



电力设备与新能源行业研究

买入（维持评级）

行业深度研究

证券研究报告

新能源与电力设备组

分析师：姚遥（执业 S1130512080001）

yaoy@gjzq.com.cn

分析师：宇文甸（执业 S1130522010005）

yuwendian@gjzq.com.cn

SST 开启 AIDC 供电“硅进铜退”新周期

——AIDC 系列深度（四）

投资逻辑：

AIDC 供电架构加速向 800VDC、高压直流和电力电子化演进，电源系统正从配套环节升级为算力基础设施的核心约束。AIDC 机柜功率密度持续提升后，传统低压交流配电在转换级数、线缆铜耗、机房空间和供电弹性方面逐步面临瓶颈。短期看，HVDC 凭借成熟度高、与既有架构兼容性较强、工程导入难度相对可控，有望率先受益于云厂 800VDC 架构升级；中长期看，SST 通过中压直入、高频隔离和直流母线输出，具备减少转换级数、提升功率密度、降低铜耗、释放机房空间和增强动态调节能力的潜力，有望成为 AIDC 电源升级的终极方案和持续投资主线。

本轮 SST 产业化的核心变化，是“需求侧重构+技术瓶颈解除+生态背书强化”三者共振。需求侧，AI 机柜功率密度持续提升，GPU 集群负载波动加剧，传统“工频变压器+UPS/HVDC 整流柜”方案在转换级数、空间占用、线缆铜耗和瞬态响应方面逐步面临瓶颈；技术侧，SiC 功率器件、高频磁性器件、高可靠电容和直流保护器件成熟度提升，使 SST 具备从示范验证走向工程化导入的基础；生态侧，NVIDIA 等算力平台厂商推动 800VDC 架构，海外云厂和头部电源/电气厂商加速验证，有望进一步提升产业置信度。

AIDC SST 不是标准化通用电气设备，真正稀缺的是客户规格定义权、中压系统工程能力和高频电力电子产品化能力。从整机竞争格局看，AIDC SST 需要围绕云厂真实机柜功率、供电冗余、瞬态响应、液冷适配、运维方式和认证体系进行系统定义。我们认为，具备三类能力的公司更有望形成持续竞争壁垒：一是客户规格定义权，能够更早参与云厂架构定义并获取一手规格需求；二是中压系统工程能力，能够处理 10kV/35kV 中压接入、绝缘耐压、局部放电、故障隔离和系统级可靠性；三是高频电力电子产品化能力，能够将 SiC、高频变压器、直流母线、储能接口、热管理和控制系统集成为可量产、可维护、可认证的模块化产品。

产业节奏上，SST 更可能沿着“HVDC 先行验证—工程化场景放量—AIDC 模块化电力电子平台”渐进推进。短期，传统干变+UPS/HVDC 整流柜仍是主流方案，HVDC 率先受益于 800VDC 架构升级和客户小批量导入；中期，光储充、微电网、高功率 EV 充电和部分高密度数据中心将承担 SST 工程化验证功能，带动 SiC、高频磁件、电容、直流保护和热管理等环节验证；长期，若 800VDC 成为 AIDC 主流架构，SST 有望从园区级电力设备演进为贴近算力侧部署的模块化电力电子平台，重塑数据中心供配电价值链。

投资建议

建议围绕三条主线布局：第一，HVDC 方向，关注麦格米特等具备海外客户送样、小批量进展和数据中心电源基础的公司；第二，SST 整机与系统方向，关注阳光电源、四方股份等在中压电力电子、数据中心供电、客户规格定义或示范项目中具备先发优势的公司；第三，上游核心零部件方向，关注可立克、京泉华等受益于高频变压器、电容、SiC 和固态断路器价值量提升的标的。整体来看，当前市场对 SST 终局形态、HVDC 放量节奏和上游零部件价值量仍处于认知深化阶段，建议重视产业趋势卡位和后续云厂背书带来的估值重估机会。

风险提示

AIDC 资本开支不及预期；800VDC/HVDC/SST 产业化进度不及预期；客户认证及订单放量不及预期；技术路线变化及产品可靠性验证不及预期；行业竞争加剧风险。



内容目录

1、AIDC 电源架构升级：800V 高压直流成为核心方向	4
1.1 高压直流架构（800VDC）是功率密度与效率下的最优选择	4
1.2 800V 架构的工程落地：SST 取代传统变压器？	5
2、固态变压器：从示范验证走向 AIDC 规模化导入	7
2.1 固态变压器发展历程：早年商业化主要在轨道交通与智能电网领域	7
2.2 AIDC 重塑 SST 需求，商业化有望加速落地	8
2.3 技术路线分化：产品规格定义权与中压系统能力是 AIDC SST 真正稀缺壁垒	9
2.4 产业化节奏：HVDC 先行验证，SST 终局演进	11
3、核心零部件：高压化、高频化驱动上游价值量重估	11
3.1 高频磁性器件：SST 小型化的核心受益环节	11
3.2 碳化硅：SST“硅进铜退”的核心增量环节	13
3.3 电容：直流母线与脉冲负载提升高可靠电容价值量	14
3.4 固态断路器：800VDC 时代直流保护需求加速升级	15
4、产业链公司梳理	16
4.1 整机厂商：HVDC/SST 公司订单、客户与产品进展梳理	16
4.2 上游零部件公司：功率器件、磁性元件、电容等受益标的梳理	19
5、投资建议：HVDC 先行、SST 终局，重视整机卡位与上游价值重估	22
6、风险提示	22

图表目录

图表 1：Vertiv 预计 AI GPU 的机架密度将持续增长	4
图表 2：AIDC 负载波动剧烈，考验供电系统	4
图表 3：英伟达白皮书将 800VDC 列为未来供电方向	5
图表 4：800V 直流架构落地路径：传统工频变压器+HVDC 方案 vs SST 方案	5
图表 5：800V 方案一：传统工频变压器+HVDC 整流柜	6
图表 6：800V 方案二：固态变压器（SST）	6
图表 7：SST 发展历程	7
图表 8：2012 年 ABB 成功开发电力电子牵引变压器	8
图表 9：2010 年电能路由器的概念初步诞生	8
图表 10：SST 高频变压器和传统工频变压器对比	8
图表 11：800V 架构和 SiC 的成熟推动 SST 在 AIDC 的应用	9
图表 12：SiC 是高频高压 SST 的最优选择	9



图表 13: 商业化 SST 实物: 由交流模块、直流模块和高频变压器构成	9
图表 14: SST 商业化路径分化: 多场景并行验证	10
图表 15: SST 在 AIDC 场景的产业化节奏	11
图表 16: 高频变压器是 SST 连接“中压交流输入”和“800VDC 直流母线”的核心变压环节	12
图表 17: SST 高频变压器可以大幅减小变压环节的设备体积	12
图表 18: 输入端需要 SiC 功率模块串联分压	13
图表 19: SiC 最契合 SST 中高压、高频、高效率需求	14
图表 20: AIDC 高压直流供电架构下的电容品类	15
图表 21: 固态断路器依靠功率器件高速关断, 更适合 800V 高压直流快速保护	15
图表 22: 阳光电源储能变流一体机	16
图表 23: 麦格米特 AI 算力基础设施产品矩阵	17
图表 24: 四方股份 SST 在发、配、用电领域均有实际应用案例	18
图表 25: 四方股份针对数据中心领域 SST1.0 产品已经实现量产	18
图表 26: 中国西电 10 千伏 SST 在光储充系统成功投运	18
图表 27: 中国西电自主研发的 SST 实现多场景挂网投运	18
图表 28: 金盘科技已完成固态变压器样机的设计及生产	19
图表 29: 金盘科技掌握固态变压器关键核心技术	19
图表 30: 可立克 U 型三相共模电感 E 型磁芯滤波电感	20
图表 31: 京泉华平板变压器	20
图表 32: 京泉华磁性元器件	20
图表 33: 江海股份螺栓式铝电解电容器-(10000h 特长寿命、高可靠性)	21
图表 33: 12 英寸碳化硅衬底样品	21
图表 34: 12 英寸 4H 导电型 SiC 单晶衬底	21

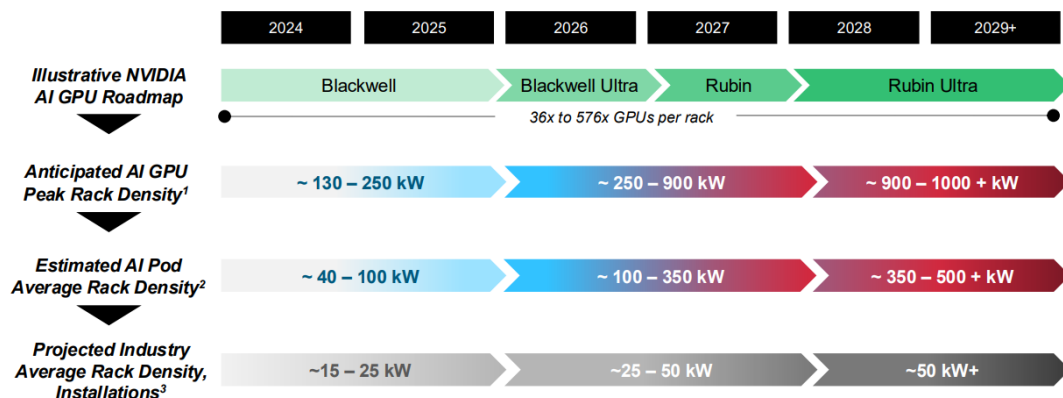


1、AIDC 电源架构升级：800V 高压直流成为核心方向

1.1 高压直流架构（800VDC）是功率密度与效率下的最优选择

在人工智能、大模型和云计算加速发展的背景下，全球算力需求进入快速扩张阶段。从数据中心形态演进来看，人工智能数据中心（AIDC）与传统 IDC 在功率密度、供电连续性要求及负载波动特征上存在本质差异。AIDC 以 GPU、ASIC 等高功率算力芯片为核心，其单机柜功率密度显著提升，用电负载呈现出更高峰值、更强波动性以及更高对供电质量和可靠性的要求。随着大模型训练和推理任务规模化部署，AIDC 正逐步成为区域电网中不可忽视的高密度用电主体。

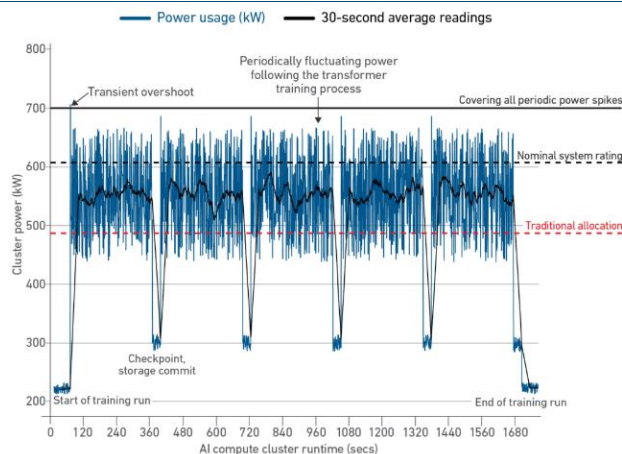
图表1: Vertiv 预计 AI GPU 的机架密度将持续增长



来源：Vertiv-2024-Investor-Event-Presentation，国金证券研究所

一方面，AIDC 对供电可靠性的要求显著高于传统负载，电压波动或短时断电可能会触发服务器保护机制（自动关机/重启），直接中断计算任务，造成严重经济损失；另一方面，AIDC 负载具有全天候、高利用率运行特征，对电力系统的持续供给能力和峰值保障能力提出更高要求。在可再生能源占比持续提升、电网运行复杂度不断提高的背景下，AIDC 的集中接入进一步放大了区域电力系统的调峰和稳定性压力。在此背景下，电源系统已成为 AIDC 基础设施建设中的关键约束环节。

图表2: AIDC 负载波动剧烈，考验供电系统



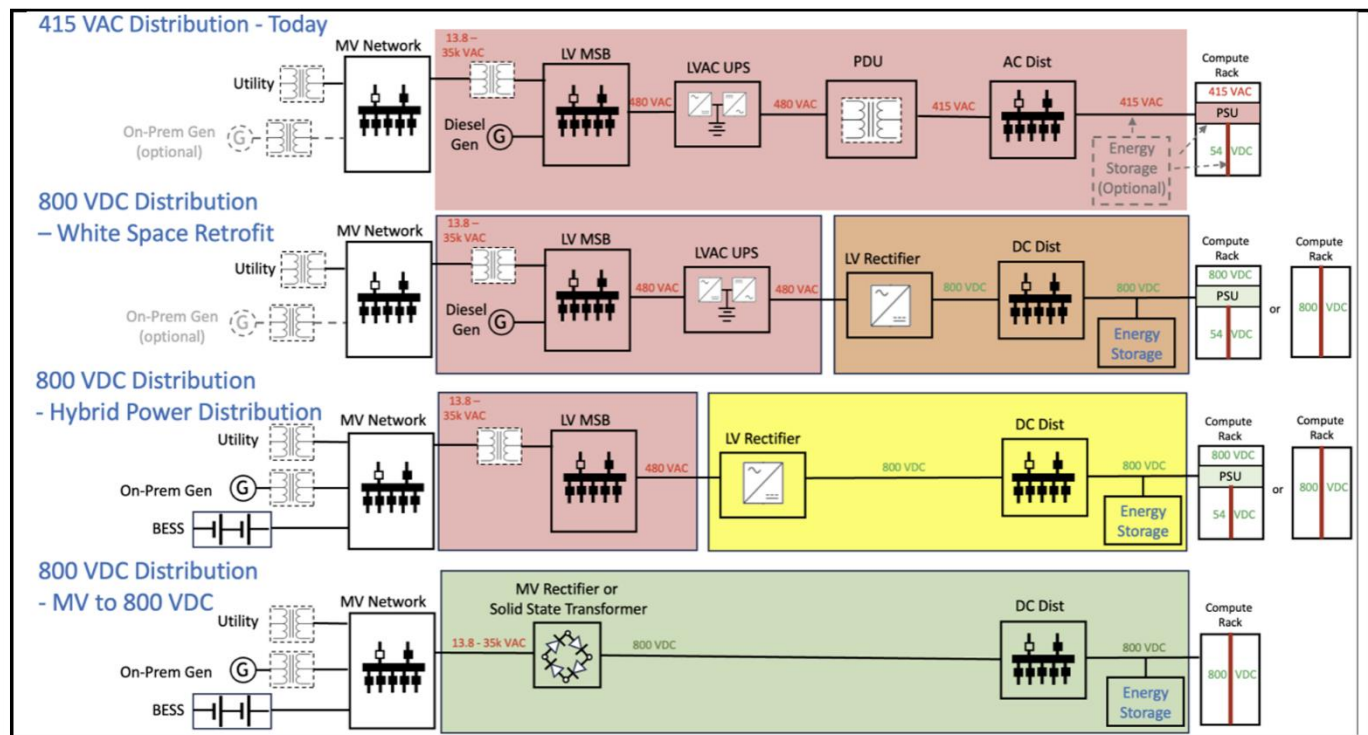
来源：Uptime Institute，国金证券研究所

随着机柜功率突破兆瓦（MW）级，传统 415V/480V 三相交流配电的线缆线径和连接器已达到热极限，800V 架构已成必然趋势。从电力传输基本规律看，当 AIDC 负载功率快速放大，传统电压架构下电流会显著增大（ $P \uparrow = U \times I \uparrow$ ），不仅带来导线损耗和发热问题（ $P_{loss} = I^2 R$ ），也对母线、配电设备和连接器的安全裕度提出更高要求，进而推高系统成本和运维复杂度。800V 架构通过升高电压可以显著降低单位功率下的电流强度（ $P = U \uparrow \times I \downarrow$ ），可有效缓解高功率密度场景中的传输损耗与热管理压力，为 AIDC 持续扩容提供更具弹性的供电基础。



在传统的低压交流供电架构下，电能从进入机房到送达芯片，需要经历“中压交流降压→UPS（交转直再直转交）→PDU 配电→服务器电源（交转直）”等多达四到五次的形态转换。每一次交直流转换，都会伴随不可避免的电能损耗与热量释放。而 800V 高压直流(HVDC)架构能够极大地简化供电拓扑，例如在英伟达白皮书的机柜架构中，800V 直流电可跳过服务器电源直接给服务器供电。这种“单级直达”模式不仅消灭了冗余的中间转换节点，带来整站电能利用率（PUE）的系统级提升，更在寸土寸金的机柜内部省下了大量原本被电源模块（PSU）占据的空间。

图表3：英伟达白皮书将 800VDC 列为未来供电方向

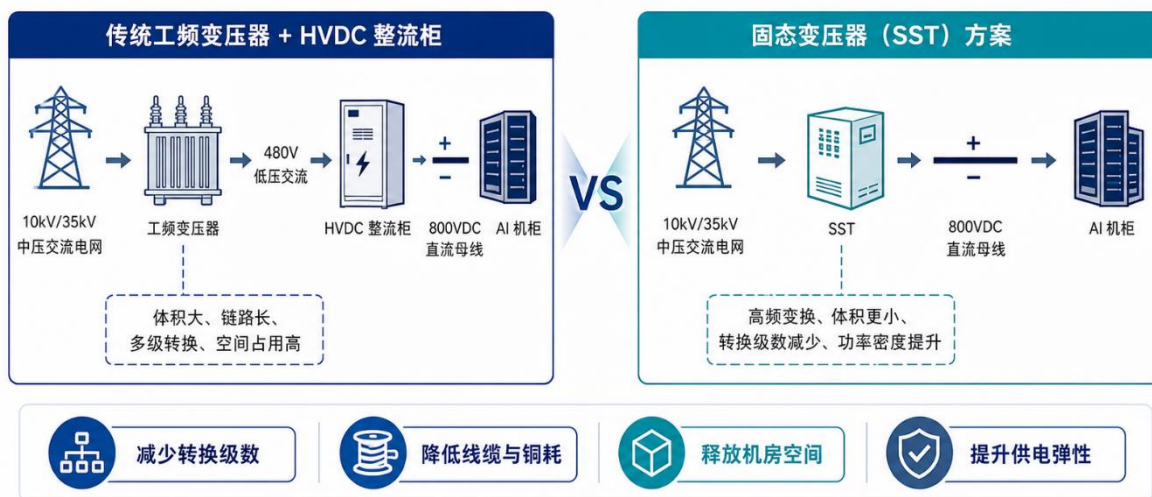


来源：《cc: 800 VDC Architecture for Next-Generation AI Infrastructure》，国金证券研究所

1.2 800V 架构的工程落地：SST 取代传统变压器？

在明确了 800V 直流架构的必然趋势后，工程落地的核心分歧在于：如何将电网的 10kV/35kV 中压交流电，高效转化为机柜所需的 800V 直流电？

图表4：800V 直流架构落地路径：传统工频变压器+HVDC 方案 vs SST 方案

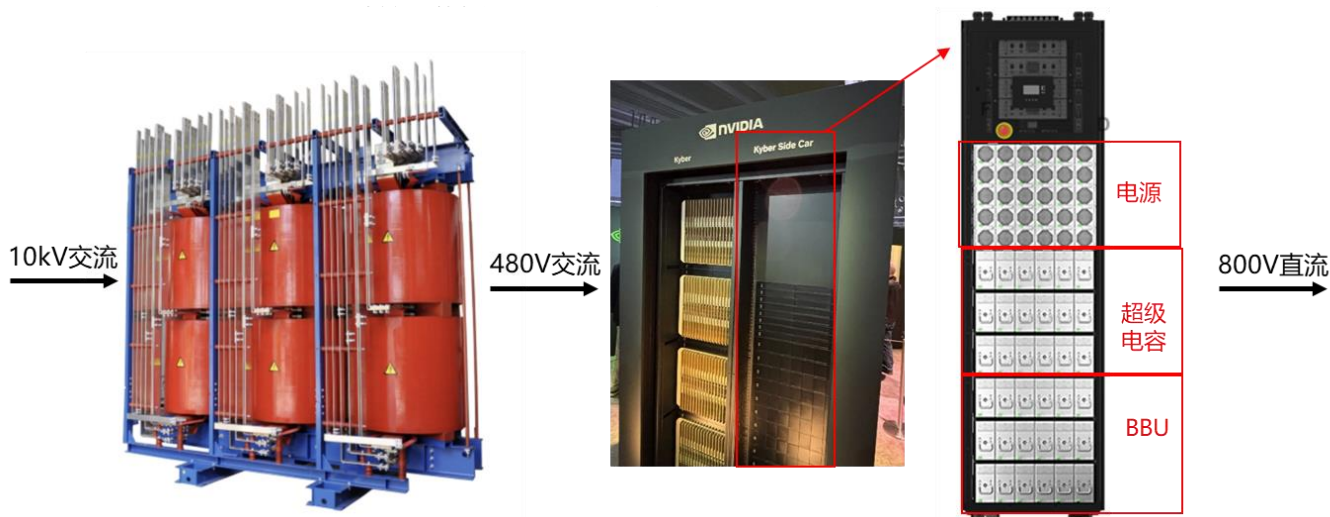


来源：NVIDIA，台达，国金证券研究所绘制



当前产业界存在两种实现路径：一种是“传统工频变压器+HVDC 整流柜”的过渡方案，另一种则是代表终极形态的“固态变压器（SST）”方案。前者保留了现有架构中的工频变压器，电网中压（10kV）必须先通过体积庞大的传统硅钢片变压器降至 480V 低压交流电，再由独立的直流整流柜（HVDC）转换为 800V 直流。这种方案虽然复用了成熟的现有设备，但并未摆脱多级转换带来的系统性损耗；更致命的是，传统变压器庞大的身躯和低效的空间利用率，使得数据中心在向更高功率密度演进时面临严重的物理空间掣肘。

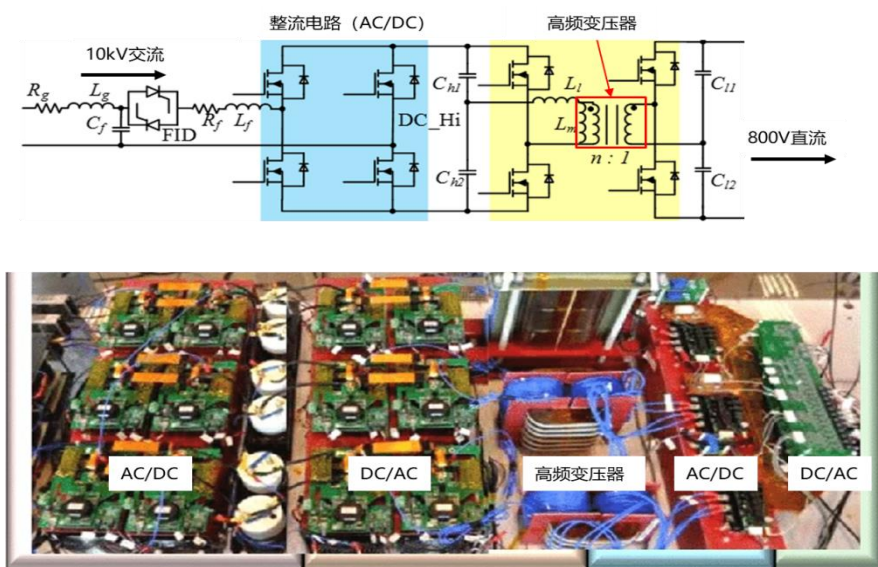
图表5：800V 方案一：传统工频变压器+HVDC 整流柜



来源：金盘科技，GTC 2026，国金证券研究所

相比之下，固态变压器（SST）在极致的功率密度与效率提升上更具优势。SST 利用碳化硅（SiC）等大功率半导体器件替代了传统变压器的铜线与铁芯，能够直接将中压交流电“一步到位”转化为 800V 直流输出。根据法拉第电磁感应定律，变压器的工作频率越高，其所需的磁芯体积就越小。传统变压器受制于电网频率只有 50/60Hz，必须依赖极其庞大的硅钢片磁芯和极其粗壮的铜线圈来维持电压转换。而 SST 通过前端的电力电子器件，主动将交流电逆变成高频交流电（电压等级不变），其变压器的工作频率可达 20kHz 甚至 100kHz 以上。这意味着，在同等功率下，SST 内部高频变压器的磁芯体积，可以缩小到传统工频变压器的几十分之一。这种“单级直交转换”与“高频微缩”特性，不仅大幅缩短了供电链路、提升了整站 PUE，更直接为 AIDC 释放出海量空间，使其能容纳更多的高价值算力机柜。

图表6：800V 方案二：固态变压器（SST）



来源：《State of the Art of Solid-State Transformers: Advanced Topologies, Implementation Issues, Recent Progress and Improvements》, NC State University FREEDM Systems Center, 国金证券研究所



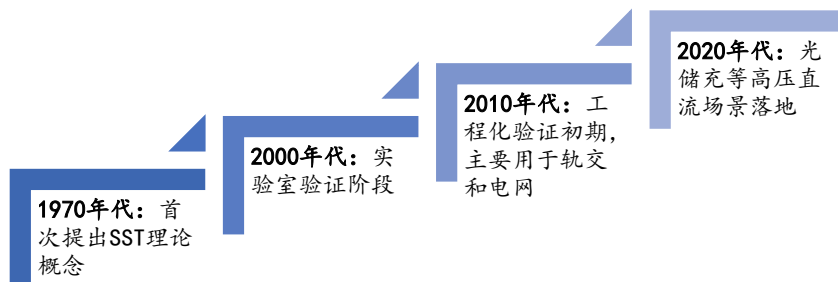
此外，SST 原生的“高频控制”与“直流母线”属性，也是应对大模型极端动态负载的最优解。AIDC 的算力负载具有极强的“同步脉冲”特性，大模型训练时百毫秒级、兆瓦级的功率暴涨暴跌，对电网稳定性的冲击是灾难性的。要抹平这种剧烈波动，必须在数据中心内部挂载储能系统（电池组或超级电容）充当“能源缓冲池”。在传统交流变压器方案下，直流属性的电池接入电网需要额外配备庞大且昂贵的逆变器，且系统响应存在延迟；而在 SST 构建的 800V 原生直流母线下，储能系统能够“零阻力、无缝隙”地直接挂载。当 GPU 产生脉冲尖峰时，SST 能够对其输入输出电压、电流、频率以及功率流进行控制，并能保护负载免受电力系统扰动的影响，或保护电力系统免受负载扰动的干扰。搭载了 SST 的 AIDC 不仅获得了一个极具弹性的高瞬态响应电源，彻底规避了算力宕机风险，更向外部电网呈现出平稳友好的用电曲线，真正实现了从“被动配电通道”向“主动能源调度枢纽”的跨越。

2、固态变压器：从示范验证走向 AIDC 规模化导入

2.1 固态变压器发展历程：早年商业化主要在轨道交通与智能电网领域

固态变压器（SST）并非伴随 AI 算力凭空诞生的新技术，而是经历了一场从“重型电气装备”向“精密数字能源基础设施”的跨界演进。SST 的概念最早可追溯至 20 世纪 70 年代，最初由美国电力研究院等机构提出“电力电子化变压器”（Power Electronic Transformer）的雏形设想，但受限于当时功率半导体与控制技术水平，仅停留在理论阶段。进入 21 世纪后，随着电力电子技术进步，欧美与日本率先推动工程化验证，例如 ABB、西门子、三菱电机等在中压配电与牵引供电场景中开展样机开发；中国则在“智能电网”战略下，由国家电网牵头，联合高校与企业推进 SST 在配网侧的示范工程，逐步形成从实验室走向工程应用的技术积累。

图表7：SST 发展历程



来源：《Solid State Transformers Topologies, Controllers, and Applications: State-of-the-Art Literature Review》，国金证券研究所绘制

从落地场景看，SST 早期商业化主要集中在轨道交通与智能微电网两大领域。在轨道交通领域，SST 被引入动车组与电力机车中，用于替代传统笨重的工频变压器，其核心目标是减重与提升能效；在智能电网与新能源侧，SST 则被作为“电能路由器”，应用于光伏、风电并网与微电网系统中，欧洲（德国、意大利）与美国在分布式能源渗透率较高区域率先试点，中国亦在张北、雄安等示范区推进相关应用。这一阶段的 SST，本质仍是“功能增强型电网设备”，强调潮流控制、无功补偿与多端口接入能力。



图表8：2012 年 ABB 成功开发电力电子牵引变压器



来源：InternationalRailwayJournal，国金证券研究所

图表9：2010 年电能路由器的概念初步诞生



来源：《Review on Power Routing Techniques and Converter Losses Model for VSC-Based Power Router》，国金证券研究所

2.2 AIDC 重塑 SST 需求，商业化有望加速落地

在传统 IDC 时代，SST 曾一度接近进入数据中心供配电体系，但最终未能实现规模化落地，其根本原因并不在于技术路径错误，而在于“需求—技术—经济性”三者之间始终未能形成闭环。

从需求侧来看，过去十年数据中心单机柜功率密度普遍维持在 5 - 10kW 区间，机房空间并非稀缺资源，配电系统的影响有限。在这一背景下，传统“干式变压器+UPS”的成熟架构已能够满足绝大多数场景需求，且具备极高的可靠性与成本优势，缺乏引入 SST 这一新技术的内在动力。

从技术侧来看，早期 SST 高度依赖硅基 IGBT 器件，其开关频率通常受限于数千赫兹量级，难以显著缩小高频变压器体积；与此同时，较高的开关损耗带来严峻的热管理压力，使系统不得不依赖复杂的散热设计，进一步侵蚀功率密度优势。

从经济性与工程风险角度，SST 系统成本显著高于传统方案，且长期运行可靠性尚未经过大规模验证，这使得以伊顿、台达为代表的数据中心电气龙头企业，在这一阶段更多将其作为前瞻性技术储备，而非主流产品路线。

图表10：SST 高频变压器和传统工频变压器对比

	磁芯材料	运行频率	输入/输出电压	优劣势
传统工频变压器	硅钢	50/60Hz	交流/交流	可靠性高，成本低，但体积大
SST	铁氧体/纳米晶/非晶等高 频低损耗材料	kHz 级至数十 kHz，部分方案 20kHz 以上	交流/直流或交流	体积小，成本高，可靠性未经大规模验证

来源：美国能源部，美国能源部 NETL，INLGridTechPedia，NCStateFREEDM，IEEEIPEC，IJSCIA，国金证券研究所绘制

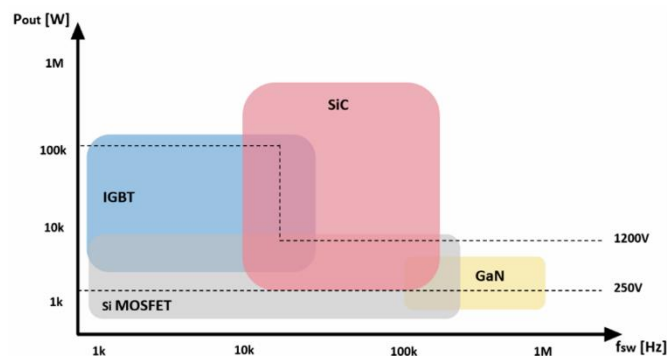
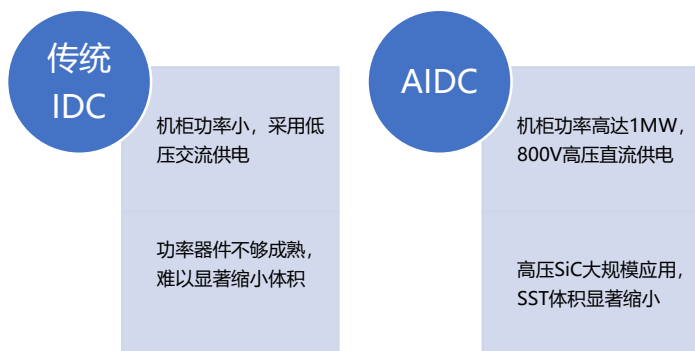
随着大模型训练与推理需求爆发，数据中心的功率密度呈现指数级上升趋势。在此背景下，传统体积庞大的变压器与多级配电系统，开始从“基础设施”转变为“物理瓶颈”。与此同时，数据中心电力架构也逐步从 UPS（低压交流）转向 800V 直流，从而为 SST 的导入提供了结构性入口。

此外，第三代半导体碳化硅（SiC）技术的成熟，彻底打破了此前制约 SST 发展的核心瓶颈。以英飞凌为代表的厂商，已实现高压 SiC MOSFET 的规模化供应，使得电力电子系统可以在更高电压、更高频率和更低损耗条件下运行。开关频率从过去的数千 Hz 提升至几百 kHz，不仅显著降低了磁性器件体积，也大幅缓解了系统热损耗问题，使 SST 首次在“功率密度—效率—散热”三者之间实现可行的工程平衡。



图表11: 800V 架构和 SiC 的成熟推动 SST 在 AIDC 的应用

图表12: SiC 是高频高压 SST 的最优选择



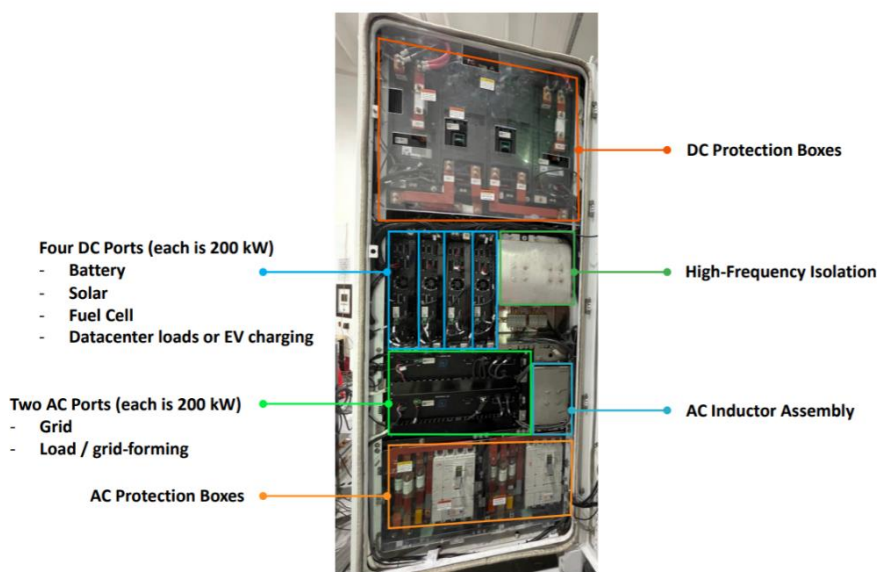
来源: NVIDIA, Vertiv, Infineon, Wolfspeed, 国金证券研究所绘制

来源: 《Solid State Transformers Topologies, Controllers, and Applications: State-of-the-Art Literature Review》, 国金证券研究所

在需求侧重构与技术约束解除的双重驱动下, SST 在数据中心中的角色也不再是传统意义上位于配电房中的电压变换设备, 而是逐步演变为贴近算力侧部署的“类 IT 电源模块”。与传统变压器相比, 面向 AIDC 的 SST 需要具备更高频运行能力、更紧凑的体积设计以及更高集成度, 同时在热管理上加速从风冷向液冷演进, 以适应持续攀升的热流密度。

此外, 为满足数据中心对供电可靠性的极致要求, SST 系统普遍采用模块化并联架构, 通过 N+1 甚至更高冗余设计, 在实现兆瓦级高功率密度输出的同时, 确保单模块故障不会影响整体算力运行。这种架构形态, 使 SST 在功能上更接近服务器电源或 UPS 模块, 而非传统电气设备。

图表13: 商业化 SST 实物: 由交流模块、直流模块和高频变压器构成



来源: DG Matrix, 国金证券研究所

2.3 技术路线分化: 产品规格定义权与中压系统能力是 AIDC SST 真正稀缺壁垒

在 SST 成本仍显著高于传统工频变压器的现实约束下, 其商业化路径短期难以呈现“单点爆发”, 而更可能沿不同应用场景分化推进。不同类型玩家基于自身能力禀赋和客户结构, 正分别沿电网/重型电气、光储充/微电网、AIDC 供电系统三条主线切入。表面看, 三类玩家均在围绕中压直流化、SiC 功率变换和高频隔离等技术方向布局; 但从 AIDC 规模化导入角度看, 各类玩家真正的竞争差异并不在于是否具备单一器件或单一拓扑能力, 而在于其掌握的稀缺资源不同, 包括客户规格定义权、中压系统工程能力和高频电力电子产品化能力。



图表14: SST 商业化路径分化: 多场景并行验证



来源: NVIDIA, ABB, 台达, 国金证券研究所绘制

第一类是 AIDC 电源与数据中心基础设施厂商, 核心优势在于客户关系、规格获取和快速迭代能力。AIDC SST 并非标准化程度很高的通用电气设备, 而是需要围绕云厂商真实的机柜功率、供电冗余、瞬态响应、液冷适配、运维方式和认证体系进行系统定义。当前 800VDC、HVDC 和 SST 的最终形态仍在演进, 谁能够更早参与客户架构定义、获取一手规格需求并完成样机验证, 谁就更容易在产品方向、验证节奏和订单转化上形成领先。以 NVIDIA 800VDC 生态为例, 台达(Delta)、伟创力(Flex)、光宝(LITEON)、麦格米特(Megmeet)等被纳入功率系统组件供应商阵营, 说明 AIDC 电源厂商的价值不仅在于制造单个电源模块, 更在于贴近最终客户和算力平台, 能够将客户需求快速转化为可验证、可迭代、可量产的产品方案。因此, 从产业卡位角度看, 数据中心电源和基础设施厂商具备较强的商务根基和规格定义优势, 是 AIDC SST 方向最值得重视的参与者之一。

第二类是电网与重型电气设备厂商, 核心优势在于中压接入、保护控制和系统级可靠性。这一类玩家包括 ABB、伊顿、GE Vernova、日立能源、三菱电机、施耐德电气、西门子、维谛技术等, 其技术底座来自中压开关、UPS、保护控制、变压器、母线、断路器和配电系统。SST 若要从示范验证走向 AIDC 规模化应用, 必须处理 10kV/35kV 中压接入、绝缘耐压、局部放电、故障隔离、直流保护、系统冗余和长期可靠性等问题, 这些能力并非普通电源厂商短期可以补齐。以 ABB 为例, 公司与 NVIDIA 合作开发面向下一代 AI 数据中心的电力架构, 重点涉及中压 UPS、直流配电以及固态电力电子设备; Eaton 则推出面向 AI 数据中心的 800VDC 参考架构, 并披露超级电容、母线、DC 连接器等配套环节。由此看, 重型电气厂商的角色正在从传统“配电设备供应商”升级为“AI 数据中心电力架构集成商”。

第三类是电动汽车快充、光储充和微电网厂商, 核心优势在于高压功率变换、SiC 应用经验和多场景工程验证。高功率充电站与 AIDC 供电具有一定相似性, 均需要将中压交流电高效转换为直流电, 并在有限空间内实现大功率输出、动态调度和储能协同。相比数据中心, 快充、光储充和微电网对供电连续性的要求相对低于 AI 训练集群, 但对占地、效率、建设周期和投资回收周期高度敏感, 因此更适合作为 SST 从实验室走向规模工程的早期验证场景。Delta 已公开展示基于 SiCMOSFET 的 SST400kW 超快充方案, Eaton 的 MVSST 产品页也将数据中心与高功率 EV 充电列为核心应用。需要注意的是, 随着光伏、储能、充电桩和新能源汽车产业快速发展, 高压 SiC 应用经验正在被更多厂商掌握, 因此其稀缺性更多体现在产品化成熟度、可靠性验证和客户导入节奏, 而非单纯的 SiC 器件使用能力。光储充路线仍是 SST 产业化的重要验证场景, 但在 AIDC 场景下, 最终竞争仍需回到客户规格理解、中压可靠性和数据中心工程交付能力。

因此, 我们认为 AIDC SST 产业化过程中的核心壁垒并非单一技术参数, 而是“客户规格定义权+中压系统工程能力+高频电力电子产品化能力”的综合竞争。短期看, 掌握云厂商真实需求、能够快速完成样机验证和小批量导入的厂商更容易获得先发优势; 中期看, 具备 10kV/35kV 中压接入、保护控制和系统级可靠性验证能力的公司更容易通过客户认证; 长期看, 能够将 SiC 功率器件、高频变压器、直流母线、储能接口、热管理和控制系统集成成为可量产、可维护、可认证模块化产品的企业, 有望在 AIDC SST 规模化导入中形成持



续竞争壁垒。

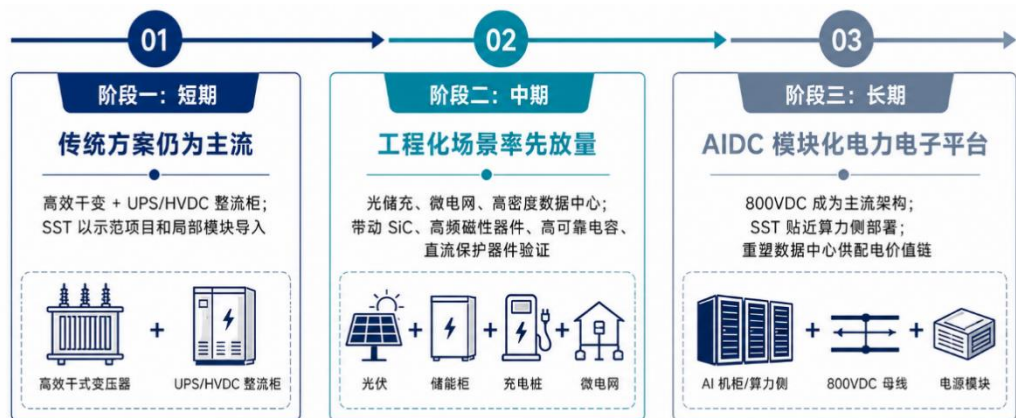
2.4 产业化节奏：HVDC 先行验证，SST 终局演进

从产业节奏看，AIDC SST 的商业化大概率不会一步到位，而是沿着“传统方案支撑需求、过渡场景验证能力、终局架构重塑价值链”的路径渐进推进。短期来看，传统“高效干式变压器+UPS/HVDC 整流柜”仍将是大部分数据中心的主流选择，核心原因在于其成本、可靠性、供应链成熟度和工程交付经验更具确定性。此阶段 SST 更多以示范项目、局部功率模块或客户联合验证形式导入，产业关注重点在于云厂真实规格释放、样机验证进展、HVDC 小批量订单以及头部厂商对 800VDC 架构的背书。

中期来看，光储充、微电网、高功率 EV 充电和部分高密度数据中心有望成为 SST 工程化率先放量的场景。这类场景与 AIDC 同样具备高压直流化、大功率输出、储能耦合和动态调度需求，同时对供电连续性和系统冗余的要求相对更低，更适合作为 SST 从实验室验证走向规模工程的中间环节。随着这些场景持续落地，SiC 功率器件、高频变压器、高可靠电容、直流保护器件、散热结构和控制系统等关键环节将获得工程验证机会，为后续进入 AIDC 高可靠场景积累器件、控制、绝缘、热管理和运维数据。

长期来看，若 800VDC 逐步成为 AIDC 主流供电架构，SST 有望从电网侧或园区侧的示范型设备，演进为贴近算力侧部署的模块化电力电子平台。其价值不再只是替代传统工频变压器，而是将中压接入、AC/DC 变换、高频隔离、直流母线、储能接口、保护控制和状态监测整合为可扩展、可维护、可认证的系统级供电单元。在这一阶段，AIDC 供电竞争焦点将从单一效率指标，扩展到单位面积供电能力、瞬态响应、系统冗余、热管理、故障隔离和生态认证能力，具备客户规格定义权、中压系统工程能力和高频电力电子产品化能力的厂商有望形成更持续的竞争优势。

图表15：SST 在 AIDC 场景的产业化节奏



来源：NVIDIA, ABB, 台达，国金证券研究所绘制

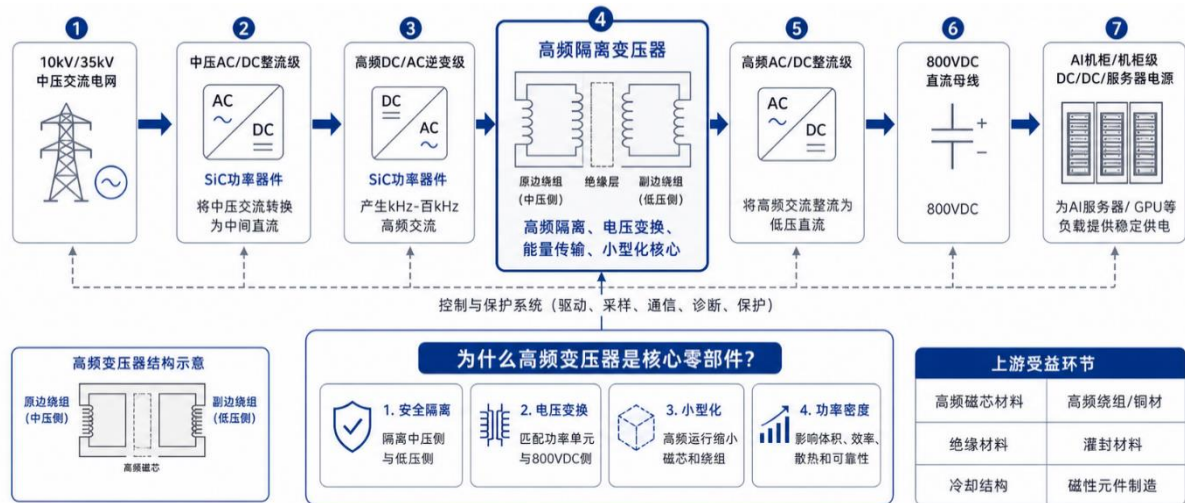
3、核心零部件：高压化、高频化驱动上游价值量重估

3.1 高频磁性器件：SST 小型化的核心受益环节

在 SST 架构中，高频隔离变压器位于中压侧功率变换与低压直流输出之间，是连接“中压交流输入”和“800VDC 直流母线”的核心变压环节。典型链路为：10kV/35kV 中压交流电经中压 AC/DC 整流级转换为中间直流，再由 SiC 等功率半导体通过高频 DC/AC 逆变级转换为 kHz 至百 kHz 级高频交流，随后通过高频隔离变压器完成电压变换、能量传输和安全隔离，最终经高频 AC/DC 整流级输出至 800VDC 直流母线，为 AI 机柜、机柜级 DC/DC 及服务服务器电源供电。由此看，高频变压器并非普通配套磁件，而是决定 SST 能否实现高频化、小型化和模块化的核心零部件。



图表16：高频变压器是 SST 连接“中压交流输入”和“800VDC 直流母线”的核心变压环节



来源：VirginiaTech CPES，国金证券研究所绘制

相比传统工频变压器，高频变压器的价值在于“频率提升后以更小体积承载更高功率”。传统工频变压器主要工作在 50/60Hz，依赖硅钢片铁芯和大体积绕组完成电压变换，通常呈米级设备形态，重量较高、空间占用较大；SST 高频变压器则通过功率半导体先将交流电高频化，使磁芯和绕组尺寸显著缩小，产品形态从工频大磁件升级为模块级高频磁件。SST 高频变压器虽然体积和重量大幅下降，但内部仍包含高频磁芯、原副边绕组、高压绝缘结构、灌封材料、冷却结构和引出连接等关键部分，属于高集成度、高可靠性要求的核心零部件。

图表17：SST 高频变压器可以大幅减小变压环节的设备体积



来源：《Design and Experimental Analysis of a Medium-Frequency Transformer for Solid-State Transformer Applications》，VirginiaTech CPES，国金证券研究所绘制

技术要求提升的根本原因在于，AIDC 场景下 SST 面向的是更高电压等级、更高功率密度和更强动态负载冲击。中压侧涉及 10kV/35kV 输入，叠加 SiC 器件带来的高 dv/dt、高 di/dt 开关应力，使高频变压器不仅要完成电压变换，还要承担中压侧与低压侧之间的安全隔离。因此，高频变压器的技术难点从传统“磁芯和绕组设计”进一步扩展到高压绝缘、局部放电控制、爬电距离、电气间隙、寄生参数、散热能力和长期可靠性等系统级问题。材料层面，需要高频低损耗磁芯材料、高耐压绝缘材料和高导热灌封材料；工艺层面，需要更精细的绕组设计、绝缘包覆、灌封、热管理和一致性控制能力。

从受益逻辑看，SST 小型化并不意味着磁性器件价值量下降，而是推动磁件从低频、大体积、低附加值部件，升级为高频、高可靠、高附加值模块。单个高频变压器体积下降，但



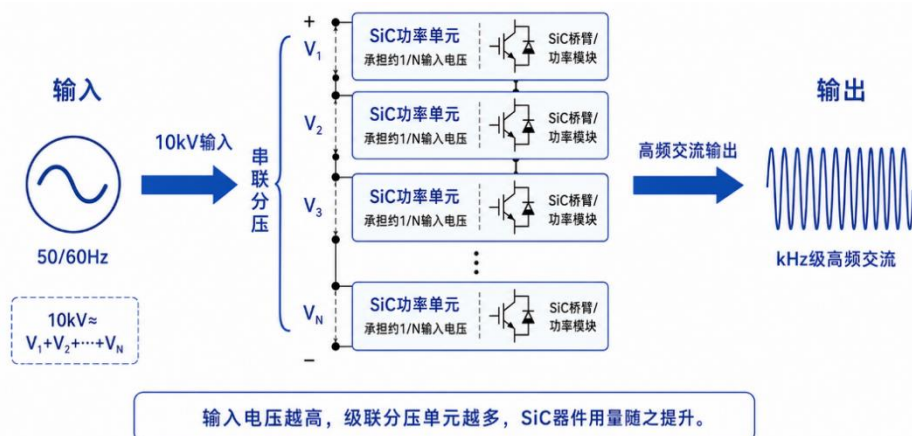
其材料体系、设计复杂度和制造工艺显著提升，单位功率价值量有望提高。同时 SST 配套的谐振电感、滤波电感等磁性器件，随着系统电压等级、功率容量提升，相关需求也有望同步提升。

3.2 碳化硅：SST “硅进铜退”的核心增量环节

SST 的技术瓶颈本质上来自中高压、高频、大功率三者的同时满足，其产业逻辑可以概括为“硅进铜退”：传统工频变压器主要依靠硅钢片铁芯和大体积铜绕组，在 50/60Hz 下完成电压变换；SST 则通过功率半导体先将电能高频化，再由高频变压器完成隔离和电压变换，从而以功率半导体、高频控制和高频磁件替代部分传统“铜铁”设备。开关频率提升后，高频变压器的磁芯和绕组体积可以显著缩小，系统功率密度随之提升，但这也对前级功率器件提出更高要求。

传统硅基 IGBT 在高压大功率场景成熟度较高，但在高频开关下损耗和散热压力明显上升；SiCMOSFET 具备更高击穿电场、更低开关损耗、更高工作温度和更快开关速度，更适合承担 SST 中高压、高频、高效率功率变换任务。因此，SiC 并不是 SST 中的可选“性能增强件”，而是推动 SST 从工频铜铁设备走向高频电力电子系统的关键基础。

图表18：输入端需要 SiC 功率模块串联分压



来源：《Solid State Transformers: Concepts, Classification, and Control》，国金证券研究所绘制

从器件用量看，800VDC 并不简单对应 800V 耐压器件。考虑到母线波动、过压浪涌、开关尖峰、保护裕量和串并联均压需求，SST 和 HVDC 系统通常需要更高耐压等级的功率器件，常见选择包括 1200V、1700V 及更高电压等级的 SiCMOSFET、SiC 二极管或功率模块，具体取决于中压侧级联单元数量、DC/DC 拓扑、隔离方式和保护策略。尤其在模块化 SST 架构下，中压侧往往通过多个功率单元串联分压、低压侧并联汇流，系统容量提升将带动功率单元数量和 SiC 器件数量同步增加，SiC 价值量具备随功率等级和模块数量放大的特征。



图表19: SiC 最契合 SST 中高压、高频、高效率需求

器件路线	适用电压/功率	开关频率	核心优势	主要短板	典型应用场景
 传统硅基 IGBT	中高压、大功率； 成熟覆盖600V至 6.5kV以上	低至中频， 通常适合kHz级以下 至十几kHz	- 高压大功率成熟度高 - 可靠性和成本优势明显 - 产业链成熟	- 高频开关损耗大 - 拖尾电流明显 - 散热压力高 - 不利于磁件小型化	工业变频、轨交牵引、 风电、传统UPS、 大功率变流器
 硅 MOSFET	低压至中压，中小功率； 常见低压、 100V/150V/ 600V/650V等级	中高频， 可支持较高 开关频率	- 成本低 - 驱动成熟 - 低压场景导通损耗低 - 供应链完善	- 高压下导通电阻快速上升 - 高压大功率效率受限 - 难以承担中压SST主功率变换	服务器低压DC/DC、 同步整流、消费电源、 低压电机驱动、 常规PSU
 SiCMOSFET	中高压、中大功率； 1200V/1700V为 常见主力，向更高 电压拓展	高频，适合 几十kHz至 百kHz级 功率变换	- 高击穿电场 - 低开关损耗 - 高结温 - 高效率 - 有利于高频变压器小型化	- 成本较高 - 驱动与保护要求高 - EMI和封装寄生参数控制难度较大	新能源车主驱、 光伏逆变器、储能、 超充、HVDC、 SST、中高压电源
 GaN 功率器件	低压至中压，中小功率 到部分中功率； 650V为当前主流， 向更高电压拓展	超高频，适合 数百kHz至 MHz级	- 开关速度快 - 寄生电容低 - 高频效率高 - 有利于小型化和高功率密度	- 高压大功率成熟度弱于SiC - 短路耐受、热管理和封装可靠性仍需验证	快充适配器、服务器 PSU、通信电源、 轻量化电源、部分 AI服务器电源

来源：Infineon, ROHM, TI，国金证券研究所绘制

从 AIDC 应用节奏看，SiC 在传统数据中心电源中尚未形成类似新能源汽车、光伏储能、充电桩等领域的成熟标配格局，但 800VDC 和 SST 架构正在打开新的导入窗口。NVIDIA 在 800VDC 架构中明确强调提升效率、减少铜耗、简化供电链路，并将多家功率半导体厂商纳入 800VDC 生态；Navitas 等厂商也已公开披露面向 NVIDIA 800VDC AI 数据中心架构开发中高压 GaN 和 SiC 功率器件。由此看，AIDC 对 SiC 的拉动当前更适合表述为“从生态验证走向架构导入”，而非“已成为传统数据中心标配”。

3.3 电容：直流母线与脉冲负载提升高可靠电容价值量

AIDC 供电架构从低压交流向 800VDC、HVDC 和 SST 演进后，电容的作用从传统滤波、稳压和去耦，进一步扩展至直流母线支撑、纹波吸收、瞬态功率缓冲、储能接口稳定和电磁兼容治理。传统服务器电源中，电容主要分布在 PSU 输入输出、PFC 母线、LLC/DC-DC 输出及板级 POL 附近；而高压直流架构下，母线电压等级提升、功率模块数量增加、GPU 负载波动加剧，使电容从“单机电源内部配套件”升级为高压直流供电系统中的关键可靠性部件。

从需求驱动看，大模型训练场景下 GPU 集群负载具备较强同步波动特征，功率需求可能在短时间内快速爬升或回落，对母线电压稳定、纹波电流承受能力和瞬态响应提出更高要求。若直流母线支撑不足，可能引发母线电压跌落、纹波放大、功率模块过应力甚至服务器侧供电异常。因此，AIDC 供电系统中的电容不仅承担基础滤波功能，还需要在毫秒级甚至更短时间尺度内吸收或释放能量，配合储能模块和功率变换器共同抑制母线波动。高压直流化和 SiC 高频开关也进一步提高了电容在耐压、寿命、低 ESR、纹波电流、温升和寄生参数控制方面的技术门槛。

从具体产品来看，薄膜电容具备高耐压、低 ESR、高纹波电流和长寿命优势，更适合 HVDC/SST 直流母线、功率模块 DC-Link 及中高压滤波环节；铝电解电容适合大容量储能、低频纹波吸收和模块输入输出滤波；超级电容可用于短时高功率脉冲缓冲和储能接口；钽电容、MLCC 则更多应用于服务器板级供电、GPU/CPU 周边去耦和 POL 输出滤波。



图表20: AIDC 高压直流供电架构下的电容品类

电容品类	主要应用位置	核心功能	关键技术要求	受益逻辑	相关标的
薄膜电容 	HVDC/SST DC-Link、 800VDC 母线、 功率模块滤波	直流链路支撑、 纹波吸收、 高频滤波	高耐压、低ESR、 高纹波电流、 长寿命	高压直流化和SiC高频开关 提升DC-Link电容 价值量	江海股份等
铝电解电容 	电源输入输出端、 模块滤波、 低频纹波吸收	大容量储能、 低频滤波、 母线支撑	容量密度、寿命、 温升、 纹波电流能力	高功率电源和直流母线 容量需求提升	江海股份等
超级电容 	储能接口、 瞬态功率补偿、 母线缓冲	短时高功率释放、 削峰填谷、 脉冲负载缓冲	功率密度、 循环寿命、 低内阻、安全性	AI训练负载波动 提升快速能量缓冲需求	江海股份等
钽电容 	服务器板级供电、 GPU/CPU周边、 POL输出	高可靠去耦、 小型化滤波、 板级稳压	高可靠性、小体积、 低ESR、耐温	AI服务器板级电源复杂度 和高可靠需求提升	宏达电子等
MLCC 	CPU/GPU周边去耦、 POL模块、 高频滤波	高频去耦、 快速瞬态响应、 抑制高频噪声	高容小型化、 高频特性、 一致性、可靠性	AI芯片功耗提升带动 板级MLCC用量和 规格提升	三环集团等

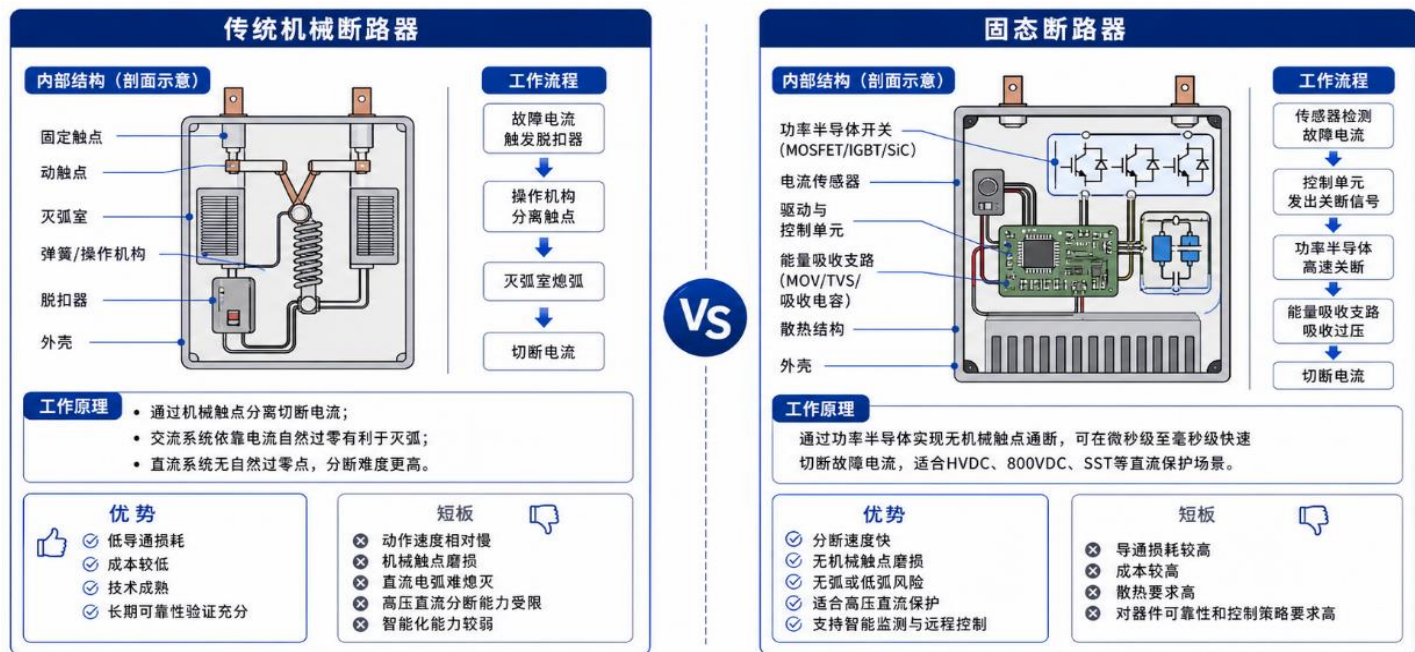
来源: TDK, KEMET, Eaton, 国金证券研究所绘制

3.4 固态断路器: 800VDC 时代直流保护需求加速升级

随着 AIDC 供电架构从传统交流配电 800VDC 演进, 供电链路中直流母线、功率模块、储能接口和机柜级配电环节的保护需求显著提升。相比交流系统, 直流系统没有自然过零点, 一旦发生短路或绝缘故障, 故障电流上升速度快, 电弧更难熄灭, 对断路器的分断速度、限流能力、耐压水平和系统协调保护提出更高要求。传统机械断路器在高压直流场景下存在动作时间较长、触点电弧和分断能力受限等问题, 难以完全适配 HVDC/SST 对快速、精准和高可靠保护的需求。

固态断路器本质上是通过功率半导体器件实现高速通断, 可在微秒级至毫秒级时间尺度内切断故障电流, 避免故障能量继续向下游释放。在 HVDC 架构中, 固态断路器可部署于 800VDC 直流母线、机柜级直流配电、储能/超级电容接口及关键负载支路, 实现快速故障隔离和选择性保护; 在 SST 架构中, 其可与中压功率单元、DC-Link、高频变换级和低压直流输出侧配合, 降低单模块故障向系统级事故扩散的风险。随着 SiC 器件渗透率提升, 供电系统开关频率、dv/dt 和 di/dt 进一步提高, 直流侧保护响应速度和可靠性要求同步提升, 固态断路器的重要性有望进一步凸显。

图表21: 固态断路器依靠功率器件高速关断, 更适800V高压直流快速保护



来源: Infineon, 国金证券研究所绘制



4、产业链公司梳理

4.1 整机厂商：HVDC/SST 公司订单、客户与产品进展梳理

阳光电源：十年电力电子积淀厚积薄发，SST 布局开启第三增长曲线

阳光电源作为全球光储龙头，正将二十余年高压电力电子转换技术积淀向 AI 数据中心（AIDC）电源赛道延伸。公司在 2025 年年度报告中披露，已正式布局 AIDC 电源业务，提供固态变压器（SST）及电源解决方案。从技术路线看，公司 AIDC 事业部重点攻坚中压直连技术、高密度模块化电源技术与直流配电技术，目标在 2026 年实现 SST 产品落地和大规模交付，2027 年启动批量交付。这一战略定位标志着 SST 业务已成为公司继光伏逆变器、储能系统之后着力培育的第三增长极。

公司在 SST 领域的核心竞争力源于长期且深厚的前瞻技术储备。据 2025 年年报披露，阳光电源在报告期内完成了全球首创的 10kV/2MW 中压能量路由器示范运行，该技术可直接承接中压交流电网输入并实现高效电能转换，与 SST 技术路径高度协同。公司官网在回顾 2025 年重大事件时亦将“AIDC 电源业务布局”与“全球首创 10kV/2MW 中压能量路由器示范运行”并列列为年度关键里程碑，印证了其在高压电力电子领域的技术延续性。光伏逆变器与储能系统产品长期运行在 800V 乃至 1500V 高压平台，公司在高压绝缘、热管理及碳化硅（SiC）应用方面已形成平台化能力，为 SST 商业化奠定了坚实的工程化基础。

客户资源与生态卡位方面，阳光电源已与部分国际头部云服务厂商及国内头部互联网企业开展 SST 产品架构的联合定义。2026 年第一季度报告显示，公司持续加码研发投入，为 SST 后续产品化奠定基础。随着 H 股上市进程推进及全球本地化布局深化，阳光电源有望凭借“高压电力电子+储能+SST”的一体化能力，在 AIDC 电源市场复制其在光储领域的龙头地位。

图表22：阳光电源储能变流一体机



来源：阳光电源官网，国金证券研究所

麦格米特：全栈 AIDC 供电方案定义者，SST 产品矩阵跻身国际头部供应链

麦格米特正凭借在高端电源领域的技术纵深，快速崛起为 AIDC 供电系统的核心供应商。公司在 2025 年年度报告摘要中首次将固态变压器（SST）明确定位为“核心创新产品”，其 SST 可直接承接电网高压输入并转换输出 800VDC 高压直流，转换效率超过 98.5%，支持兆瓦级算力集群集中供电，是 800V HVDC 架构的核心设备，可助力算力中心 PUE 控制在 1.1 以下。围绕 SST，公司已构建起覆盖高压转换、机架配电与终端供电的完整产品矩阵，包括 Sidecar 高压直流边柜、33kW/110kW Power Shelf、CRPS 通用冗余电源及 Power Brick 电源砖等，实现从电网接入到 GPU 终端的全链路自主化覆盖。

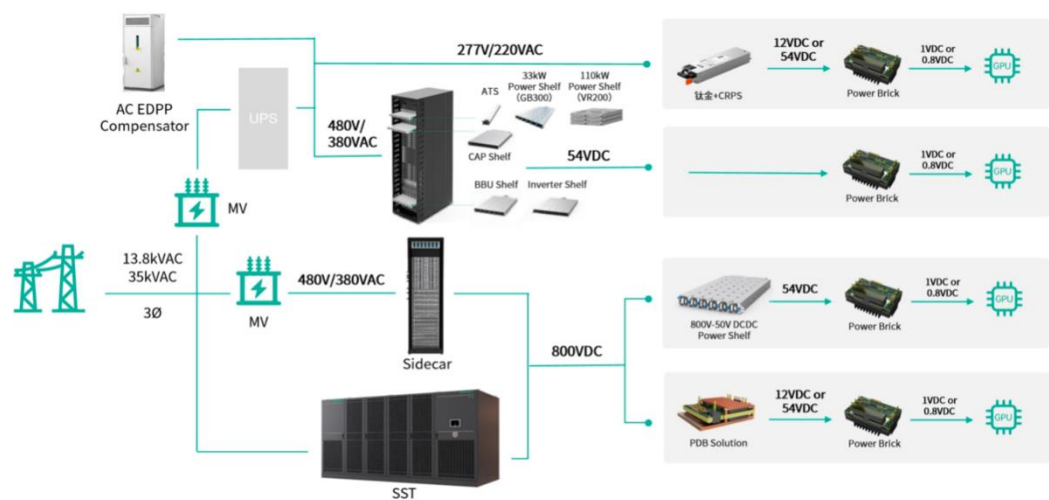
技术积累与产品化能力方面，麦格米特并非 SST 领域的“新进入者”，而是依托其多年在通信电源、服务器电源及高压直流领域的平台化能力进行自然延伸。2026 年第一季度报告显示，公司电源产品事业群实现销售收入 8.17 亿元，同比增长 66.52%，反映出 AIDC 电源业务（含 SST 相关部件）已进入快速放量期。公司目前主要形成两类合作交付模式：一类向服务器制造商供应 PowerShelf、BBU 等相关部件产品，另一类直接向终端客户供货，两种模式均已实现实际业务落地。公司强调，行业内大客户对于供应商的快速定制化响应



能力与系统方案解决能力尤为看重,而这正是麦格米特平台化研发体系支撑 SST 业务的核心优势。

客户资源与全球化订单是麦格米特 SST 业务最显著的护城河。SST 业务属于麦格米特电源产品板块的组成部分之一。据 2025 年年度报告摘要披露,公司在电源产品领域经过多年积累,持续为爱立信、诺基亚、GE、飞利浦、魏德米勒、西门子、ABB、Cisco、Juniper、Arista、Accton、施耐德、EnerSys、特变电工、小米、长虹、创维等国内外知名企业提供产品和研发及生产服务。在海外市场,公司已达成部分北美大客户的项目制需求批量交付,且正与数家北美头部云厂商客户进行深入的项目化对接与新一代 SST 产品定制开发送测;在国内市场,公司已获得部分国内头部云厂商的突破与大多数服务器厂商客户的准入,预计在 2026 年可完成首个国内项目的批量交付。2026 年一季度电源事业群 66% 的高增速,已初步验证了其 AIDC 电源产品(含 SST 相关方案)在顶级客户供应链中的渗透能力。随着定向增发募集资金到位及产能持续扩张,麦格米特有望凭借全栈式 SST 产品矩阵与深度定制化能力,在全球 AIDC 供电市场中占据重要份额。

图表23: 麦格米特 AI 算力基础设施产品矩阵



来源: 麦格米特 2025 年年报, 国金证券研究所

四方股份:“发配用”全场景经验丰富, 量产节奏领先

公司 SST 在发、配、用电领域均有固态变压器实际应用案例,如三峡能源云南光伏电站直流升压示范项目、南方电网松山湖中压柔性直流互联示范工程、东莞巷尾多站合一直流微电网示范工程等等。

在直流配网、微电网等领域积累的丰富经验,为公司 AIDC 供电方案筑牢技术底座,2026 年 4 月公司正式发布针对数据中心领域 SST1.0 产品,产品发布即实现量产。随着 SST 1.0 产品在数据中心市场的加速渗透与小批量产的持续推进,该业务有望成为公司最具成长弹性的第二增长曲线。



图表24：四方股份 SST 在发、配、用电领域均有实际应用案例

典型案例介绍



项目名称	应用场景	四方供货情况
东莞巷尾多站合一直流微电网示范工程（边缘数据中心）	用电	1、2台1MW AC10kV/DC800V/DC240V SST， 2、直流保护装置、协调控制器、能量管理系统
宁波慈溪氢能耦合直流微网示范工程	用电	1、1台4MW、3端口、大容量SST（AC10kV/DC20kV/DC800V） 2、2台1.2MW、3端口、大变比SST（DC20kV/DC800V/DC240V） 3、整站直流保护、交流保护、协调控制器、能量管理系统
城市配电网柔性互联关键设备技术示范工程	配电	1、1台0.5MW DC20kV/DC750V SST 2、3台1MW AC10kV/DC20kV MMC 3、整站直流保护、交流保护、协调控制器、能量管理系统
南方电网松山湖中压柔性直流互联示范工程	配电	1、1台10MW、DC20kV 的大容量SST 2、直流保护、交流保护、协调控制器
三峡能源云南光伏电站直流升压示范项目	发电	1、1台5MW AC35kV/DC60kV交直流转换变压器MMC 2、3台500kW、DC20kV/DC850V SST（串联） 3、1台1MW DC30kV/DC850V SST 4、直流保护、整站协调控制和能量管理系统

来源：四方股份公告，国金证券研究所

图表25：四方股份针对数据中心领域 SST1.0 产品已经实现量产



来源：四方股份公众号，国金证券研究所

中国西电：国内首个“数据中心+光储充”双挂网标杆，兆瓦级 SST 商用先发优势显著。

“东数西算”首家落地，兆瓦级 SST 商业化交付打破国际垄断。公司作为国内输配电行业领军者，旗下子公司西安西电电力电子在固态变压器（SST）领域展现出极强的工程化落地与交付能力。公司自主研发的 10kV/2.4MVA 级固态变压器，早在 2023 年 9 月便已成功应用于国家“东数西算”核心枢纽——贵安数据中心项目并顺利投运。作为国内最早、且唯一实现兆瓦级 SST 在智算数据中心场景商业化量产与交付的企业，公司产品精准卡位 AI 算力中心高密度用电痛点，随着下游客群加速渗透，该业务有望迎来爆发式增长。

依托连续投入、深耕不辍的研发底蕴，公司 SST 产品不仅在算力基建侧拔得头筹，在新能源微电网领域的布局同样领先。2026 年 4 月，公司自主研发的 10 千伏固态变压器在光储充系统成功挂网投运。该产品创新采用“高压级联多电平+谐振式（ISOP）拓扑方案”，省去传统升压环节，实现整机效率提升至 97.5% 以上。公司依托“高频化、轻量化、交直流双向转换”的硬核电力电子技术，正将 SST 打造为集电能变换与智能调度于一体的“能源操作系统”，全面卡位新型电力系统的泛在化高溢价场景。

图表26：中国西电 10 千伏 SST 在光储充系统成功投运



来源：中国西电公告，国金证券研究所

图表27：中国西电自主研发的 SST 实现多场景挂网投运



来源：中国西电官网，国金证券研究所

金盘科技：SST 出海布局领先，攻克“高频隔离+全 SiC 驱动”两项核心技术

公司在固态变压器领域的商业化落地及海外布局走在行业前列，10kV/2.4MW 全 SiC SST 完成样机设计及生产，同时已通过 UL 认证，2026 年一季度开始大规模拓展海外市场，后续有望正式切入北美数据中心供应链，是国内少数实现 SST 出海的企业。26 年 1 月 19 日，IEEE PES 国际会议上公司发布了元神 ONE 系列 SST，产品效率 98% 以上，占地面积相比传统方案节约 60% 以上，电压等级适配 10kV、13.8kV、35kV 电网系统并支持风、光、储等多端口灵活接入。

在核心技术方面，公司掌握 2 项核心技术，通过解决核心器件高频隔离变压器的绝缘、散热、体积和效率方面问题，提高了整体 SST 的功率密度和效率（峰值达 99.7%），并通过



SiC 模块并联驱动等技术很好的解决高频下 SST 的一系列难题（温升降低 10%等），保证产品运行的高效率和可靠性。

图表28：金盘科技已完成固态变压器样机的设计及生产

图表29：金盘科技掌握固态变压器关键核心技术



关键核心技术	应用具体产品	技术先进性及具体表征
高频隔离变换技术	固态变压器高频隔离变压器	1、选用低损磁心、耐高温绝缘材料，结合定制化绕组工艺，实现高频场景下温升与尺寸兼顾 2、通过有限元仿真，优化绝缘结构与爬电距离设计，满足高压高频工况下的绝缘强度与爬电距离要求，提升电气安全可靠性 3、产品体积小，重量轻，峰值效率达99.7%以上，适配紧凑布局的设备场景
SiC模块并联驱动及低杂散电感应用技术	固态变压器	1、采用动态电流均衡技术，实现高精度均流控制，器件均流性好 2、运用低杂散母排与电磁屏蔽工艺，显著抑制高频振荡，降低电磁干扰水平 3、采用优化关断缓冲策略，有效削弱关断电压尖峰，提升功率器件可靠性 4、依托自研功率引出结构与工艺，改善热分布，器件温升降低10%，延长使用寿命

来源：金盘科技公众号，国金证券研究所

来源：金盘科技公告，国金证券研究所

特锐德：20 余年的高压电力系统经验与 10 余年的电力电子技术积淀，推行国产化路线

公司将核心技术自主可控与供应链绝对安全置于战略首位，在固态变压器研发端推行全国产化路线，前瞻性布局并于 2024 年率先完成电源产品的国产 SiC 芯片替代。2025 年，依托旗下特来电与极海半导体的深度合作，成功联合开发并导入全国产 MCU 控制芯片。至此，公司电源产品正式实现 100%的国产化率，不仅确保了供应链的高度稳定与抗风险能力，更在核心器件端构筑了深厚的技术护城河。

公司扎实攻坚，成功实现了 110kV/220kV 高压直入、模块化预制舱与 SST 一体化解决方案的深度融合。公司坚持高品质产品策略，选择契合节点切入。目前 SST 项目正处于技术开发阶段，商用化路径明确：预计 2026 年完成首套面向数据中心的 110kV 整体解决方案商业化落地，2027 年实现全自研解决方案商业化转化，公司预计 2027 年正式推出 SST 1.0 产品并完成第三方认证。核心指标上，该产品将实现 110kV 及以上高压接入、800V 输出、98%以上能量转化效率。

4.2 上游零部件公司：功率器件、磁性元件、电容等受益标的梳理

可立克：高频变压器与电源磁件核心供应商，具备切入 SST 高频磁件的产业基础

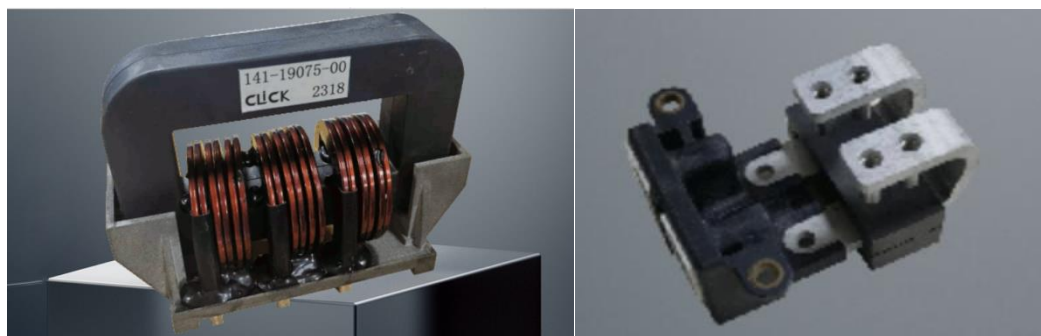
公司是国内电源磁性元件重要供应商，产品覆盖 AI 服务器电源、UPS 电源、数据中心高功率电源等场景，在高频变压器、电感及电源磁件设计制造方面积累较深。随着 AIDC 供电架构从服务器 PSU 向机柜级 DC/DC、HVDC 和 SST 演进，磁性器件的应用层级从单机电源内部进一步延伸至机柜级、模块级和园区级电力电子平台。公司 2024 年成功研发用于高算力和 AI 领域的 5.5kW/8.5kW 高功率密度磁性元件，以及数据中心 80-120kW 高效率版电源用磁性元件并实现批量生产，4.8kW/6.0kW 算力服务器电源用变压器、电感亦已实现大批量生产，具备承接 AI 电源高功率密度升级的产品基础。

公司在 SST 高频磁件领域已有前瞻布局，成功开发 10kV 电网用固态变压器中高频变压器系列产品，开关频率 20kHz-100kHz、输出功率 15kW-120kW，并正在研发 35kV 电网用固态变压器样机。相比传统工频变压器，SST 高频变压器对磁芯材料、绕组工艺、绝缘耐压、局部放电控制、散热结构和长期可靠性要求更高，供应商需要同时具备磁件设计、制造工艺和大客户认证能力。公司与阳光电源、台达、麦格米特、科华数据等电源及电力电子头部客户建立深度合作，2024 年磁性元件业务实现收入 38.99 亿元。



图表30：可立克 U 型三相共模电感

E 型磁芯滤波电感



来源：可立克官网，国金证券研究所

京泉华：服务器电源磁件布局较深，受益高频化、小型化磁性元件需求扩张

公司长期布局磁性元器件和电源类产品，在服务器、通信电源等高频电源场景具备一定积累，产品包括平板变压器、差共模贴片电感及平板型 POE4 合一磁性组件等。其中，平板变压器可应用于服务器和通信电源，电路开关频率覆盖 29kHz-130kHz；差共模贴片电感用于服务器电源差共模干扰抑制；平板型 POE4 合一磁性组件应用于服务器通信电源模块。随着 AIDC 电源向高频化、小型化和高功率密度方向升级，服务器 PSU、机柜级 DC/DC、HVDC/SST 模块及直流母线滤波等环节均会提高对高频磁性元件的性能要求，公司既有服务器电源磁件能力有望向更高功率层级延伸。

公司产品具备尺寸小、高度低、可定制化等特点，部分产品采用 PCB 电路板设计，适合高频化、小型化电源模块对结构空间和一致性的要求。2024 年公司磁性元器件业务实现收入 11.81 亿元，同比增长 22.24%，显示服务器及通信领域需求对公司业务形成拉动。公司境外销售占比提升至 29.4%，境外毛利率达 24.29%，显著高于境内水平，说明公司在海外高端客户及高附加值应用中具备一定竞争力。

图表31：京泉华平板变压器

图表32：京泉华磁性元器件



来源：京泉华 2025 年年度报告，国金证券研究所

来源：京泉华 2025 年年度报告，国金证券研究所

江海股份：铝电解、薄膜、超级电容一体化平台，受益 HVDC/SST 直流母线与瞬态缓冲需求

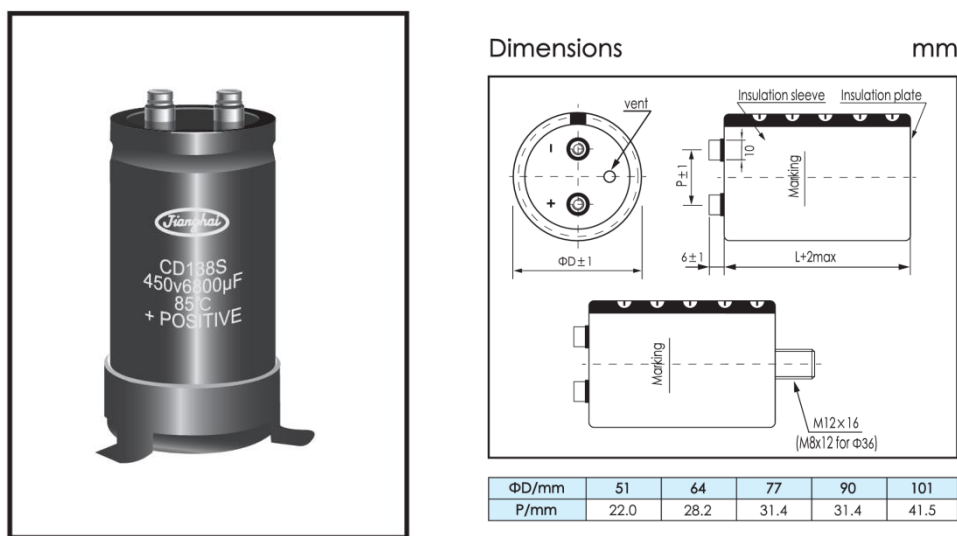
公司是国内少有的同时覆盖铝电解电容、薄膜电容、超级电容研发、制造和销售的平台型企业，产品可覆盖电源输入输出滤波、DC-Link、直流母线支撑、低频纹波吸收、瞬态功率补偿和储能接口等多个环节。在 AIDC 供电架构向 800VDC、HVDC 和 SST 演进后，直流母线电压等级提升、功率模块数量增加、GPU 负载脉冲特征增强，对电容的耐压等级、纹波电流能力、寿命、温升控制和瞬态响应提出更高要求。公司铝电解电容适合大容量滤波和母线支撑，薄膜电容适合 HVDC/SST 功率模块 DC-Link 和高频滤波，超级电容则有望在 AI 服务器电源、数据中心功率补偿和储能接口中承担短时高功率缓冲作用，产品矩阵与 AIDC 高压直流化趋势匹配度较高。

公司在 AI 服务器和数据中心相关应用中已有一定客户和产品验证基础。固态叠层高分子电容器(MLPC)已在多家战略客户通过认定，可应用于服务器中高功耗芯片供电滤波场景；超级电容器在 AI 服务器和数据中心功率补偿方面与国内外多个重点客户共同推进研发，并取得阶段性成效。公司与台达等电源龙头客户合作较深，超级电容产品亦已通过服务器



电源厂商进入海外 AI 龙头供应链体系。2024 年公司超级电容实现收入 2.31 亿元，同比增长 4.34%；2025 年上半年公司实现营收 26.94 亿元，同比增长 13.96%。

图表33: 江海股份螺栓式铝电解电容器-(10000h 特长寿命、高可靠性)



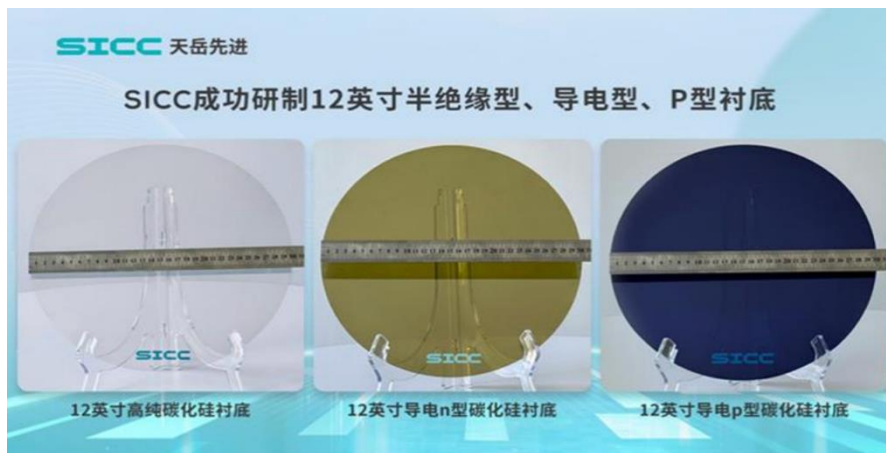
来源：江海股份官网，国金证券研究所

天岳先进：导电型 SiC 衬底龙头，受益 HVDC/SST 对高压 SiC 器件的底层材料需求

公司是全球导电型 SiC 衬底龙头，处于 HVDC/SST 功率器件产业链最上游，是高压 SiCMOSFET、SiC 二极管及功率模块的底层材料供应商。随着 AIDC 供电架构向 800VDC、HVDC 和 SST 演进，功率变换环节需要更高耐压、更低损耗、更高开关频率的 SiC 器件，而 SiC 器件放量最终会向上游拉动导电型 SiC 衬底需求。根据公司 2025 年年报及富士经济数据，2025 年公司在全球导电型 SiC 衬底市场份额达到 27.6%，位居全球第一，其中 8 英寸 SiC 衬底市场份额达到 51.3%，显示公司在大尺寸衬底量产和客户导入方面已具备全球领先地位。

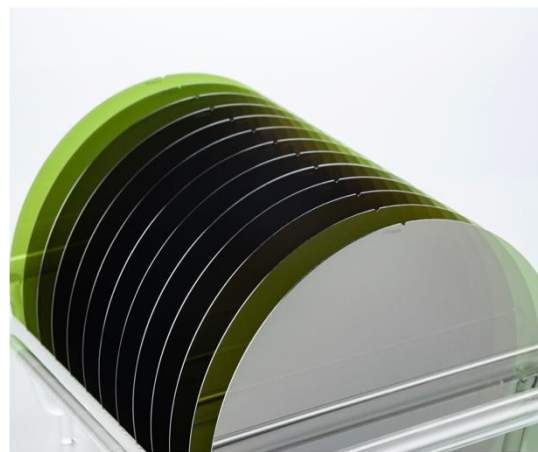
公司技术壁垒主要体现在大尺寸衬底、晶体生长、缺陷控制和规模化交付能力。公司 8 英寸导电型衬底已实现量产，并于 2024 年推出 12 英寸 SiC 衬底，后续 12 英寸产品矩阵持续完善，有望进一步提升单片晶圆可用面积和芯片产出效率，推动 SiC 器件成本下降。2025 年度公司碳化硅产品折合产量 69.04 万片，同比增长 68.31%，产能和交付能力持续提升。客户方面，公司已与全球头部功率半导体厂商建立合作关系，未来若 HVDC/SST 在 AIDC 场景中加速导入，1200V、1700V 及更高耐压等级 SiC 器件需求提升，有望进一步带动公司导电型 SiC 衬底出货增长。

图表 33: 12 英寸碳化硅衬底样品



来源：天岳先进官网，国金证券研究所

图表 34: 12 英寸 4H 导电型 SiC 单晶衬底



来源：天岳先进官网，国金证券研究所

良信股份：低压电器与智能配电基础深厚，受益 HVDC/SST 直流保护升级



公司是国内低压电器高端市场代表企业,产品覆盖框架断路器、塑壳断路器、微型断路器、接触器、隔离开关、智能断路器、智能配电柜及中压柜等,长期服务数据中心、智算中心、新能源、电力、工业及基础设施等场景。在 AIDC 供电架构向 800VDC、HVDC 和 SST 演进后,直流母线、储能接口、功率模块输出侧和机柜级配电环节对快速保护的需求显著提升,公司有望从传统低压配电元件向高压直流保护和智能配电方案延伸。

良信股份在数据中心领域已有较长项目积累,产品包含断路器、接触器、智能配电柜及中压柜等,可为算力中心提供一站式低压电器与配电解决方案。公司已布局混合式固态断路器相关专利,方案通常由机械开关、固态开关和能量吸收支路构成,有望在低导通损耗、快速分断和可靠隔离之间取得平衡。

5、投资建议：HVDC 先行、SST 终局，重视整机卡位与上游价值重估

我们认为, AIDC 供电架构正从传统低压交流配电向高压直流化、模块化和电力电子化方向演进。短期来看, HVDC 方案凭借成熟度高、导入难度相对可控、与现有数据中心架构兼容性较强,有望率先在 800VDC 架构升级中实现放量;中长期来看, SST 作为进一步减少转换级数、提升功率密度、释放机房空间并增强直流母线调节能力的潜在终极方案,有望成为 AIDC 电源系统持续演进的重要方向。随着海外云厂、GPU 厂商及头部电源厂商对 800VDC/SST 架构的持续验证,产业趋势的确定性有望进一步提升,建议围绕“HVDC 先行落地、SST 整机突破、上游核心零部件放量”三条主线布局。

第一, HVDC 方向建议关注具备数据中心电源基础、海外客户送样或小批量进展的公司。HVDC 更接近当前 800VDC 导入的过渡方案,产业化节奏或快于 SST,相关公司有望率先受益于云厂供电架构升级。建议关注**麦格米特、欧陆通、科士达、中恒电气**等具备服务器电源、数据中心电源、海外客户认证或高压直流电源产品基础的标的。

第二, SST 整机与系统方向建议关注具备中压电力电子、数据中心供电或示范项目积累的公司。SST 并非单一电源模块,而是涉及中压接入、高频电力电子变换、保护控制、绝缘可靠性、系统集成和工程交付的综合能力竞争。具备中压设备经验、柔性直流/电网侧电力电子能力、数据中心客户资源或示范项目先发优势的公司,未来更有望在 SST 商业化过程中占据有利位置。建议关注**阳光电源、麦格米特、四方股份、金盘科技、中国西电**等。

第三,上游核心零部件方向建议重点关注高确定性的价值量提升环节。SST 与 HVDC 升级将带动高频变压器、高可靠电容、SiC 器件及衬底、固态断路器等环节需求提升。其中,高频变压器是 SST 小型化和高频隔离的核心部件,电容受益于 800VDC 直流母线、DC-Link 和脉冲负载缓冲需求, SiC 受益于高压级联和高频开关需求,固态断路器则受益于高压直流保护难度提升。建议关注**可立克、京泉华、伊戈尔、江海股份、天岳先进、良信股份**等标的。

整体来看,当前 AIDC 电源升级仍处于产业趋势强化和客户验证加速阶段,市场对 SST 终局形态、HVDC 放量节奏及上游零部件价值量的认知仍在持续深化。我们认为,短期应重视 HVDC 订单和送样进展带来的业绩验证,中长期应重视 SST 作为终极方案对整机及核心零部件环节的产业重估机会。建议优先配置客户验证领先、技术壁垒清晰、产业链位置明确且估值弹性较高的标的。

6、风险提示

1. AIDC 资本开支不及预期风险

本报告核心逻辑建立在 AI 算力需求持续增长、云厂商持续加大 AIDC 基础设施投入的基础上。若后续大模型训练和推理需求增长放缓,或海外云厂资本开支节奏出现波动,可能导致 AIDC 建设进度低于预期,进而影响 800VDC、HVDC、SST 及相关上游零部件的需求释放节奏。

2. 800VDC/HVDC/SST 产业化进度不及预期风险

800VDC 架构、HVDC 方案和 SST 方案仍处于从技术验证向工程化导入推进的阶段,不同客户在供电架构、冗余方式、认证标准和运维体系上仍存在差异。若 800VDC 架构推广慢于预期,或 SST 在成本、效率、可靠性、散热、保护协调等方面的工程验证进度不及预期,相关产业链公司的订单兑现和业绩弹性可能低于预期。

3. 客户认证及订单放量不及预期风险

AIDC 电源系统对可靠性、安全性和持续运行能力要求较高,云厂商、服务器厂商及电源系统厂商通常需要较长周期进行样机测试、小批量验证和供应链认证。若相关公司客户认证进展慢于预期,或送样、小批量订单未能顺利转化为规模化订单,可能影响公司收入增长



节奏及市场预期兑现。

4. 技术路线变化及产品可靠性验证不及预期风险

AIDC 供电架构仍处于快速演进阶段，未来可能存在 HVDC、SST、中压 UPS、机柜级 DC/DC 等多种方案并行发展的情况。若最终主流技术路线与当前假设存在偏差，或相关产品在高压、高频、大功率、长寿命运行场景下的可靠性验证不及预期，可能导致部分公司技术储备、产能布局和客户导入节奏低于预期。

5. 行业竞争加剧及盈利能力下行风险

随着 AIDC 电源升级趋势逐步明确，电源整机厂、传统电气设备厂、光储充厂商及上游零部件企业均可能加速进入 HVDC/SST 产业链。若行业参与者快速增加，或客户推动多供应商竞争，可能导致产品价格下降、毛利率承压。同时，SiC 器件、高频磁件、电容、固态断路器等环节若出现供需波动或成本下降传导不及预期，也可能影响相关公司的盈利能力。



行业投资评级的说明：

买入：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 15%以上；

增持：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 5%—15%；

中性：预期未来 3—6 个月内该行业变动幅度相对大盘在 -5%—5%；

减持：预期未来 3—6 个月内该行业下跌幅度超过大盘在 5%以上。



特别声明：

国金证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告版权归“国金证券股份有限公司”（以下简称“国金证券”）所有，未经事先书面授权，任何机构和个人均不得以任何方式对本报告的任何部分制作任何形式的复制、转发、转载、引用、修改、仿制、刊发，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。经过书面授权的引用、刊发，需注明出处为“国金证券股份有限公司”，且不得对本报告进行任何有悖原意的删节和修改。

本报告的产生基于国金证券及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，但国金证券及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。本报告反映撰写研究人员的不同设想、见解及分析方法，故本报告所载观点可能与其他类似研究报告的观点及市场实际情况不一致，国金证券不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此有关的其他任何损失承担任何责任。且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，在不作事先通知的情况下，可能会随时调整，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与国金证券其它业务部门、单位或附属机构在制作类似的其他材料时所给出的意见不同或者相反。

本报告仅为参考之用，在任何地区均不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告提及的任何证券或金融工具均可能含有重大的风险，可能不易变卖以及不适合所有投资者。本报告所提及的证券或金融工具的价格、价值及收益可能会受汇率影响而波动。过往的业绩并不能代表未来的表现。

客户应当考虑到国金证券存在可能影响本报告客观性的利益冲突，而不应视本报告为作出投资决策的唯一因素。证券研究报告是用于服务具备专业知识的投资者和投资顾问的专业产品，使用时必须经专业人士进行解读。国金证券建议获取报告人员应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。报告本身、报告中的信息或所表达意见也不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议，国金证券不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。

在法律允许的情况下，国金证券的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。

本报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布该研究报告的人员。国金证券并不因收件人收到本报告而视其为国金证券的客户。本报告对于收件人而言属高度机密，只有符合条件的收件人才能使用。根据《证券期货投资者适当性管理办法》，国金证券股份有限公司客户中风险评级高于 C3 级（含 C3 级）的投资者使用；本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的建议或策略。对于本报告中提及的任何证券或金融工具，本报告的收件人须保持自身的独立判断。使用国金证券研究报告进行投资，遭受任何损失，国金证券不承担相关法律责任。

若国金证券以外的任何机构或个人发送本报告，则由该机构或个人为此发送行为承担全部责任。本报告不构成国金证券向发送本报告机构或个人的收件人提供投资建议，国金证券不为此承担任何责任。

此报告仅限于中国境内使用。国金证券版权所有，保留一切权利。

上海	北京	深圳
电话：021-80234211	电话：010-85950438	电话：0755-86695353
邮箱：researchsh@gjzq.com.cn	邮箱：researchbj@gjzq.com.cn	邮箱：researchsz@gjzq.com.cn
邮编：201204	邮编：100005	邮编：518000
地址：上海浦东新区芳甸路 1088 号 紫竹国际大厦 5 楼	地址：北京市东城区建国内大街 26 号 新闻大厦 8 层南侧	地址：深圳市福田区金田路 2028 号皇岗商务中心 18 楼 1806



【小程序】
国金证券研究服务



【公众号】
国金证券研究