

强于大市

公司名称	股票代码	股价	评级
爱科赛博	688719.SH	人民币 39.23	增持

资料来源: Wind, 中银证券

以 2025 年 7 月 25 日当地货币收市价为标准

相关研究报告

《可控核聚变系列报告之一》20250725

中银国际证券股份有限公司
具备证券投资咨询业务资格

电力设备

证券分析师: 武佳雄

jiaxiong.wu@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号: S1300523070001

证券分析师: 顾真

zhen.gu@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号: S1300525040003

证券分析师: 陶波

bo.tao@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号: S1300520060002

可控核聚变系列专题之二

电源决定聚变控制精度, 特种电源迎发展东风

核聚变电源是聚变装置核心部件之一, 通过优化加热温度、能量约束时间以提升聚变“三乘积”, 推动聚变点火。电源整体技术壁垒、客户壁垒高。托卡马克、直线型、Z 箍缩等聚变技术路线对电源要求高, 且成本占比高达 30%-50%。聚变行业景气度上行, 多技术路线齐头并进, 推动聚变电源释放; 给予行业强于大市评级。

支撑评级的要点

- **电源安全性要求高, 产品迭代推动核聚变点火:** 我国聚变装置“等离子体的温度”、“等离子体密度”和“能量约束时间”的“三乘积”已经达到 10^{20} 量级, 距离 5×10^{21} 的聚变自持条件仍有一段距离。电源在聚变装置中起辅助等离子体加热、控制等离子体位置的功能, 技术迭代可推动“三乘积”提升, 最终实现聚变点火。电源需要配合等离子体反应不断调整输出电流、电压, 电源系统对控制精密度要求严格, 以避免电磁辐射对聚变装置的危害。在聚变装置功率的提升的过程中, 聚变装置对高压电网的运行安全性冲击也在提升, 对于电源控制能力的要求进一步提升。
- **磁体电源、加热电源性能侧重方面不同, 我国具备电源核心零部件国产化能力:** 托卡马克聚变路线需要使用磁体电源和加热电源。磁体电源起控制等离子体位置、保护磁体安全等功能, 同时强调快响应速度以及高稳定性。磁体电源的响应时间需要控制在 0.3ms 以内, 电压波动率不超过 3%, 同时需要具备高抗扰动能力。加热电源呈现大功率化趋势, 多种加热方案均需使用高频率射频技术, 并以电子管作为核心零部件。我国以往需要从美国、俄罗斯、法国进口电子管, 目前通过 2017-2019 年科技部专项已经具备回旋管、速调管、四极管国产化生产能力。
- **直线型、Z 箍缩、仿星器等核聚变路线对电源要求严格:** 直线型装置使用电源进行等离子体电离、等离子体喷射, 需要将等离子体加速到 250km/s, 要求线圈的放电速度需要控制在亚微秒级别, 直线型装置电源成本占比约 50%。Z 箍缩装置需要研发 50 MA 级别的“电磁驱动大科学装置”, 占装置整体成本约 30%。仿星器磁场位形完全依赖磁场线圈电流, 电源设计及控制复杂。除托卡马克路线以外, 直线型、Z 箍缩、仿星器等其他核聚变路线均对电源提出高要求。
- **电源客户壁垒、技术壁垒高, 有望受益于聚变投资景气度上行:** 电源厂商需要紧密配合客户需求对产品进行定制化研发, 具备高客户壁垒; 同时核聚变需要使用大功率电源且对稳定性要求高, 具备技术壁垒。随着我国核聚变投资景气度上行, 多技术路线并进, 有望推动聚变电源需求释放。

投资建议

- 核聚变电源通过提升加热温度、提升能量约束时间的方式推动聚变“三乘积”提升, 并推动聚变点火, 电源是核聚变装置核心部件之一。聚变磁体电源保证装置运行安全, 强调高稳定性、快响应速度; 加热电源需要应用大功率射频技术, 聚变磁体电源、加热电源均具备高客户壁垒、高技术壁垒。除托卡马克路线以外, 直线型、Z 箍缩、仿星器等其他核聚变技术路线均对电源要求严格, 且电源成本占整体装置比例高达 30%-50%。在我国核聚变投资景气度上行, 多技术路线齐头并进的背景下, 聚变电源环节订单、业绩有望充分释放。推荐爱科赛博, 建议关注英杰电气、国光电气、旭光电子、弘讯科技、王子新材。

评级面临的主要风险

- 核聚变产业化进展不达预期, 核聚变政策风险, 产业投资强度不达预期, 国际贸易摩擦风险。

目录

电源是核聚变关键部件之一，功率提升推动电源迭代	5
电源技术迭代推动聚变实现点火条件.....	5
磁体电源强调稳定性，加热电源强调高能量.....	6
直线型、仿星器、Z 箍缩等技术路线对电源要求更高.....	10
电源具备定制化属性，看好特种电源厂商市场拓展	12
核聚变电源需定制，具备历史积累的厂商有望受益.....	12
超级电容可集成在电源中，重要性逐步提升.....	12
核聚变电源市场空间广阔，具备持续迭代订单空间	14
投资建议	15
风险提示	16
爱科赛博	18

图表目录

图表 1. 不同聚变燃料点火边际条件.....	5
图表 2. 已知各类型实验装置的聚变三乘积数据.....	5
图表 3. ITER 电源运行模式示意图.....	5
图表 4. ITER 系统典型功率变化.....	5
图表 5. 磁体电源容量远高于辅助加热电源.....	6
图表 6. ITER 磁场系统.....	6
图表 7. EAST 装置磁体电源功能及配套数量.....	7
图表 8. ITER 主要线圈的变流器电源结构示意图.....	7
图表 9. RMP 线圈示意图（环流二号）.....	7
图表 10. EAST 装置电源运行参数要求.....	7
图表 11. 托卡马克装置常规加热方案.....	8
图表 12. 射频离子源电路示意图.....	8
图表 13. EAST 辅助加热系统（部分）.....	8
图表 14. 电子回旋加热系统结构.....	9
图表 15. EAST 使用回旋管参数（电子回旋）.....	9
图表 16. 离子回旋加热系统结构.....	9
图表 17. THALES 电子管产品线（部分）.....	9
图表 18. C 波段 500kW 速调管.....	9
图表 19. 旭光电子 DB967 四极管.....	9
图表 20. 高压脉冲电源系统拓扑图.....	10
图表 21. 高压脉冲电源系统各支路参数.....	10
图表 22. 托卡马克装置超导线圈分布.....	10
图表 23. CFQS 装置磁体线圈分布图.....	10
图表 24. Z 箍缩系统成本结构.....	11
图表 25. 部分上市公司核聚变领域公开披露.....	12
图表 26. HL-2M 装置中性束注入弧流电源主电路.....	13
图表 27. 超级电容与常规路线性能对比.....	13
图表 28. Helion 使用的超级电容.....	13
图表 29. MMC-SC 电路拓扑.....	13
图表 30. MMC-SC 仿真参数.....	13
图表 31. 我国核聚变重点项目梳理.....	14
图表 32. 2.45GHz-4MW 低杂波系统高压电源迭代方案.....	14
图表 33. 2.45GHz-4MW 低杂波系统改造前后回路原理图.....	14
附录图表 34. 投资建议相关公司估值表.....	17
股价表现.....	18
投资摘要.....	18

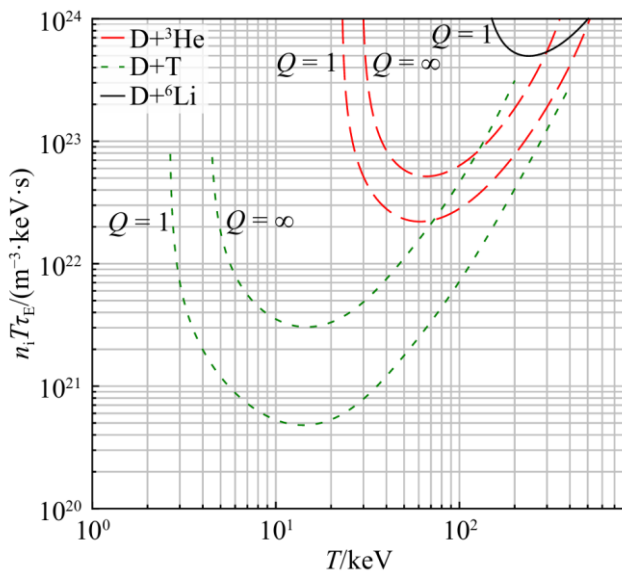
图表 35. 爱科赛博产品及技术发展历程.....	19
图表 36. 公司股权结构（截至 2025 年一季度末）	19
图表 37. 核心管理团队人员及从业背景.....	20
图表 38. 2019-2024 年公司营业收入及增速	20
图表 39. 2019-2024 年公司收入结构.....	20
图表 40. 2019-2024 年公司归母净利润.....	21
图表 41. 2019-2024 年公司毛利率变化趋势	21
图表 42. 2019-2024 年公司净利率变化趋势	21
图表 43. 2019-2024 年公司研发费用率.....	22
图表 44. 2019-2024 年公司三费用率.....	22
图表 45. 2019-2024 精密测试电源业务收入、同比增速、毛利率	22
图表 46. 通用、专用测试电源应用.....	23
图表 47. 自动化测试电源应用图示.....	23
图表 48. 2019-2024 特种电源业务收入、同比增速、毛利率	23
图表 49. 专用特种电源应用图示.....	24
图表 50. 定制特种电源应用图示.....	24
图表 51. 爱科赛博业务收入与毛利率预测.....	24
图表 52. 爱科赛博可比上市公司估值比较.....	25
利润表(人民币 百万).....	26
现金流量表(人民币 百万).....	26
财务指标.....	26
资产负债表(人民币 百万).....	26

电源是核聚变关键部件之一，功率提升推动电源迭代

电源技术迭代推动聚变实现点火条件

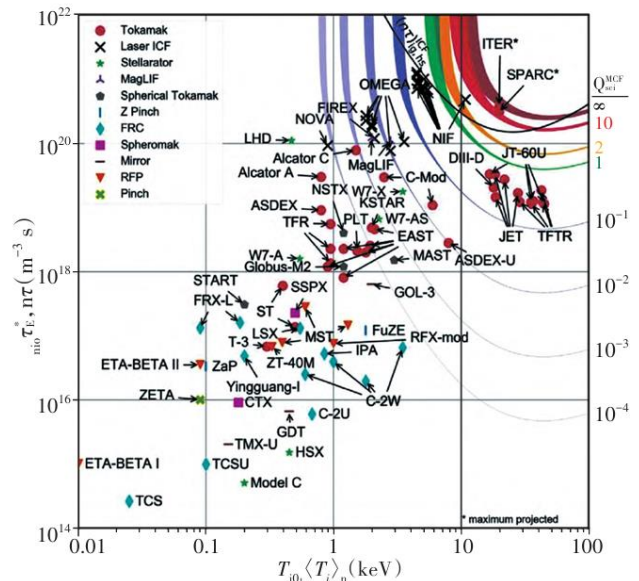
核聚变点火要求提升等离子体温度、密度、能量约束时间三乘积：等离子体的温度、密度和能量约束时间三者乘积称为“聚变三乘积”，当三乘积达到 5×10^{21} （氘氘反应）时，聚变反应输出的功率等于为驱动聚变反应而输入的功率，必须超过这一基本值，聚变反应才能自持进行。电源在核聚变主机中起到产生磁场约束等离子体运动、提供能量保持反应温度等作用，中科院等离子物理研究所将电源系统称为“核聚变装置的生命线”。2025 年 5 月，中核集团核工业西南物理研究院将聚变三乘积提升至 10^{20} 量级，仍需稳步提升以达到 5×10^{21} 的自持条件。

图表 1. 不同聚变燃料点火边际条件



资料来源：中国科学院近代物理研究所 中国核物理学会《原子核物理评论》，中银证券

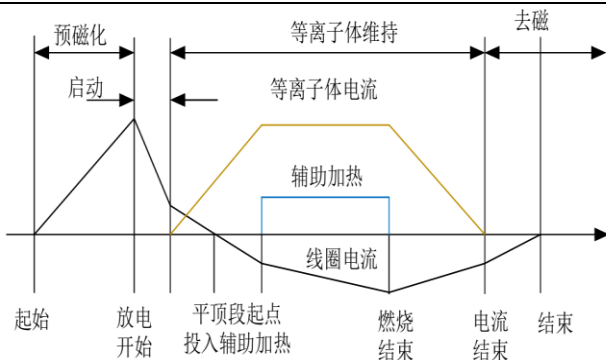
图表 2. 已知各类型实验装置的聚变三乘积数据



资料来源：生态环境部核与辐射安全中心《核安全》，中银证券

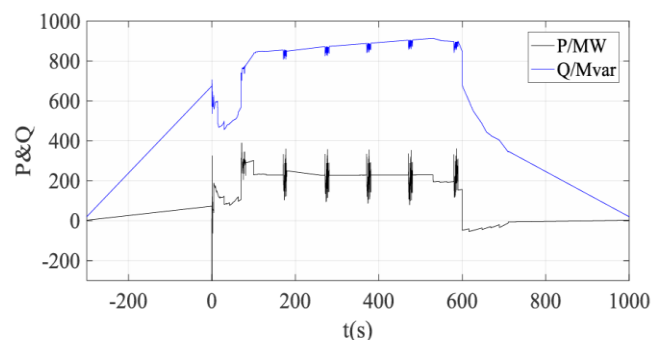
电源是提升等离子体温度、能量约束时间的关键：电源在聚变装置中起三大作用。其一，电源给磁体供电以控制等离子体位置、形状；其二，电源辅助加热装置提供能量，加热和驱动等离子体；其三，为超导磁体失超提供保护。电源可以通过迭代以提升等离子体温度、提升能量约束时间，并最终提升“三乘积”，电源技术迭代是核聚变自持反应的关键。电源系统需要配合等离子体反应不断调整输出电流、电压，对控制精密度要求严格。

图表 3. ITER 电源运行模式示意图



资料来源：李磊《ITER 电源系统冲击功率补偿策略研究》，中银证券

图表 4. ITER 系统典型功率变化



资料来源：李磊《ITER 电源系统冲击功率补偿策略研究》，中银证券

电力输入影响聚变装置安全，电源质量要求不断提升：超导磁体对等离子体的位置、形状和电流大小进行控制，若等离子体发生破裂，将产生大量电磁辐射、热辐射和逃逸电子，会对面向等离子体的部件产生极大的危害。此外，由于聚变装置功率的提升，聚变装置对高压电网的运行安全性冲击也在提升，对于电源控制能力的要求进一步提升。

磁体电源强调稳定性，加热电源强调高能量

托卡马克系统包含磁体电源和加热电源，磁体电源容量更大：托卡马克核聚变装置应用的电源系统包括磁体电源和加热电源，磁体电源强调对磁场的控制，对稳定性要求高；加热电源强调高功率、长脉冲等射频技术。从电源容量角度，ITER 项目的磁体电源容量高达 2243MVA，容量是加热电源的数倍。

图表 5. 磁体电源容量远高于辅助加热电源

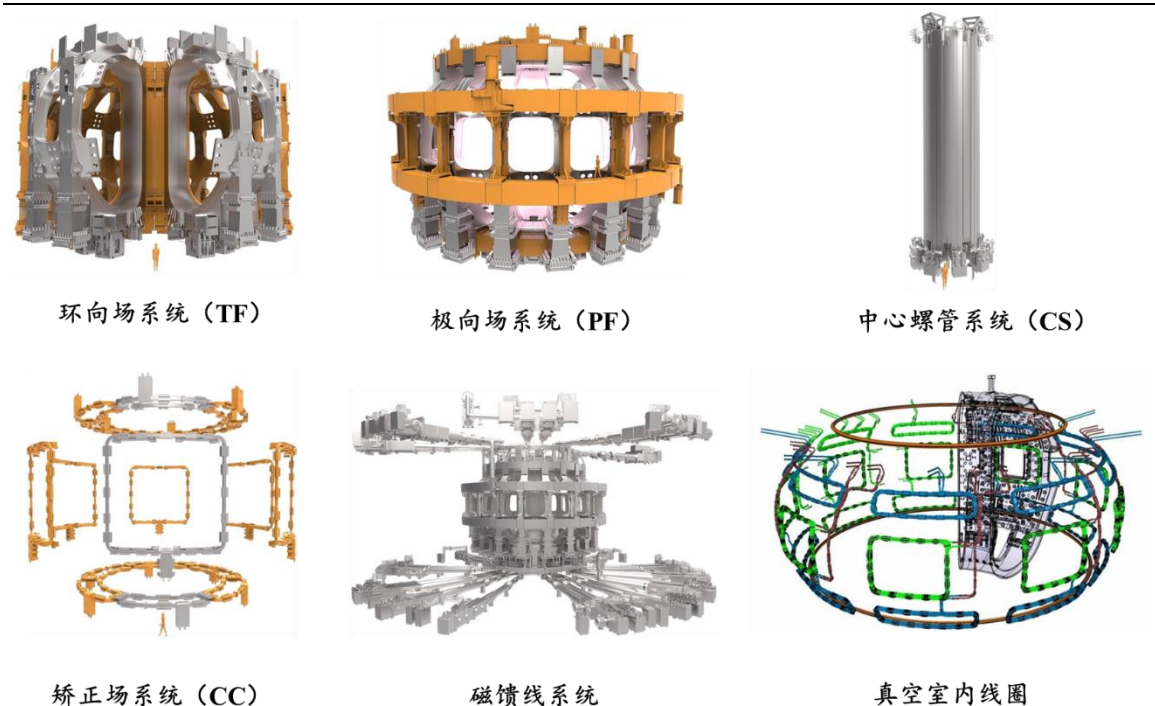
	ITER	ASDEX-U	JA-60SA	KSTAR	JET
电网电压/kV	400	110	275	154	400
主变压器容量/MVA	900	16	388	100	900
脉冲发电机容量/MVA	/	571	615	200	400
磁体电源容量/MVA	2243	600	256.2	227.5	939
辅助加热电源容量/MVA	270	95	128	28	320

资料来源：苏杭等《混合式新型聚变电源概念设计》，中银证券

磁体电源控制等离子体形状，保证聚变装置安全性

磁体电源强调低响应速度、高稳定性：根据中科院信息，EAST 磁体电源主要包括极向场电源（PF 电源，控制等离子体位置、形状、分布；保护极向场超导磁体安全）、纵场电源（TF 电源，产生环向磁场使等离子体环向移动）、共振扰动磁场电源（RMP 电源，实现磁流体学不稳定性的主动控制）、垂直位移快速控制电源（防止等离子体不稳定垂直位移）；除了上述电源以外，还有校正线圈电源（CC 电源）等。核聚变要求电源故障率极低，即便实验中核聚变系统故障率已经下降至 0.1%，业主依然认为故障率偏高。VS 电源、RMP 电源均起到防止等离子体不稳定位移的作用，要求电源响应时间低于 0.5ms，甚至小于 0.2ms。

图表 6. ITER 磁场系统



资料来源：ITER，中银证券

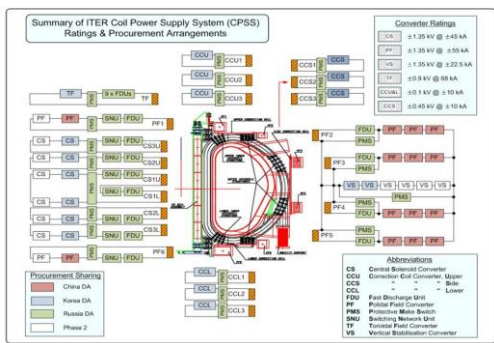
图表 7. EAST 装置磁体电源功能及配套数量

功能		数量 (套)
极向场电源 (PF)	提供等离子体启动、控制所需的实时变化极向场电流； 保护超导磁体安全。	12
纵场电源 (TF)	产生环向磁场使等离子体环向移动。	/
垂直位移控制速控制电源 (VS)	防止等离子体不稳定垂直位移。	/
共振扰动磁场电源 (RMP)	实现磁流体力学不稳定性的主动控制。	8

资料来源：中科院等离子体物理研究所，中银证券

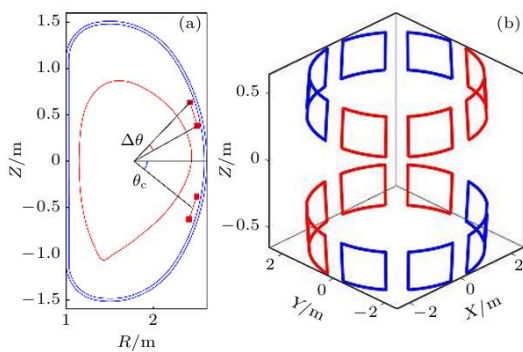
RMP 电源调节边界粒子输运, 提升聚变运行稳定性:核聚变反应在高性能模式下会产生边界局域模 (ELM) 爆发, 其本质上由边界磁流体力学的不稳定性造成。大幅度 ELM 爆发将对偏滤器靶板和等离子体约束性能造成严重损害, 有效控制 ELM 是托卡马克装置研究重点之一。2004 年, RMP (Resonance magnetic perturbation, 共振磁场扰动场) 被用在 DIII-D 装置上, 实现 RMP 对 ELM 的完全抑制, 此后, 外加 RMP 已成为托卡马克上控制 ELM 的有效方法, 并用于 EAST、JET、HL-2A 等多个装置上。RMP 电源需要兼备高响应速度与强抗扰动能力, 根据中科院信息, RMP 单个电源模块输出电流的响应速度需要控制在 0.3ms 以内, 电流上升率 ≥ 5 kA/ms, 电压波动率 $\leq 3\%$ 。由于负载线圈在托卡马克装置内工作环境复杂, 因此电源需要具备高抗扰动能力, RMP 电源在硬件拓扑结构设计、控制策略方面均具备壁垒。

图表 8. ITER 主要线圈的变流器电源结构示意图



资料来源：李磊《ITER 电源系统冲击功率补偿策略研究》，中银证券

图表 9. RMP 线圈示意图 (环流二号)



资料来源：李春雨等《托卡马克装置中等离子体环向旋转对三维响应场的影响》，中银证券

图表 10. EAST 装置电源运行参数要求

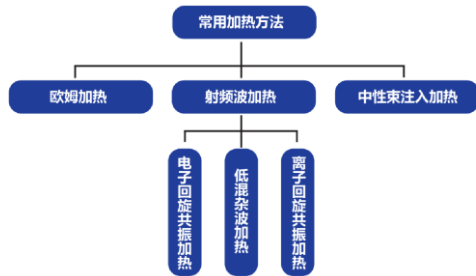
	电源序号	额定电压 (V)	额定电流 (kA)
极向场电源 (1)	PS1-PS6	350	15
极向场电源 (2)	PS7-PS8	1000	15
极向场电源 (3)	PS9-PS10	700	15
极向场电源 (4)	PS11-PS12	380	15
纵场电源		20	15
快控电源		1000	6
RMP 电源		450	4
偏滤器电源		600	20

资料来源：中科院等离子体物理研究所，中银证券

加热电源高能化, 强调射频技术

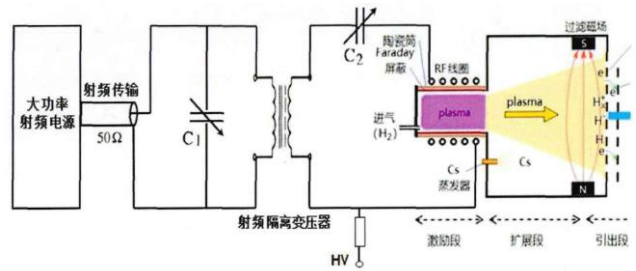
加热电源高功率化，中性束加热是核心方案：托卡马克装置加热方式包括欧姆加热、低杂波加热（LHCD）、电子回旋加热（ECRH）、离子回旋加热（ICRF）、中性束加热（NBI）。从功能角度，欧姆加热用于托卡马克装置预加热；低杂波加热、电子回旋加热用于：1）提升等离子体热电子温度；2）驱动等离子体电流；离子回旋加热、中性束加热用于加热等离子体离子。核聚变装置的加热方案正在向大功率、长脉冲、高能量方向发展，在多种技术方案中，中性束加热通过直接将高能粒子注入托卡马克的约束磁场，是上述方案中效率最高、物理机制最为明确的加热手段。

图表 11. 托卡马克装置常规加热方案



资料来源：宋城邑《EAST 上离子回旋波联合中性束注入加热的协同效应研究》，中银证券

图表 12. 射频离子源电路示意图



资料来源：王娜《中性束射频离子源功率耦合分析及实验研究》，中银证券

射频是加热电源核心技术：托卡马克装置的加热方案基本都需引入射频技术。离子源是中性束加热系统最为核心部件，大功率射频离子源正在以其长寿命、结构简单等优势实现对弧放电离子源的替代。除 NBI 加热以外，电子回旋加热、离子回旋加热、低混杂波加热均应用射频技术，但是频率有所差异，具体而言：低混杂波加热 ($f=1-8\text{GHz}$)，电子回旋加热 ($f=40-160\text{GHz}$)，离子回旋加热 ($f=30-200\text{GHz}$)。

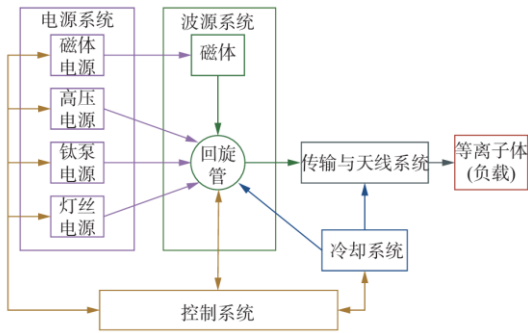
图表 13. EAST 辅助加热系统（部分）

	投运年份	技术方案	核心部件	供应商	供应国	运行电压/kV	最高电压/kV	最大脉宽/s	故障能量限制/J	纹波/p-p	电压稳定度/1h	故障率/Faults
2.45GHz-3MW 低杂波高压电源系统	2002	低杂波	速调管	KU245-200	俄罗斯	30-45	50	45kV/1000s	<10	<1%	<1%	<2%
4.6GHz-6MW 低杂波高压电源系统	2014	低杂波	速调管	VKC784 9-250	美国	30-50	50	50kV/1000s	<10	<1%	<1%	<2%
140GHz-5MW 电子回旋高压电源系统	2015	电子回旋	回旋管	GYCOM/CPI	俄罗斯/美国	40-60	70	60kV/1000s	<10	<1%	<1%	<2%
80keV-8MW 中性束注入高压电源系统	2015	中性束	离子源	/	/	50-80	100	80kV/1000s	<10	<1%	<1%	<2%
离子回旋加热系统	/	离子回旋	射频波加热单元、天线系统									

资料来源：中科院，宋城邑《EAST 上离子回旋波联合中性束注入加热的协同效应研究》，中银证券

电子管是加热系统重要部件之一，EAST 装置多使用进口电子管：托卡马克装置中所使用的电子回旋加热系统、离子回旋加热系统均以回旋管为核心部件，但是这两种电子管性能有所差异。EAST 电子回旋加热系统使用 GYCOM（俄罗斯）、CPI（美国）回旋管作为微波源，其电子管生成高频电磁波使等离子体中的电子产生共振，并以此实现加热。EAST 离子回旋加热系统使用 THALES（法国）真空电子管作为谐振腔放大器，其通过射频波将等离子体中的少数离子进行加速，通过离子的运动碰撞将能量传递至等离子体。虽然上述两种电子管工作原理不一致，但是在聚变加热系统高功率化的背景下，回旋管功率提升推动电子回旋加热系统功率提升的方向是一致的。

图表 14. 电子回旋加热系统结构



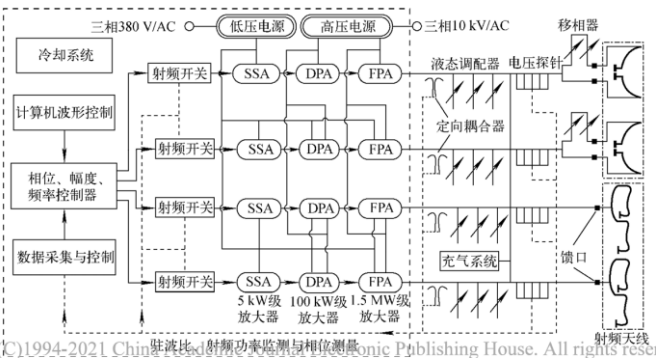
资料来源：夏冬辉等《磁约束等离子体电子回旋加热技术发展现状》，中银证券

图表 15. EAST 使用回旋管参数（电子回旋）

	GYCOM	CPI
频率/GHz	140	140
最大输出功率/MW	1	0.9
脉冲长度/s	0~1000	0~1000
阴极电压/kV	-36~-44.5	-46~-60
束电流/A	25~40	25~45
阳极电压/kV	+17~+25	+15~+24
阳极电流/mA	30	20
效率	45%	30%
灯丝功率/W	1000~1200	200~250

资料来源：胡涛《ECRH 稳态运行控制系统设计》，中银证券

图表 16. 离子回旋加热系统结构



资料来源：中国原子能科学研究院《原子能科学技术》，中银证券

图表 17. THALES 电子管产品线（部分）

Tetrodes	Power out. CW	Power out. Peak & pulse duration
TH561	20 kW @200 MHz	30 kW @400 MHz - Pulse < 1 ms
TH535	100 kW @120 MHz	200 kW @200 MHz - Pulse < 1 ms
TH781	200 kW @200 MHz	400 kW @200 MHz - Pulse < 1 ms
TH525A	1500 kW @57 MHz	2000 kW @70 MHz - Pulse < 30 s
TH526B	1500 kW @157 MHz	2000 kW @80 MHz - Pulse < 30 s 2500 kW @200 MHz - Pulse < 1 ms

资料来源：THALES，中银证券

回旋管、速调管、四极管等加热电源核心零部件实现国产化突破：2017 年中科院承接“长脉冲高功率回旋管关键技术研究”专项，并于 2019 年完成 140GHz 回旋管验收实验，实现输出毫米波功率 700 千瓦，运行时长 3000 秒，技术参数达到国际先进水平。2018 年科技部针对“长脉冲高功率速调管关键技术研究”立项，2024 年中科院成功研制出 C 波段 500kW 长脉冲速调管，建成高功率长脉冲速调管测试平台。2019 年科技部针对“长脉冲高功率射频四极管关键技术研究”立项，要求在消化吸收 ITER 1.5 MW 长脉冲四极管技术的基础上，开展国产大功率射频四极管的设计与模拟计算、关键技术预研，射频输出功率不低于 1.5 MW。旭光电子的兆瓦级大功率电子管已实现批量供货，其中在可控核聚变领域的兆瓦级电子管是国内独供，国际唯二生产供应商。我国已经具备回旋管、速调管、四极管国产化能力。

图表 18. C 波段 500kW 速调管



资料来源：中科院，中银证券

图表 19. 旭光电子 DB967 四极管

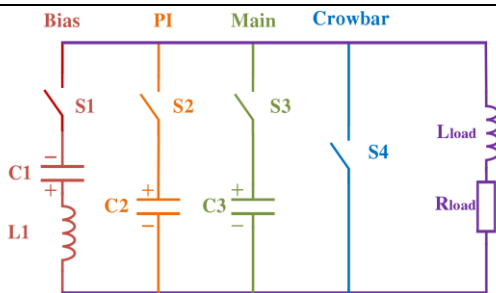


资料来源：旭光电子微信公众号，中银证券

直线型、仿星器、Z 箍缩等技术路线对电源要求更高

直线型装置对电源放电速度要求非常严格，成本占比高：直线型核聚变装置的运行存在两大关键阶段，其一为预电离阶段，电离效果决定了 FRC 等离子体性能参数；其二为等离子体喷射，等离子体喷射速度高达 250km/s，经过相邻线圈的时间约 2μs，要求线圈的放电速度需要控制在亚微秒级别。对于直线型装置的高压脉冲电源系统进行高精度控制具备相当难度。从具体结构上，直线型装置的电源拓扑结构由偏置（BIAS）支路、预电离（PI）支路、场反转（Main）支路以及续流（Crowbar）支路所组成，各支路的电源工作参数都很严格。直线型装置核心为电源，电源占直线型装置成本比例约 50%，是直线型装置核心部件。

图表 20. 高压脉冲电源系统拓扑图



资料来源：赵阳《HFRC-F 高压脉冲电源系统的研制与测试》，中银证券

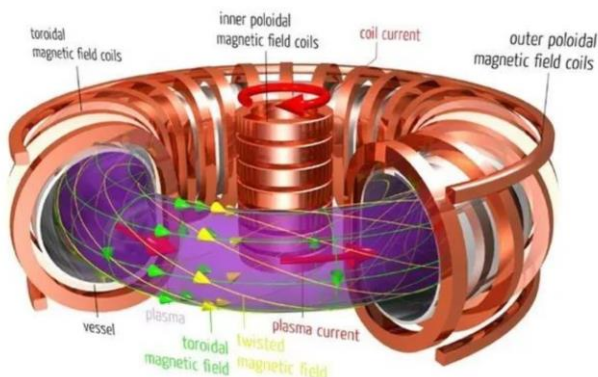
图表 21. 高压脉冲电源系统各支路参数

	偏置 (BIAS) 支路	预电离 (PI) 支路	场反转 (Main) 支路
工作频率/kHz	5	150	62.5
电流峰值/kA	-42	32	68
电容容值/μF	54.1	0.85	8
电容电压/kV	-24	40	40
串联电感/μH	17.5	/	/

资料来源：赵阳《HFRC-F 高压脉冲电源系统的研制与测试》，中银证券

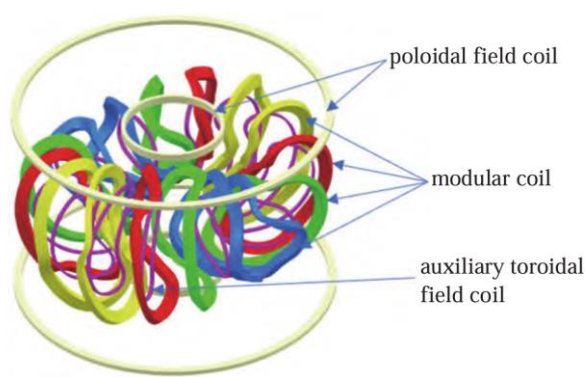
仿星器电源要求高于托卡马克：托卡马克的磁场是由外置线圈电流和等离子体电流共同产生，其结构相对简单；仿星器的磁场由外置磁场线圈的电流产生，几乎没有等离子体电流，仿星器更适合长时间稳态运行，但约束性能不及托卡马克。通过优化仿星器的磁场位形，可有效地提高仿星器的约束性能，电源控制是优化仿星器磁场位形的关键。西南交大的 CFQS 装置包括 9 组线圈，其中非平面模块化线圈（Modular Coil）4 组，实现准环对称磁场位形；环向场线圈 3 组，实现磁岛偏滤器放电位形；极向场线圈 2 组，控制磁轴径向移动，西南交大针对 9 组磁体线圈对应设计了 9 套磁体线圈电源，电源设计复杂。

图表 22. 托卡马克装置超导线圈分布



资料来源：可控核聚变，中银证券

图表 23. CFQS 装置磁体线圈分布图



资料来源：熊健等《CFQS 装置准环对称测试用磁体电源系统设计》，中银证券

Z 箍缩强调大电流驱动：^[2]Z 箍缩核聚变方案目标 2040 年提供商业化功能方案，其以重复频率大电流驱动器为核心技术之一，要求在 2030 年前建设输出电流为 50 MA 的“电磁驱动大科学装置”；寿命方面要求功率源的充放电次数超过 300 万次（重复运行频率 0.1Hz）。驱动器在 Z 箍缩系统中的成本占比高达 1/3 左右，成本占比高。

图表 24. Z 箍缩系统成本结构

	投资金额 (10 亿美元)
60~70MA 级驱动器	≤1
次临界能源堆	1
靶和负载工厂	0.3
氚工厂和燃料循环	0.7
合计	≈3

资料来源：彭先觉 王真《Z 箍缩驱动聚变-裂变混合能源堆总体概念研究》，中银证券

[2] 彭先觉, 王真. 2014: Z 箍缩驱动聚变-裂变混合能源堆总体概念研究, 强激光与粒子束, 26(9): 1-6.

电源具备定制化属性，看好特种电源厂商市场拓展

核聚变电源需定制，具备历史积累的厂商有望受益

核聚变电源强调高稳定性和定制化需求，看好具备历史供货经验的供应商获得订单：核聚变电源具备特种电源属性，需要电源具备高功率输出能力，并保持输出电压的稳定性。供应商需紧密配合客户对电流、电压、频率等方面要求，存在高客户壁垒。我们认为，与客户具备历史合作经验、具备核级电源供应经验的厂商更容易进入 BEST 项目等大型项目供应链中。

我国部分电源厂商已经针对国内项目进行供货：我国爱科赛博、英杰电气、四创电子、许继电气、王子新材等厂商已经具备核聚变电源相关供货经验。根据爱科赛博披露，其曾参与 EAST、HL-2M、DIII-D 项目，在动态电源、控制电源、托卡马克真空室线圈电源方面均具备经验，并承担了环流三号（HL-2M）的 RMP 电源及控制系统研制任务。海外供应商方面，EEI 生产的 HDPS 高动态电源已经成功应用于 JT-60 项目。2024 年 7 月，聚变新能公告许继电气成为其首套磁体电源项目供应商。

图表 25. 部分上市公司核聚变领域公开披露

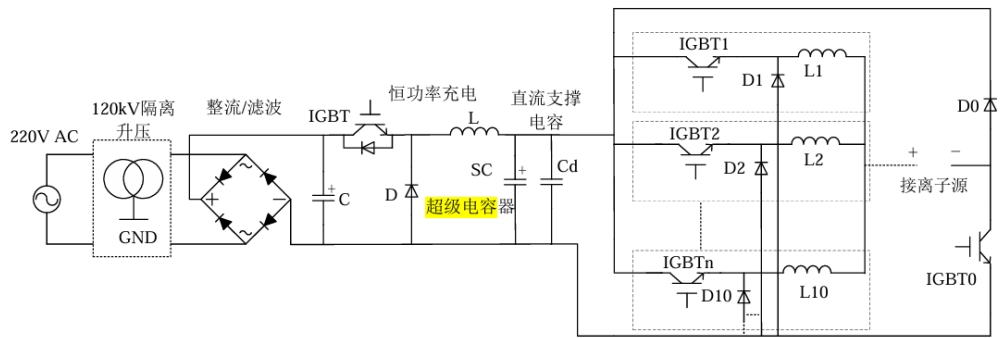
公司	参与环节	聚变项目供货经验	公司壁垒、产品壁垒	后续目标
爱科赛博	磁体电源、加热电源	EAST（动态电源）；DIII-D（控制电源）；HL-2M（真空室线圈电源，RMP 电源及控制系统）	1) 超导电源要求大电流、低纹波； 2) 电源要求电流快速变化率与跟踪精度	正在客户需求跟进及方案对接阶段，后续相关重点项目持续跟进布局
英杰电气	磁体电源、加热电源；全面布局磁约束、加热、控制系统、辅助系统等关键环节	西南物理研究所（585 所）、中科院合肥等离子体所；产品成功应用于多个国家级核聚变项目	1) 公司具备多年大功率电源研发经验； 2) 产品强调高电压、大电流控制能力； 3) 公司产品具备抗干扰设计优势； 4) 产品属于特种电源，在算法难度、性能指标、系统耦合性等方面要求高	积极跟进多个重要核聚变项目的商业合作，凭借技术、经验与资源优势，提前布局商业化场景。凭借深厚技术积淀与市场先机，提升在行业内的市场份额，
四创电子	加热电源（PSM 电源高压系统）	2024 年中标 EAST 电源模块	1) 公司具备军工品质、央企平台； 2) 公司有专业技术人才队伍，对物理特性、应用场景有较深理解； 3) 具备地缘优势，与客户具备合作基础，可以提供本地化配套服务。	重点积极跟进合肥 EAST 改造项目和 BEST 项目中的相关产品，同时跟进上海、成都等其他区域的重点项目
弘讯科技	磁体电源	2022 年为 JT60SA 提供校正场的电源系统；2024 年中标意大利国家原子能研究中心校正线圈的高精度电源	1) 产品需要同时确保电源的稳定性、高精度、高响应速度； 2) 公司具备长期高端电源供货经验	着重开展 CS（中央螺线管）和 TF（环形场）线圈的电源系统的研发
王子新材	薄膜电容	2024 年中标聚变新能项目储能电容和支撑电容	1) 供应商需要根据不同客户的需求，相应电容产品进行开发定制； 2) 客户安全性要求高，公司与客户已经对接 2-3 年，根据客户要求形成技术沉淀	积极接触可控核聚变项目
旭光电子	大功率电子管、电真空开关管	近期中标国内某重点项目；自主研发用于可控核聚变领域的大功率电子管已实现批量供货	1) 电子管是大功率射频电源核心器件，负载能力强、适应大功率环境； 2) 技术要求严格、生产工艺复杂。	积极推进从关键器件向设备端的产业链延伸

资料来源：公司公告，旭光电子公众号，中银证券

超级电容可集成在电源中，重要性逐步提升

核聚变装置脉冲式运行，需引入储能装置平抑供电系统波动：托卡马克装置存在运行大容量、波动性冲击功率问题，且反应堆暂不具备稳态运行条件，其供电系统必须设计成能够支持脉冲运行，进一步加剧了电源侧波动。我国的 HL-2A 和 HL-2M 采取脉冲供电系统进行供电，具体使用立式结构飞轮发电机提供功率支撑。在脉冲电源的基础之上，核聚变装置需要运用储能技术将聚变堆间断性的输出变为稳定的功率输出，以便于解决核聚变发电不稳定性与汽轮发电机组平稳运行的需求之间的矛盾。

图表 26. HL-2M 装置中性束注入弧流电源主电路



资料来源：张锦涛《中性束注入强流离子源弧放电控制系统优化研究》，中银证券

超级电容是电源的重要组成部分之一，已在核聚变项目中应用：超级电容放电速度快，适合核聚变工况。超级电容的功率密度达 5-10kW/kg，是电池、飞轮储能功率密度的 10 倍以上，具备毫秒级响应能力。实际应用层面，HL-2M 的开关电源已经使用超级电容，海外 Helion 项目已使用超级电容。根据王子新材披露，其子公司宁波新容于 2-3 年前开始与客户对接核聚变电容需求，且暂无其他供应商供货。

图表 27. 超级电容与常规路线性能对比

参数	电池	飞轮发电机	超级电容器
能量密度 (Wh/kg)	10-200	5-50	1-10
功率密度 (kW/kg)	0.03-0.50	0.3-1.2	5-10

资料来源：许一泽等《基于超级电容器的核聚变磁体电源系统环形场线圈电源设计》，中银证券

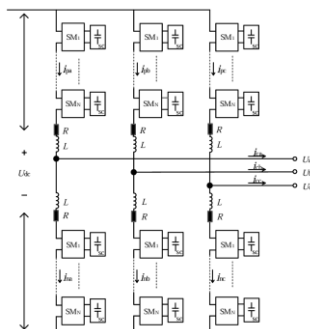
图表 28. Helion 使用的超级电容



资料来源：Helion，中银证券

电源集成超级电容具备难度：现有部分电源方案使用 SVG 进行无功补偿，搭配其他储能方式实现有功补偿；迭代方案是将超级电容集成在电源中，则可以同时实现无功补偿、有功补偿。在新方案放量的预期下，超级电容的应用规模具备提升空间。超级电容具备高灵活性，可以与单个子模块相连，但由于级联子模块数目多，因此电路调制方法远比传统直流输电的触发控制更为复杂。电源需要提升对超级电容均衡控制能力，并以此为基础实现各储能单元输出保持一致；在电源控制上，电源还需要实现尽量低的开关频率，以降低开关损耗。因此电源通过将超级电容进行集成也提高了电源的技术壁垒。

图表 29. MMC-SC 电路拓扑



资料来源：李磊《ITER 电源系统冲击功率补偿策略研究》，中银证券

图表 30. MMC-SC 仿真参数

参数	参数
电压等级/kV	11
每相子模块数量/n	8
桥臂电阻 R/Ω	0.02
桥臂电感 L/mH	5
子模块电容 C/μF	3500
超级电容 C/F	0.2
DCDC 变换器电感 L/mH	1

资料来源：李磊《ITER 电源系统冲击功率补偿策略研究》，中银证券

核聚变电源市场空间广阔，具备持续迭代订单空间

核聚变投资规模扩大、项目数量提升，核聚变电源具备广阔市场：聚变新能 BEST 装置投资规模由 85 亿元提升至 140 亿元以上，若按照电源价值量占比 10% 测算，BEST 装置中电源系统整体价值量已超过 14 亿元。短期看，我国核聚变重点项目呈现“大项目、小项目齐头并进”态势，大型重点项目包括 BEST、星火一号、环流三号改造、先觉聚能项目等；小型项目包括洪荒 170、CTRFR-1 等。根据我们统计，仅考虑 2030 年计划建成的核聚变装置投资额约 500 亿元人民币，假设电源价值量占比 10%，电源需求超过 50 亿元。假如后续更多项目落地，或现有规划项目投资规模提升，核聚变装置以及核聚变电源的市场空间更为广阔。

图表 31. 我国核聚变重点项目梳理

项目名称	主导机构	目标建成时间	Q 值目标	投资金额（亿元）
BEST	聚变新能	2027 年	5	145
洪荒 170	能量奇点	2027 年	10	30
CTRFR-1	星环聚能	2027 年	1	10
星火一号	中核集团/联创光电	2030 年	30	200
先觉聚能项目	中国工程物理研究院	2030 年前	3	200
环流三号改造	中核集团	2030 年前	/	/
环流四号	中核集团	2035 年前	/	/
中国聚变工程实验堆	中核集团	2035 年前	/	/
CFETR	国家磁约束聚变堆总体设计组	21 世纪 30 年代	1-5	/

资料来源：上海市人民政府，中核集团，四川省人民政府，中国工程科学，强激光与粒子束，Fusion Engineering and Design，四川省核技术应用协会，中国科学技术大学，星环聚能，证券时报，中国电力报，华尔街见闻，中国核技术网，可控核聚变，财联社，科创板日报，能源界，中银证券

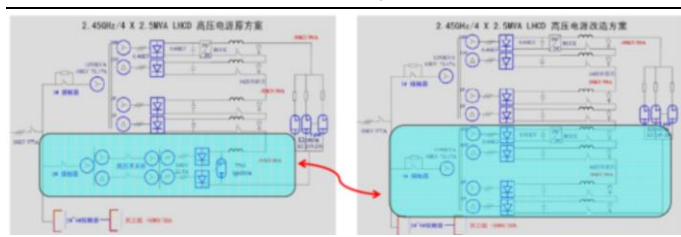
电源存在持续迭代空间，核心供应商有望持续获得订单：核聚变电源系统通过控制电流最终起到控制磁场的作用，通过优化核聚变电源设计可强化磁场控制能力，并提升核聚变主机不同工况下稳定性。在聚变堆性能提升的过程中，电源输出电压、输出电流能力需要同步优化。我国科研工作者已经针对磁体电源实现了全控型脉冲功率调制对晶闸管相控整流的迭代；在加热电源领域，则通过更新核心零部件、使用全新高频 PSM 模块等方案优化电源运行表现。综上所述，电源存在持续的技术提升空间，电源厂商可配合现有核聚变项目持续迭代，领先电源厂商具备卡位优势。

图表 32. 2.45GHz-4MW 低杂波系统高压电源迭代方案

	改造前		改造后	
	相控电源	PSM 电源 (增加模块)	PSM 电源 (替换相控)	PSM 电源
额定电压/kVDC	-30	-20	-30	-20
额定电流/A	40	100	50	100
总输出电压/kVDC		-50		-50
总输出电流/A		40		50
脉冲宽度/s		0-1000		0-1000

资料来源：中科院等离子物理研究所，中银证券

图表 33. 2.45GHz-4MW 低杂波系统改造前后回路原理图



资料来源：中科院等离子物理研究所，中银证券

投资建议

核聚变电源通过提升加热温度、提升能量约束时间的方式推动聚变“三乘积”提升，并推动聚变点火，电源是核聚变装置核心部件之一。聚变磁体电源保证装置运行安全，强调高稳定性、快响应速度；加热电源需要应用大功率射频技术，聚变磁体电源、加热电源均具备高客户壁垒、高技术壁垒。除托卡马克路线以外，直线型、Z 箍缩、仿星器等其他核聚变技术路线均对电源要求严格，且电源成本占整体装置比例高达 30%-50%。在我国核聚变投资景气度上行，多技术路线齐头并进的背景下，聚变电源环节订单、业绩有望充分释放。推荐爱科赛博，建议关注英杰电气、国光电气、旭光电子、弘讯科技、王子新材。

风险提示

核聚变产业化进展不达预期：核聚变属于新型产业，距离聚变发电成功商业化仍有距离，若核聚变技术突破速度较慢、产业化进展不达预期，可能对行业内企业中短期业绩产生负面影响。

核聚变政策风险：核聚变行业整体景气度与行业政策的导向密切相关，如政策方面出现不利变动，可能影响行业整体需求，从而对制造产业链整体盈利能力造成压力。

产业投资强度不达预期：核聚变行业个股业绩与下游核聚变投资环节的投资强度紧密相关，若下游投资强度低于预期，可能对行业内企业中短期业绩产生负面影响。

国际贸易摩擦风险：我国具备核聚变核心设备生产能力，但部分零部件存在进口需求可能性，如后续国际贸易摩擦超预期升级，可能会对行业整体进展产生不利影响。

附录图表 34. 投资建议相关公司估值表

公司代码	公司简称	评级	股价	市值	每股收益(元/股)		市盈率(x)		最新每股净资产
			(元)	(亿元)	2024A	2025E	2024A	2025E	(元/股)
688719.SH	爱科赛博	增持	39.23	45.27	0.63	0.67	61.90	58.96	14.66
300820.SZ	英杰电气	未有评级	49.70	110.14	1.46	1.98	34.13	25.14	11.07
688776.SH	国光电气	未有评级	89.83	97.36	0.43	1.15	206.93	78.34	17.08
600353.SH	旭光电子	未有评级	13.07	108.48	0.12	0.20	106.00	65.35	2.22
603015.SH	弘讯科技	未有评级	12.70	51.34	0.16	/	80.43	/	3.40
002735.SZ	王子新材	未有评级	15.55	59.40	(0.18)	0.39	/	39.87	4.53

资料来源: ifind, 中银证券

注: 股价截止日 2025 年 7 月 25 日, 未有评级公司盈利预测来自 ifind 一致预期

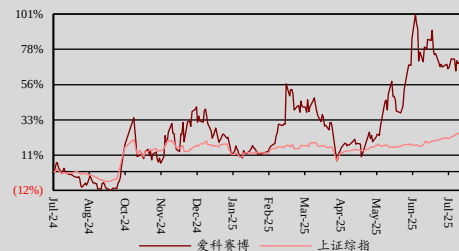
688719.SH

增持

市场价格:人民币 39.23

板块评级:强于大市

股价表现



(%)	今年至今	1 个月	3 个月	12 个月
绝对	46.4	(5.4)	43.2	69.2
相对上证综指	36.3	(9.3)	34.1	44.7

发行股数 (百万)	115.39
流通股 (百万)	88.57
总市值 (人民币 百万)	4,526.57
3 个月日均交易额 (人民币 百万)	108.33
主要股东	
白小青	15.99%

资料来源:公司公告, Wind, 中银证券
以 2025 年 7 月 25 日收市价为标准

相关研究报告

《可控核聚变系列报告之一》20250725

中银国际证券股份有限公司
具备证券投资咨询业务资格

电力设备

证券分析师: 武佳雄

jiaxiong.wu@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号: S1300523070001

证券分析师: 顾真

zhen.gu@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号: S1300525040003

证券分析师: 陶波

bo.tao@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号: S1300520060002

爱科赛博

深耕特种电源领域, 支撑核聚变电源赛道突破

公司深耕特种电源领域 20 年, 具备强技术能力; 新能源终端技术迭代, 推动测试电源需求增长; 特种电源布局核聚变赛道, 项目落地拉动需求增长; 首次覆盖, 给予增持评级。

支撑评级的要点

- **深耕特种电源领域二十年, 公司具备强技术能力:** 公司前身爱科电子成立于 1996 年, 创业之初以航空保障电源起家, 具备特种电源基因。2004 年公司参与上海光源大功率高精度加速器电源的研制工作, 进入加速器电源市场, 形成特种电源产品线。公司特种电源具备 20 年技术积累。
- **高收入增速支撑高研发投入, 利润规模维持增长:** 2019-2024 年公司营业收入由 2.38 亿元提升至 9.72 亿元, 复合增速达 32.50%。2024 年公司实现毛利率 35.08%, 同比减少 10.15pct, 实现净利率 7.43%, 同比减少 8.80pct。我们认为, 2024 年公司毛利率、净利率下降的主要原因系测试电源价格竞争明显, 公司有望受益于新能源行业整体企稳回升。
- **新能源终端技术迭代, 推动测试电源需求增长:** 公司精密测试电源客户主要覆盖光伏储能、新能源汽车两大领域。光伏储能方面, 目前客户已涵盖全球逆变器出货量前十的全部六家中国企业, 在新能源汽车领域, 公司客户包括新能源汽车销量排名第一的整车生产商。随着光伏储能、动力电池技术迭代, 新能源测试电源需求不减。公司已经形成了较为完整的测试电源产品线, 远期有望形成对外资及台资品牌的替代。
- **特种电源布局核聚变赛道, 项目落地拉动需求增长:** 公司曾为上海光源提供大功率静态和动态电源, 为全超导托卡马克核聚变实验装置 (EAST) 提供动态电源, 并承担环流三号 (HL-2M) 的 RMP 电源及控制系统研制任务。公司具备核聚变电源供货经验, 随着后续大小项目落地, 有望获得批量订单。

估值

- 考虑公司具备核聚变磁体电源历史供货经验, 后续有望持续获得订单, 我们预计公司 2025-2027 年实现每股收益 0.67/1.06/1.35 元, 对应市盈率 59.0/37.0/29.0 倍; 首次覆盖, 给予增持评级。

评级面临的主要风险

- 核聚变产业化进展不达预期, 核聚变政策风险, 产业投资强度不达预期, 国际贸易摩擦风险。

投资摘要

年结日: 12 月 31 日	2023	2024	2025E	2026E	2027E
主营收入(人民币 百万)	826	972	1,313	1,662	1,939
增长率(%)	42.7	17.7	35.1	26.5	16.7
EBITDA(人民币 百万)	134	70	157	227	278
归母净利润(人民币 百万)	139	73	77	122	156
增长率(%)	101.8	(47.3)	5.0	59.4	27.5
最新股本摊薄每股收益(人民币)	1.20	0.63	0.67	1.06	1.35
市盈率(倍)	32.6	61.9	59.0	37.0	29.0
市净率(倍)	2.5	2.5	2.5	2.3	2.2
EV/EBITDA(倍)	30.4	34.0	24.4	17.8	14.8
每股股息 (人民币)	0.5	0.2	0.2	0.2	0.3
股息率(%)	0.8	0.6	0.4	0.5	0.7

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

深耕特种电源领域二十年，公司具备强技术能力

长期技术积淀支撑特种电源迭代：公司前身爱科电子于 1996 年在西安成立，至今具备接近 30 年发展历史。公司创立之初以航保电源主营产品形成逆变/变频等交流电源变换及控制核心技术。以航保电源技术为基础，2004 年公司进行上海光源大功率高精度加速器电源的研制工作，进入加速器电源市场，形成特种电源产品线。2010 年以来，公司承担多项国家大科学装置电源及特种装备型号工程电源项目，为核工业领域的电源关键组件批量配套，并拓展了轨道交通和新能源测试新应用领域。2023 年公司于上交所上市，截至目前已经形成精密测试电源、特种电源和电能质量控制设备三大主要产品。

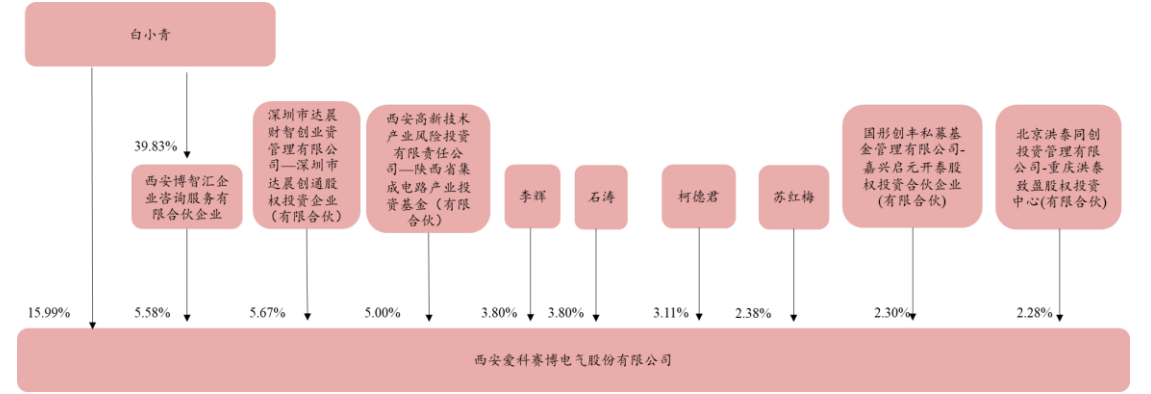
图表 35. 爱科赛博产品及技术发展历程

阶段	第一阶段 1996 年~2003 年	第二阶段 2003 年~2010 年	第三阶段 2010 年~2018 年	第四阶段 2018 年至今	
产 品 演 变	特种电源	多规格航空地面静变电源，形成航保产品线，参与重点型号保障工作	拓展品类及应用，通过上海光源切入加速器电源，研制多型号规格产品	参与重大工程；产品系列化；承担多个重点型号装备电源研制；拓展多领域	形成平台化、系列化产品；分拆测试电源产品线；控股北京蓝军，深化特种装备业务
	电能质量控制设备		研制 APF、SVG 等产品，形成电能质量产品线	拓展品类及应用，形成系列化产品；参与配网建设；定制航空电力滤波器	研制新型产品，业务平台化；聚焦电网+；承担多个重点型号装备滤波器研制
	精密测试电源			研发新能源测试产品	开发系列化产品，形成独立产品线；研制并量产多系列通用测试电源；为客户定制自动化测试系统
技 术 发 展	高密度功率变换技术	逆变/变频电路	特种电源研发牵引交流逆变和变频电源技术	多型滤波电路获奖，形成模块化产品和技术平台	在线可重构电力电子主电路拓扑架构等前沿技术
	高精度智能控制技术	虚拟仪器测试技术	高精度和高动态直流电源数字控制技术；有源电能质量控制相关技术	多时间尺度精确控制技术获奖，形成智能化、数字化电力电子控制技术平台	基于网络通信的高带宽数字集群控制等前沿技术

资料来源：公司公告，中银证券

公司股权结构稳定：公司实控人为白小青、王琳夫妇，截至 2024 年末，实控人直接持股比例约 22.24%。与此同时，白小青为西安博智汇企业咨询服务有限合伙企业的执行事务合伙人，截至 2025 年一季度末，白小青持有其 39.83% 的份额。李辉、石涛、苏红梅等个人股东为公司核心管理人员，公司股权结构稳定。

图表 36. 公司股权结构（截至 2025 年一季度末）



资料来源：公司公告，中银证券

管理团队具备强技术背景，为公司研发属性打下坚实基础：公司高管团队具备深厚技术背景，从业经验丰富。公司董事长、总经理白小青先生 1987 年本科毕业于北京航空航天大学电气技术专业，毕业后进入原航空航天部 623 研究所（现中国飞机强度研究所）工作，后于 1992 年硕士毕业于西安交通大学电气工程学院工业自动化专业，1996 年创办爱科电子。公司核心管理人员均具备强研发背景。

图表 37. 核心管理团队人员及从业背景

姓名	职务	主要经历背景
白小青	董事长、总经理、核心技术人员	清华大学电子信息领域创新领军工程博士在读；1996 年创办爱科电子，曾供职于原航空航天部 623 研究所（现中国飞机强度研究所）、西安交通大学工业自动化教研室科研助理。
李辉	董事、副总经理	1987 年毕业于西北工业大学自动化专业，曾供职于原航空航天部西安远东机械制造公司（现中国航发西安动力控制科技有限公司）。1996 年加入公司，曾组织开发了国内最早的基于虚拟仪器技术的发电机组测试系统。
张建荣	董事、副总经理	1999 年毕业于空军工程大学工业电气自动化专业，毕业后加入公司，历任公司工程师、产品经理、产品线总监、副总经理，兼任公司高端装备事业部总经理。
李春龙	董事、副总经理、首席技术专家	2008 年博士毕业于北京航空航天大学检测技术与自动化装置专业；2010 年加入公司，历任公司系统工程师、技术专家、首席技术专家、副总工程师等。
高鹏	副总经理	2007 年硕士毕业于西安理工大学自动化专业，2007 年加入公司历任研发工程师、项目经理、产品经理、产品线总监、电能质量事业部副总经理、电能质量事业部总经理、副总经理。
韩敏	副总经理	曾供职于维谛技术（西安）有限公司。2015 年加入公司。

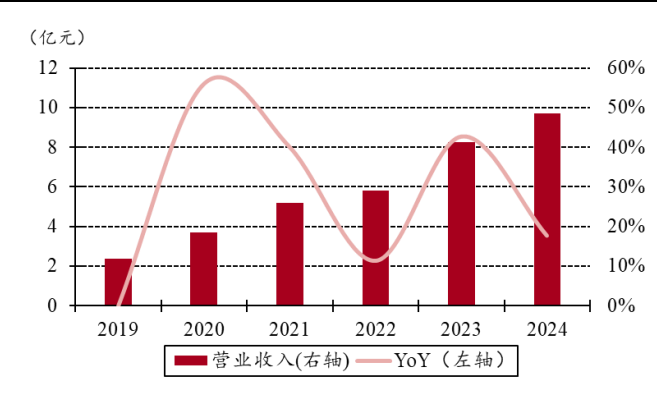
资料来源：公司公告，中银证券

股权激励进一步提升公司凝聚力：2024 年公司发布限制性股票激励计划，以公司 2024-2026 年营业收入或净利润设置考核目标。2025 年股票激励触发值为营业收入 13 亿元或实现净利润 1.80 亿元；2026 年股票激励触发值为实现营业收入 16 亿元或实现净利润 2.24 亿元。

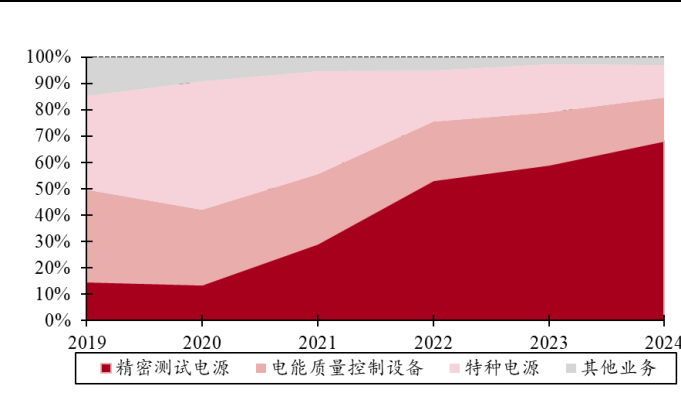
高收入增速支撑高研发投入，利润规模维持增长

乘新能源东风，公司业务收入呈增长趋势：根据公司公告，2019-2024 年公司营业收入由 2.38 亿元提升至 9.72 亿元，复合增速达 32.50%。精密测试电源销售规模快速提升，推动公司营业收入增长，2024 年公司精密测试电源实现营业收入 6.63 亿元，同比增长 36.02%，占 2024 年总收入比例约 68.16%。2024 年公司实现营业收入 9.72 亿元，同比增长 17.70%；实现归母净利润 0.73 亿元，同比降低 47.26%。

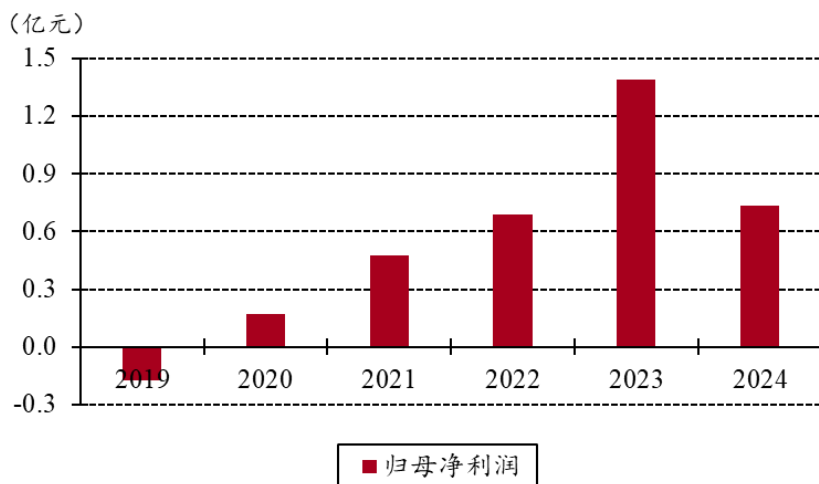
图表 38. 2019-2024 年公司营业收入及增速



图表 39. 2019-2024 年公司收入结构



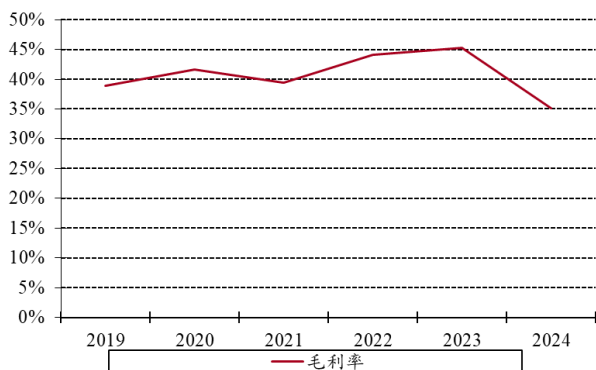
图表 40. 2019-2024 年公司归母净利润



资料来源: iFinD, 中银证券

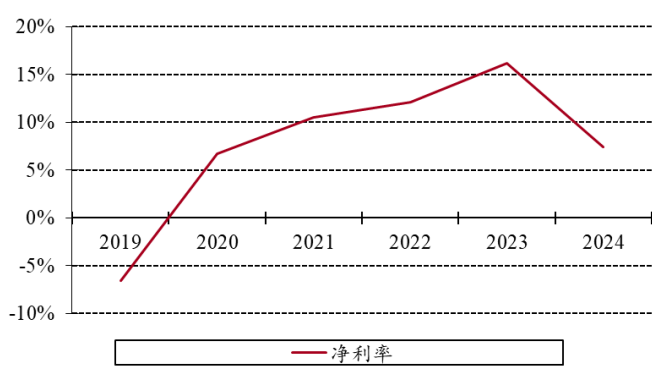
公司坚持高毛利产品, 新能源测试业务毛利率下降阶段性影响业绩: 2019-2024 年, 公司实现平均毛利率 40.73%, 高综合毛利对公司净利率形成有效支撑; 2019-2024 年公司实现平均净利率 7.75%。2024 年公司实现毛利率 35.08%, 同比减少 10.15pct, 净利率 7.43%, 同比减少 8.80pct。我们认为, 2024 年公司毛利率、净利率下降的主要原因系测试电源价格竞争明显, 2024 年公司新能源测试板块实现毛利率 33.68%, 同比减少 19.48pct, 公司有望受益于新能源行业整体企稳回升。

图表 41. 2019-2024 年公司毛利率变化趋势



资料来源: iFinD, 中银证券

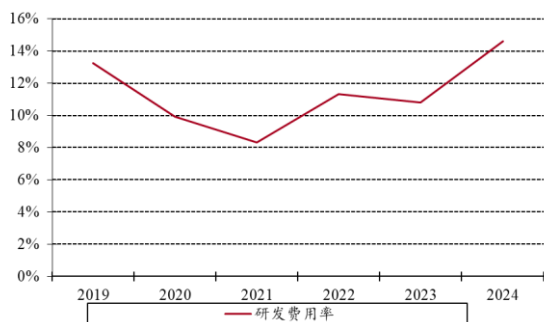
图表 42. 2019-2024 年公司净利率变化趋势



资料来源: iFinD, 中银证券

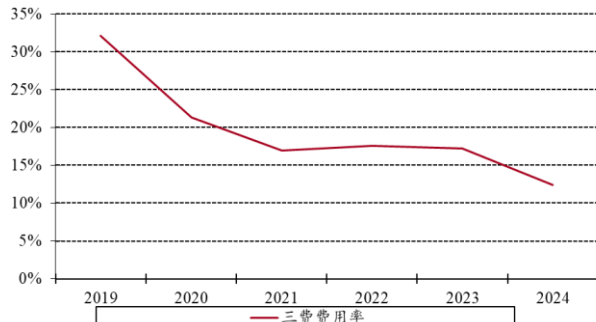
研发投入稳步增长, 三费用率持续下降: 公司坚持高比例研发投入, 2019-2024 年公司实现平均研发费用率 11.37%, 2024 年公司研发费用率提升至 14.60%。公司持续布局半导体电源、小功率测试电源以及模块电源等新方向, 导致研发费用规模提升。在管理、财务、销售费用方面, 公司三费总体稳中有降, 2019-2024 年公司实现平均三费用率 19.61%, 2024 年公司三费用率为 12.44%, 同比减少 4.78pct。长期看, 公司坚持业务模式转型升级, 由“项目”型转向“产品+平台”型, 持续完善支撑业务持续发展的技术平台和产品平台, 有望推动毛利率提升, 以及摊薄费用支出。

图表 43. 2019-2024 年公司研发费用率



资料来源: iFinD, 中银证券

图表 44. 2019-2024 年公司三费用率

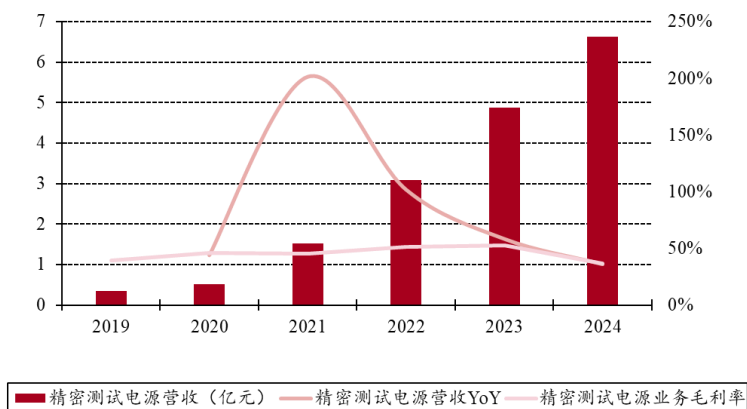


资料来源: iFinD, 中银证券

新能源终端技术迭代, 推动测试电源需求增长

测试电源需求稳步增长: 2024 年精密测试电源业务销售收入达 6.63 亿元, 同比增长 36.02%, 占公司营业收入的 68.16%。2019-2024 年, 精密测试电源业务毛利率较为稳定, 实现平均毛利率 45.17%。公司精密测试电源客户主要覆盖光伏储能、新能源汽车两大领域。光伏储能方面, 目前客户已涵盖全球逆变器出货量前十的全部六家中国企业, 在该领域已形成较强的知名度。在新能源汽车领域, 公司客户包括新能源汽车销量排名第一的整车生产商, 以及国内新能源汽车头部部件厂商汇川技术。在科研试验认证领域, 公司客户包括国内检验认证领域具有较大影响力的上海电器科学研究所、进出口产品检测认证机构南德认证, 以及中国电力科学研究院等。随着光伏储能、动力电池技术迭代, 新能源测试电源需求不减。

图表 45. 2019-2024 精密测试电源业务收入、同比增速、毛利率

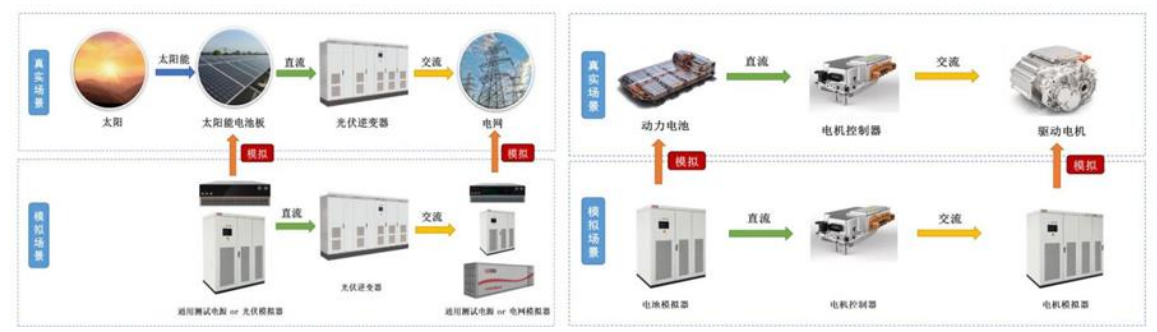


资料来源: 公司公告, 中银证券

*历史毛利率使用未重述口径

测试电源集中度有望提升, 通用型测试电源有望提升毛利率: 测试电源广泛应用于科研试验、航空航天、医疗设备、通信电子、消费电子、电子元器件等行业。在传统工业领域发展较早的欧美日以及中国台湾地区, 积累了一批具备较强先发优势的厂商, 包括 AMETEK、EA、致茂电子等。在我国新能源渗透率快速提升的背景下, 以爱科赛博为代表的国内具备较好的技术基础和定制化能力的电源厂商, 通过研发大功率测试电源切入新能源领域, 并逐步开发通用测试电源产品, 形成对传统测试电源厂商的差异化竞争。爱科赛博已经形成了较为完整的测试电源产品线, 形成对外资及台资品牌的替代趋势, 长期看公司发展通用型测试电源有望摊薄制造成本并推动毛利率提升。

图表 46. 通用、专用测试电源应用



资料来源：公司公告，中银证券

图表 47. 自动化测试电源应用图示

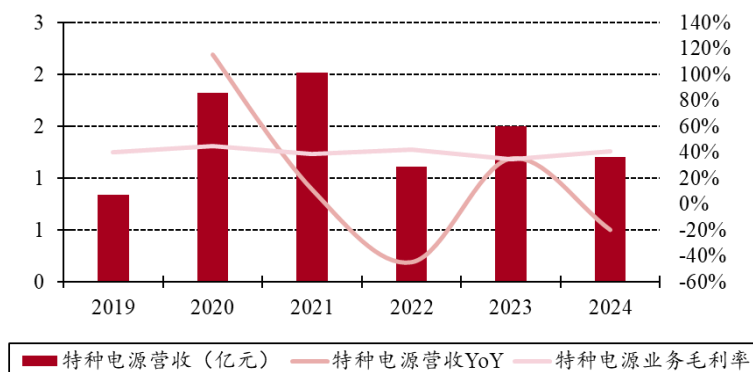


资料来源：公司公告，中银证券

特种电源布局核聚变赛道，项目落地拉动需求增长

特种电源毛利率稳中有进，客户群辐射广泛：2024 年特种电源业务实现营业收入 1.20 亿元，同比减少 19.93%，占公司营业收入的 12.38%。2024 年特种电源业务毛利率达 40.77%，同比增长 9.44pct。公司特种电源覆盖航空保障、轨道交通、加速器、定制特种装备等领域。根据公司公告，2025 年特种装备领域市场需求逐步释放，公司在手订单充裕，2025 年度业务将实现快速增长。

图表 48. 2019-2024 特种电源业务收入、同比增速、毛利率



资料来源：公司公告，中银证券

*历史毛利率使用未重述口径

图表 49. 专用特种电源应用图示



资料来源：公司公告，中银证券

图表 50. 定制特种电源应用图示



资料来源：公司公告，中银证券

深入参与加速器与核聚变项目，具备远期订单想象空间：爱科赛博具备丰富的高能粒子加速器用特种电源制备经验。根据公司公告，爱科赛博早在 2004 年已经为上海同步辐射光源（SSRF）提供大功率静态和动态电源，并为全超导托卡马克核聚变实验装置（EAST）提供动态电源，并承担环流三号（HL-2M）的 RMP 电源及控制系统研制任务。在励磁的电流源领域，爱科赛博的技术水平已经达到国际先进，且具有一定的市场地位和相对稳定的订单。公司具备核聚变电源供货经验，随着后续大小项目落地，有望获得批量订单。

盈利预测与估值

关键假设：

- 1) 考虑到新能源领域技术发展，我们预计公司 2025-2027 年精密测试电源分别实现营业收入 7.5 亿元、9.6 亿元、10.8 亿元，毛利率基本稳定。
- 2) 考虑到核聚变等特种电源需求释放，我们预计公司 2025-2027 年特种电源业务分别实现营业收入 3 亿元、4 亿元、5 亿元，毛利率基本持平。

图表 51. 爱科赛博业务收入与毛利率预测

	2024	2025E	2026E	2027E
精密测试电源				
收入（百万元）	662.70	750.00	960.00	1,080.00
同比增长	36.02%	13.17%	28.00%	12.50%
毛利率	36.73%	37.00%	37.00%	39.00%
特种电源				
收入（百万元）	120.35	300.00	400.00	500.00
同比增长	-19.93%	149.28%	33.33%	25.00%
毛利率	40.77%	40.00%	40.00%	40.00%
电能质量控制设备				
收入（百万元）	159.21	191.06	229.27	286.59
同比增长	-4.53%	20.00%	20.00%	25.00%
毛利率	26.54%	26.00%	26.00%	26.00%
其他业务				
收入（百万元）	72.27	72.27	72.27	72.27
同比增长	-12.21%	0.00%	0.00%	0.00%
毛利率	67.35%	55.00%	55.00%	55.00%
合计				
营业收入（百万元）	972.27	1,313.32	1,661.54	1,938.85
同比增长	17.70%	35.08%	26.51%	16.69%
综合毛利率	35.08%	37.08%	36.99%	37.93%

资料来源：公司公告，中银证券

盈利预测：预计公司 2025-2027 年实现营业收入 13.13 亿元、16.62 亿元、19.39 亿元，同比增长 35.08%、26.51%、16.69%。归属于上市公司股东的净利润分别为 0.77 亿元、1.22 亿元、1.56 亿元，同比增长 4.99%、59.44%、27.54%；在当前股本下，每股收益分别为 0.67 元、1.06 元、1.35 元。

相对估值：我们选取旭光电子（主营业务电力设备，具备核聚变关键零部件布局）、国光电气（主营业务微波器件、核工业设备，具备核聚变业务布局）、永鼎股份（战略性布局高温超导带材）作为可比公司进行估值比较，根据 2025 年 7 月 25 日收盘价，公司 2025 年预测盈利对应市盈率 58.96 倍，低于可比公司平均水平。考虑到公司深入参与核聚变项目，远期订单具备增长空间，首次覆盖给予增持评级。

图表 52. 爱科赛博可比上市公司估值比较

证券简称	证券代码	最新股价 (元)	流通市值 (亿元)	总市值 (亿元)	每股收益 (元)			市盈率 (倍)			市净率 (倍)	评级
					2024A	2025E	2026E	2024A	2025E	2026E		
旭光电子	600353.SH	13.07	108.33	108.48	0.12	0.20	0.25	106.00	65.35	52.70	5.73	未有评级
国光电气	688776.SH	89.83	97.36	97.36	0.43	1.15	1.58	206.93	78.34	56.74	5.80	未有评级
永鼎股份	600105.SH	9.58	140.06	140.06	0.04	0.25	0.10	228.10	38.32	95.80	3.72	未有评级
行业平均									60.67	68.41	5.09	
爱科赛博	688719.SH	39.23	34.75	45.27	0.63	0.67	1.06	61.90	58.96	36.98	1.89	增持

资料来源: ifind, 中银证券

注 1: 股价与市值截止日 2025 年 7 月 25 日，未有评级公司盈利预测来自 ifind 一致预期

风险提示

核聚变产业化进展不达预期：核聚变属于新型产业，距离聚变发电成功商业化仍有距离，若核聚变技术突破速度较慢、产业化进展不达预期，可能对行业内企业中短期业绩产生负面影响。

核聚变政策风险：核聚变行业整体景气度与行业政策的导向密切相关，如政策方面出现不利变动，可能影响行业整体需求，从而对制造产业链整体盈利能力造成压力。

产业投资强度不达预期：核聚变行业个股业绩与下游核聚变投资环节的投资强度紧密相关，若下游投资强度低于预期，可能对行业内企业中短期业绩产生负面影响。

国际贸易摩擦风险：我国具备核聚变核心设备生产能力，但部分零部件存在进口需求可能性，如后续国际贸易摩擦超预期升级，可能会对行业整体进展产生不利影响。

利润表(人民币 百万)

年结日: 12月31日	2023	2024	2025E	2026E	2027E
营业总收入	826	972	1,313	1,662	1,939
营业收入	826	972	1,313	1,662	1,939
营业成本	452	631	826	1,047	1,203
营业税金及附加	6	6	8	10	12
销售费用	88	69	92	116	136
管理费用	50	64	105	108	126
研发费用	89	142	190	233	271
财务费用	4	(12)	(1)	6	11
其他收益	23	19	20	20	20
资产减值损失	(12)	(10)	(5)	(5)	(5)
信用减值损失	(11)	(15)	(10)	(10)	(10)
资产处置收益	0	0	0	0	0
公允价值变动收益	0	1	0	0	0
投资收益	0	1	0	0	0
汇兑收益	0	0	0	0	0
营业利润	136	69	97	147	184
营业外收入	14	0	8	9	9
营业外支出	2	2	20	20	20
利润总额	148	67	85	136	173
所得税	14	(6)	9	14	17
净利润	134	72	77	122	156
少数股东损益	(5)	(1)	0	0	0
归母净利润	139	73	77	122	156
EBITDA	134	70	157	227	278
EPS(最新股本摊薄, 元)	1.20	0.63	0.67	1.06	1.35

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

资产负债表(人民币 百万)

年结日: 12月31日	2023	2024	2025E	2026E	2027E
流动资产	2,117	1,892	2,239	2,487	2,864
货币资金	1,166	292	210	266	310
应收账款	443	518	716	846	997
应收票据	52	63	128	93	163
存货	314	348	478	569	654
预付账款	6	8	20	11	24
合同资产	20	30	36	48	49
其他流动资产	116	633	651	655	668
非流动资产	175	483	560	627	684
长期投资	0	52	52	52	52
固定资产	110	130	373	480	543
无形资产	14	35	14	0	0
其他长期资产	51	265	121	95	89
资产合计	2,293	2,374	2,799	3,114	3,548
流动负债	441	572	919	1,064	1,354
短期借款	8	64	114	253	325
应付账款	233	272	462	469	601
其他流动负债	200	236	343	343	428
非流动负债	17	19	40	112	132
长期借款	0	0	22	93	113
其他长期负债	17	19	18	19	18
负债合计	458	591	959	1,176	1,485
股本	82	115	115	115	115
少数股东权益	10	0	0	0	0
归属母公司股东权益	1,824	1,783	1,840	1,938	2,063
负债和股东权益合计	2,293	2,374	2,799	3,114	3,548

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

现金流量表(人民币 百万)

年结日: 12月31日	2023	2024	2025E	2026E	2027E
净利润	134	72	77	122	156
折旧摊销	16	35	80	95	102
营运资金变动	(122)	(58)	(133)	(186)	(116)
其他	17	21	0	5	11
经营活动现金流	45	70	24	37	154
资本支出	(24)	(269)	(160)	(160)	(160)
投资变动	(80)	(567)	0	0	0
其他	0	(4)	0	0	0
投资活动现金流	(104)	(841)	(160)	(160)	(160)
银行借款	(130)	55	73	210	92
股权融资	1,273	(186)	(20)	(24)	(31)
其他	(4)	11	2	(6)	(11)
筹资活动现金流	1,139	(120)	54	179	50
净现金流	1,081	(890)	(82)	56	44

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

财务指标

年结日: 12月31日	2023	2024	2025E	2026E	2027E
成长能力					
营业收入增长率(%)	42.7	17.7	35.1	26.5	16.7
营业利润增长率(%)	88.7	(49.7)	41.9	51.1	25.5
归属于母公司净利润增长率(%)	101.8	(47.3)	5.0	59.4	27.5
息税前利润增长率(%)	64.9	(69.7)	115.5	73.1	32.4
息税折旧前利润增长率(%)	61.4	(47.6)	123.3	45.1	22.3
EPS(最新股本摊薄)增长率(%)	101.8	(47.3)	5.0	59.4	27.5
获利能力					
息税前利润率(%)	14.2	3.7	5.8	8.0	9.1
营业利润率(%)	16.5	7.1	7.4	8.8	9.5
毛利率(%)	45.2	35.1	37.1	37.0	37.9
归母净利润率(%)	16.8	7.5	5.8	7.4	8.1
ROE(%)	7.6	4.1	4.2	6.3	7.6
ROIC(%)	17.6	4.3	6.1	8.2	9.6
偿债能力					
资产负债率	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4
净负债权益比	(0.6)	(0.1)	0.0	0.0	0.1
流动比率	4.8	3.3	2.4	2.3	2.1
营运能力					
总资产周转率	0.5	0.4	0.5	0.6	0.6
应收账款周转率	2.2	2.0	2.1	2.1	2.1
应付账款周转率	4.0	3.8	3.6	3.6	3.6
费用率					
销售费用率(%)	10.7	7.1	7.0	7.0	7.0
管理费用率(%)	6.0	6.6	8.0	6.5	6.5
研发费用率(%)	10.8	14.6	14.5	14.0	14.0
财务费用率(%)	0.5	(1.2)	0.0	0.3	0.6
每股指标(元)					
每股收益(最新摊薄)	1.2	0.6	0.7	1.1	1.4
每股经营现金流(最新摊薄)	0.4	0.6	0.2	0.3	1.3
每股净资产(最新摊薄)	15.8	15.5	15.9	16.8	17.9
每股股息	0.5	0.2	0.2	0.2	0.3
估值比率					
P/E(最新摊薄)	32.6	61.9	59.0	37.0	29.0
P/B(最新摊薄)	2.5	2.5	2.5	2.3	2.2
EV/EBITDA	30.4	34.0	24.4	17.8	14.8
价格/现金流(倍)	100.4	64.7	186.3	123.5	29.3

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

披露声明

本报告准确表述了证券分析师的个人观点。该证券分析师声明，本人未在公司内、外部机构兼任有损本人独立性与客观性的其他职务，没有担任本报告评论的上市公司的董事、监事或高级管理人员；也不拥有与该上市公司有关的任何财务权益；本报告评论的上市公司或其它第三方都没有或没有承诺向本人提供与本报告有关的任何补偿或其它利益。

中银国际证券股份有限公司同时声明，将通过公司网站披露本公司授权公众媒体及其他机构刊载或者转发证券研究报告有关情况。如有投资者于未经授权的公众媒体看到或从其他机构获得本研究报告的，请慎重使用所获得的研究报告，以防止被误导，中银国际证券股份有限公司不对其报告理解和使用承担任何责任。

评级体系说明

以报告发布日后公司股价/行业指数涨跌幅相对同期相关市场指数的涨跌幅的表现为基准：

公司投资评级：

买入：预计该公司股价在未来 6-12 个月内超越基准指数 20%以上；
增持：预计该公司股价在未来 6-12 个月内超越基准指数 10%-20%；
中性：预计该公司股价在未来 6-12 个月内相对基准指数变动幅度在-10%-10%之间；
减持：预计该公司股价在未来 6-12 个月内相对基准指数跌幅在 10%以上；
未有评级：因无法获取必要的资料或者其他原因，未能给出明确的投资评级。

行业投资评级：

强于大市：预计该行业指数在未来 6-12 个月内表现强于基准指数；
中性：预计该行业指数在未来 6-12 个月内表现基本与基准指数持平；
弱于大市：预计该行业指数在未来 6-12 个月内表现弱于基准指数；
未有评级：因无法获取必要的资料或者其他原因，未能给出明确的投资评级。

沪深市场基准指数为沪深 300 指数；新三板市场基准指数为三板成指或三板做市指数；香港市场基准指数为恒生指数或恒生中国企业指数；美股市场基准指数为纳斯达克综合指数或标普 500 指数。

风险提示及免责声明

本报告由中银国际证券股份有限公司证券分析师撰写并向特定客户发布。

本报告发布的特定客户包括：1) 基金、保险、QFII、QDII 等能够充分理解证券研究报告，具备专业信息处理能力的中银国际证券股份有限公司的机构客户；2) 中银国际证券股份有限公司的证券投资顾问服务团队，其可参考使用本报告。中银国际证券股份有限公司的证券投资顾问服务团队可能以本报告为基础，整合形成证券投资顾问服务建议或产品，提供给接受其证券投资顾问服务的客户。

中银国际证券股份有限公司不得以任何方式或渠道向除上述特定客户外的公司个人客户提供本报告。中银国际证券股份有限公司的个人客户从任何外部渠道获得本报告的，亦不应直接依据所获得的研究报告作出投资决策；需充分咨询证券投资顾问意见，独立作出投资决策。中银国际证券股份有限公司不承担任何由此产生的任何责任及损失等。

本报告期内含保密信息，仅供收件人使用。阁下作为收件人，不得出于任何目的直接或间接复制、派发或转发此报告全部或部分内容予任何其他人，或将此报告全部或部分内容发表。如发现本研究报告被私自刊载或转发的，中银国际证券股份有限公司将及时采取维权措施，追究有关媒体或者机构的责任。所有本报告期内使用的商标、服务标记及标记均为中银国际证券股份有限公司或其附属及关联公司（统称“中银国际集团”）的商标、服务标记、注册商标或注册服务标记。

本报告及其所载的任何信息、材料或内容只提供给阁下作参考之用，并未考虑到任何特别的投资目的、财务状况或特殊需要，不能成为或被视为出售或购买或认购证券或其它金融票据的要约或邀请，亦不构成任何合约或承诺的基础。中银国际证券股份有限公司不能确保本报告中提及的投资产品适合任何特定投资者。本报告的内容不构成对任何人的投资建议，阁下不会因为收到本报告而成为中银国际集团的客户。阁下收到或阅读本报告须在承诺购买任何报告中所指之投资产品之前，就该投资产品的适合性，包括阁下的特殊投资目的、财务状况及其特别需要寻求阁下相关投资顾问的意见。

尽管本报告所载资料的来源及观点都是中银国际证券股份有限公司及其证券分析师从相信可靠的来源取得或达到，但撰写本报告的证券分析师或中银国际集团的任何成员及其董事、高管、员工或其他任何个人（包括其关联方）都不能保证它们的准确性或完整性。除非法律或规则规定必须承担的责任外，中银国际集团任何成员不对使用本报告的材料而引致的损失负任何责任。本报告对其中所包含的或讨论的信息或意见的准确性、完整性或公平性不作任何明示或暗示的声明或保证。阁下不应单纯依靠本报告而取代个人的独立判断。本报告仅反映证券分析师在撰写本报告时的设想、见解及分析方法。中银国际集团成员可发布其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告，亦有可能采取与本报告观点不同的投资策略。为免生疑问，本报告所载的观点并不代表中银国际集团成员的立场。

本报告可能附载其它网站的地址或超级链接。对于本报告可能涉及到中银国际集团本身网站以外的资料，中银国际集团未有参阅有关网站，也不对它们的内容负责。提供这些地址或超级链接（包括连接到中银国际集团网站的地址及超级链接）的目的，纯粹为了阁下的方便及参考，连结网站的内容不构成本报告的任何部份。阁下须承担浏览这些网站的风险。

本报告所载的资料、意见及推测仅基于现状，不构成任何保证，可随时更改，毋须提前通知。本报告不构成投资、法律、会计或税务建议或保证任何投资或策略适用于阁下个别情况。本报告不能作为阁下私人投资的建议。

过往的表现不能被视作将来表现的指示或保证，也不能代表或对将来表现做出任何明示或暗示的保障。本报告所载的资料、意见及预测只是反映证券分析师在本报告所载日期的判断，可随时更改。本报告中涉及证券或金融工具的价格、价值及收入可能出现上升或下跌。

部分投资可能不会轻易变现，可能在出售或变现投资时存在难度。同样，阁下获得有关投资的价值或风险的可靠信息也存在困难。本报告中包含或涉及的投资及服务可能未必适合阁下。如上所述，阁下须在做出任何投资决策之前，包括买卖本报告涉及的任何证券，寻求阁下相关投资顾问的意见。

中银国际证券股份有限公司及其附属及关联公司版权所有。保留一切权利。

中银国际证券股份有限公司

中国上海浦东
银城中路 200 号
中银大厦 39 楼
邮编 200121
电话: (8621) 6860 4866
传真: (8621) 5888 3554

相关关联机构:

中银国际研究有限公司

香港花园道一号
中银大厦二十楼
电话: (852) 3988 6333
致电香港免费电话:
中国网通 10 省市客户请拨打: 10800 8521065
中国电信 21 省市客户请拨打: 10800 1521065
新加坡客户请拨打: 800 852 3392
传真: (852) 2147 9513

中银国际证券有限公司

香港花园道一号
中银大厦二十楼
电话: (852) 3988 6333
传真: (852) 2147 9513

中银国际控股有限公司北京代表处

中国北京市西城区
西单北大街 110 号 8 层
邮编: 100032
电话: (8610) 8326 2000
传真: (8610) 8326 2291

中银国际(英国)有限公司

2/F, 1 Lothbury
London EC2R 7DB
United Kingdom
电话: (4420) 3651 8888
传真: (4420) 3651 8877

中银国际(美国)有限公司

美国纽约市美国大道 1045 号
7 Bryant Park 15 楼
NY 10018
电话: (1) 212 259 0888
传真: (1) 212 259 0889

中银国际(新加坡)有限公司

注册编号 199303046Z
新加坡百得利路四号
中国银行大厦四楼(049908)
电话: (65) 6692 6829 / 6534 5587
传真: (65) 6534 3996 / 6532 3371