板上市。公司成立以来深耕电力电子设备领域，产品业务由低压变频器逐步拓展至高压变频器、高压动态无功补偿装置、轨道交通能量回馈装置以及储能 PCS 等产品，广泛应用于风力发电、光伏电站、新能源发电行业、轨道交通、矿业、石油、化工、冶金、市政等领域。目前，公司 SVG 产品获得 2024 年国家级制造业单项冠军，高压变频器产品、轨道交通能量回馈装置市场份额均在国内排名前列。

公司在核聚变领域已有 20 余年技术储备。公司最早于 2006 年参与 EAST 等离子体快速控制电源供应（为当时第一台设备提供电源），该电源是“人造太阳”高功率运行的核心组成部分，具备高功率输出、快速电流跟踪、四象限运行等尖端性能，在可靠性、灵活性及技术先进性上均达到行业领先水平。且当年参与 EAST 装置等离子体快速控制电源研制的工程师及技术人员至今仍在公司任职，公司凭借 20 余年技术储备、积累及人员稳定性，保障核聚变相关技术延续性与对接效率。

公司高度重视核聚变业务未来发展，强化该领域布局。公司高度重视核聚变业务未来发展，已专门成立专项团队推进相关电源业务。同时公司深化产学研协同，夯实技术合作基础，积极对接中国科学院等离子体物理研究所及行业先行企业聚变新能，围绕公司在等离子体控制电源、超导磁体供电与控制系统等关键电源装备领域的业务合作与技术适配性，展开深入、务实的交流研讨。公司并加入聚变产业联合会，与顶尖科研机构、产业链伙伴建立更紧密的联系。

风险提示

技术发展和商业化进程不及预期：目前核聚变技术尚未得到完整验证，若未来技术研发或商业化进程不及预期，可能导致核聚变推进较慢，甚至存在无法实现商业化的风险。

技术变革风险：虽然托卡马克装置是目前聚变行业主流方向，但随着技术进步和工程建设能力提高，惯性约束、仿星器等其他路线可能取代托卡马克，导致产业出现颠覆式变革，重塑行业格局，带动产业链价值重新分配，并可能导致前期研发投入形成大额沉默成本，相关资产存在减值风险。

核事故风险：由于核事故的严重危害性，一旦发生严重核事故，即使不是核聚变导致的核事故，也可能引发全球对核安全的进一步恐慌，导致全球核能发展受阻，核聚变发展进程可能受到影响而减缓。

电力需求不及预期：若未来电力负荷增长不及预期，可能导致电力系统更新节奏放缓，进而拖累核聚变商业化落地。

电价下调和经济性不及预期风险：目前有关聚变电站的发电成本尚无确定结论，若未来聚变电站成本下降幅度不及预期，或者电价下行导致商业化聚变电站经济性不及预期，可能导致聚变商业化受阻，市场空间低于预期。

项目建设不及预期：目前 BEST、CFETR 等关键设施对我国核聚变行业发展起到关键的标杆和带动作用，若项目建设不及预期，可能导致行业信心下降，产业链活力疲弱，拖累核聚变商业化进度。

市场竞争风险：目前聚变行业发展处于早期阶段，市场玩家较少，进入壁垒较高，若未来随着技术迭代，市场进入壁垒降低，可能导致竞争格局趋于激烈，降低聚变设备供应商盈利能力。

政策风险：目前我国鼓励核电行业发展，对现存核电项目给予了一定的政策优惠，《原子能法》明确支持发展核聚变。若未来国家政策发生调整，对核聚变支持力度降低，可能导致行业发展不及预期。

免责声明

分析师声明

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道；分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求独立、客观、公正，结论不受任何第三方的授意或影响；作者在过去、现在或未来未就其研究报告所提供的具体建议或所表述的意见直接或间接收取任何报酬，特此声明。

国信证券投资评级

投资评级标准	类别	级别	说明
报告中投资建议所涉及的评级（如有）分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后 6 到 12 个月内的相对市场表现，也即报告发布日后的 6 到 12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。A 股市场以沪深 300 指数（000300.SH）作为基准；新三板市场以三板成指（899001.CSI）为基准；香港市场以恒生指数（HSI.HI）作为基准；美国市场以标普 500 指数（SPX.GI）或纳斯达克指数（IXIC.GI）为基准。	股票 投资评级	优于大市	股价表现优于市场代表性指数 10%以上
		中性	股价表现介于市场代表性指数 $\pm 10\%$ 之间
		弱于大市	股价表现弱于市场代表性指数 10%以上
		无评级	股价与市场代表性指数相比无明确观点
	行业 投资评级	优于大市	行业指数表现优于市场代表性指数 10%以上
		中性	行业指数表现介于市场代表性指数 $\pm 10\%$ 之间
		弱于大市	行业指数表现弱于市场代表性指数 10%以上

重要声明

本报告由国信证券股份有限公司（已具备中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）制作；报告版权归国信证券股份有限公司（以下简称“我公司”）所有。本报告仅供我公司客户使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式使用、复制或传播。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以我公司向客户发布的本报告完整版本为准。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但我公司不保证该资料及信息的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映我公司于本报告公开发布当日的判断，在不同时期，我公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。我公司不保证本报告所含信息及资料处于最新状态；我公司可能随时补充、更新和修订有关信息及资料，投资者应当自行关注相关更新和修订内容。我公司或关联机构可能会持有本报告中所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或争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中所提及的意见或建议不一致的投资决策。

本报告仅供参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的的要约或邀请。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，我公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

证券投资咨询业务的说明

本公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询，是指从事证券投资咨询业务的机构及其投资咨询人员以下列形式为证券投资人或者客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或者间接有偿咨询服务的活动：接受投资人或者客户委托，提供证券投资咨询服务；举办有关证券投资咨询的讲座、报告会、分析会等；在报刊上发表证券投资咨询的文章、评论、报告，以及通过电台、电视台等公众传播媒体提供证券投资咨询服务；通过电话、传真、电脑网络等电信设备系统，提供证券投资咨询服务；中国证监会认定的其他形式。

发布证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式，指证券公司、证券投资咨询机构对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向客户发布的行为。

国信证券经济研究所

深圳

深圳市福田区福华一路 125 号国信金融大厦 36 层
邮编：518046 总机：0755-82130833

上海

上海浦东民生路 1199 弄证大五道口广场 1 号楼 12 层
邮编：200135

北京

北京西城区金融大街兴盛街 6 号国信证券 9 层
邮编：100032