

► **英伟达提出 800VDC 柜外解决方案，将中压整流器或 SST 作为终极方案。**英伟达在白皮书中首次将高压直流系统作为未来供电的参考方案，将中压整流器和固态变压器作为未来柜外电源的终极方案。主要还是因为大模型正经历从量变到质变的跨越式发展，算力需求持续攀升。英伟达的硬件技术路线朝着效率和速率的方向演进，高压直流系统可解决 GPU 算力与功率密度指数增长的问题，有效降低电力损耗。

► **中压整流器和 SST 相较于 UPS 方案和传统的 HVDC 方案效率更高。**中压整流器是一种将中压交流电（通常指 1kV 至 35kV 电压等级）直接转换为直流电的电力电子装置，核心功能是高效集成中压电网输入与直流输出。我们根据英伟达白皮书的描述，认为中压整流器即巴拿马电源。固态变压器是融合电力电子技术与高频变压器的新型电力变压器。巴拿马电源和固态变压器系统效率均能实现 98% 以上，占比面积减小，具有更高的性价比。

► **中压整流器起和 SST 星辰大海。**从市场商业化进展来看，国内外头部企业均在推动 HVDC 技术落地与生态构建。国内阿里从 2018 年开始招标，腾讯于 2025 年招标；国外 Meta 普罗米修斯计划可能在 2026 年，谷歌正在推动 $\pm 400V$ 标准化。供给端：海外台达和伊顿进展较快，国内中恒电气和科华数据进展较快。

► **产业链端的核心区别在于变压器。**整个产业链的中游是系统集成商，下游是 CSP 厂商或运营商。中压整流器的变压器柜内放置的是移相变压器；固态变压器的变压器柜内放的是高频变压器。

► **投资建议：**我们认为，英伟达首次提出柜外直流方案来解决机柜日益增长的功率密度问题，有效减少电力损耗。主要建议关注以下几个方向：1) 终端厂商率先受益，建议关注：中恒电气、科华数据、阳光电源；2) 变压器是核心变化，也最可能供给海外，建议关注：京泉华、伊戈尔、新特电气、金盘科技。3) 台达电源 PCB 供应商受益放量，建议关注：威尔高、中富电路；4) 建议关注柜内变化：新雷能；5) 服务器代工厂商：工业富联、华勤技术、联想集团。

► **风险提示：**AI 发展不及预期，HVDC 渗透不及预期，行业竞争加剧。

重点公司盈利预测、估值与评级

代码	简称	股价 (元)	EPS (元)			PE (倍)			评级
			2024A	2025E	2026E	2024A	2025E	2026E	
002364.SZ	中恒电气	22.90	0.19	0.35	0.53	55	67	43	/
002335.SZ	科华数据	54.53	0.68	1.26	1.87	42	43	29	/
301251.SZ	威尔高	54.80	0.41	1.34	2.04	84	41	27	/
300814.SZ	中富电路	65.98	0.22	0.30	0.67	150	235	106	/
0992.HK	联想集团	9.67	0.11	0.13	0.15	12	11	9	推荐

资料来源：ifind，民生证券研究院预测；

(注：股价为 2025 年 11 月 18 日收盘价，其中联想 EPS 单位为美元，汇率美元：港元=7.7736；未覆盖：司数据采用 ifind 一致预期)

推荐

维持评级



分析师 方竞

执业证书：S0100521120004

邮箱：fangjing@glms.com.cn

分析师 袁旭

执业证书：S0100525100001

邮箱：yuanda@glms.com.cn

相关研究

1. 存储行业深度报告：新周期，新机遇-2025/11/04
2. 电子行业动态：Scale up 助推交换芯片增长-2025/11/03
3. 电子行业点评：上游材料缺货，关注封装基板投资机遇-2025/10/28
4. 半导体行业专题：空白掩模版：光刻工艺核心原料，国产化亟待突破-2025/10/10
5. 电子行业点评：美或扩大限制范围，国产设备有望受益-2025/10/10

目录

1 功率和效率是核心矛盾	3
1.1 英伟达引领新产业方向	3
1.2 GPU 算力与功率密度指数增长	3
2 HVDC 是未来产业演进方向	5
2.1 英伟达白皮书推动 HVDC 向前发展	5
2.2 中压整流器	9
2.3 固态变压器	10
3 HVDC 供需测算	13
3.1 需求端：HVDC 星辰大海，国内云厂商开始招标	13
3.2 供给端：国内进展相对较快，海外台达、伊顿领先	13
3.3 产业链：变压器是核心变化点	18
4 投资建议	19
5 风险提示	20
插图目录	21
表格目录	21

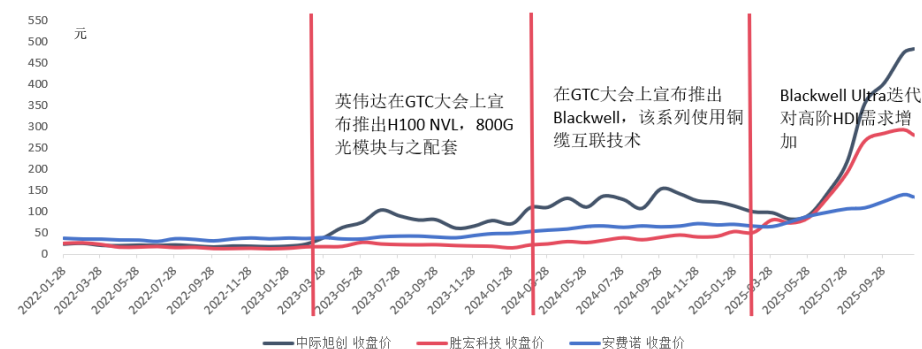
1 功率和效率是核心矛盾

1.1 英伟达引领新产业方向

大模型正经历从量变到质变的跨越式发展，算力需求持续攀升。以谷歌 Gemini 2.5 为例，其月度 Token 消耗量呈现指数级增长，2025 年 5 月的月均 Token 数已从 9.7 万亿激增至 480 万亿，同比增幅高达 50 倍。Token 的增长与算力硬件需求之间也不是线性关系，黄仁勋在 2025 GTC 大会上提出：Token 数增加 10 倍，所需的计算量轻松达到原来的 100 倍。我们认为，本质还是因为海外 AI 投资持续，用户需求高增。

英伟达的技术路线选择直接决定了硬件发展方向。2023 年 3 月 GTC 大会上，英伟达推出 H100 NVL，带动 800G 光模块需求高增；2024 年 3 月，其宣布推出 Blackwell 系列，采用铜缆互联技术，再次重塑行业标准；2025 年 3 月，Blackwell Ultra 的发布进一步推动高阶 HDI 需求增长。在这一过程中，中际旭创、胜宏科技、安费诺等硬件供应商股价也随之呈现出显著的增长趋势，反映出市场对英伟达引领的技术升级的认可。因此我们认为，本次英伟达提出的 800VDC 的方案也会进一步引领产业趋势。

图1：英伟达硬件股价趋势

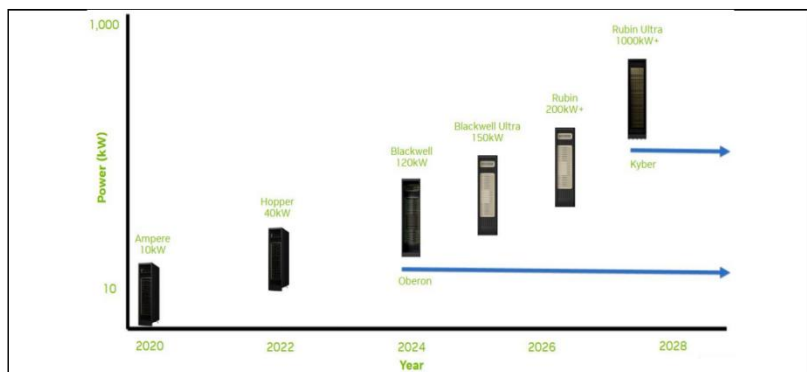


资料来源：ifind，民生证券研究院

1.2 GPU 算力与功率密度指数增长

单卡和机柜功率密度持续提升，对电力架构提出了新的要求。随着算力的提升，单卡功率也得到了大幅提升，以英伟达为例，芯片功率从 H100 的 700W 提升到 B300 的 1400W。国产卡和 Asic 的功耗也不断提升。同时机柜功率从 Ampere 的 10kW 提升到了 Rubin Ultra 的 1MW，机柜功率提升了 100 倍，AI 工厂同步负载波动对电网和供电系统形成强烈冲击。传统电力架构在效率、可扩展性 (scalability) 和稳定性方面已无法满足下一代 AI 基础设施的需求，电力设备升级成为行业必然趋势。

图2: NVIDIAGPU 机柜功率变化进程



资料来源: 英伟达《800VDC Architecture for Next-Generation AI Infrastructure》, 民生证券研究院

表1: 单卡功耗提升进程

	型号	发布时间	功耗 (W)	芯片类型
NVIDIA	H100	2022	700	推理+训练
	B200	2024	1000	推理+训练
	B300	2025	1400	推理+训练
华为昇腾	910b	2023	310	推理+训练
	910c	2025	310-350	推理+训练

资料来源: CSDN, 面包板, 可鉴智库公众号, 民生证券研究院

采用 800VDC 架构成为关键解决方案。该架构通过更高电压降低电流, 同截面铜线传输功率较 415VAC 提升 57%; 同时减少转换阶段, 既降低资本支出 (CAPEX) 和运营支出 (OPEX), 又适配 SiC/GaN 等新型功率器件, 可支撑 1MW 以上单机架密度, 为 AI 基础设施电力系统提供高效、经济且具扩展性的解决方案。可有效解决 GPU 功率密度激增、同步负载波动冲击和效率有成本瓶颈等问题。

- 1) GPU 功率密度激增挑战。传统 415/480VAC 架构的电缆、连接器因载流和空间限制完全失效, 无法适配当前 GPU 的功率需求。
- 2) 同步负载波动冲击。未缓解的波动会引发电网电压/频率偏差, 甚至导致并网审批延误, 严重影响供电稳定性与 AI 工厂的运营。
- 3) 效率与成本瓶颈。在成本与效率层面形成明显瓶颈, 难以支撑 AI 基础设施的长期发展。

表2：机柜功率密度提升带来的挑战

问题	描述
GPU功率密度激增挑战	GPU机架功率密度较传统web服务器提升近100倍。NV Link技术的发展使单机架GPU数量从32个扩展到72个，功率密度从“代际20%增量”跃升至2倍、4倍甚至8倍。传统415/480V AC架构的电缆、连接器因载流和空间限制完全失效，无法适配当前GPU的功率需求。
同步负载波动冲击	AI工作负载（如LLM）具有同步特性，导致机架功率在30%（空闲状态）到100%（峰值状态）间呈毫秒级波动。若不对电力系统进行升级，未缓解的波动会引发电网电压/频率偏差，甚至导致并网审批延误，严重影响供电稳定性与AI工厂的运营。
效率与成本瓶颈	传统AC架构存在多重转换环节（如AC→DC→低压DC），不仅损耗大，且电缆体积庞大。在成本与效率层面形成明显瓶颈，难以支撑AI基础设施的长期发展

资料来源：英伟达《800VDC Architecture for Next-Generation AI Infrastructure》，民生证券研究院

2 HVDC 是未来产业演进方向

2.1 英伟达白皮书推动 HVDC 向前发展

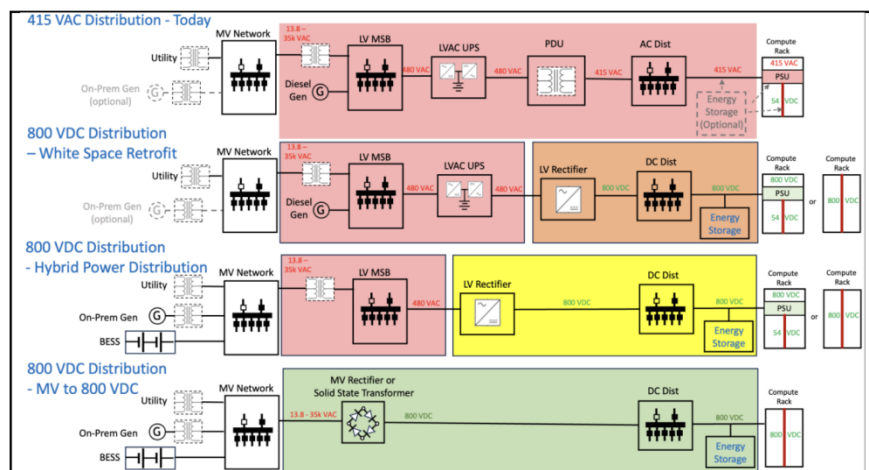
英伟达首次在白皮书中将中压整流器和固态变压器作为未来的供电方案参考，推动行业从传统电力架构向更高效、更适配 AI 算力需求的高压直流配电架构迈进。目前主要是 UPS 方案，白色空间改造方案是过渡方案，混合电力是一种可行的方案，最终的方案是 800VDC 的配电方案，800VDC 分为中压整流器和固态变压器方案。根据中压整流器的特征，我们认为其同国内的巴拿马电源在结构上是一致的，应用也符合英伟达白皮书上所提出的“相对成熟”，因此我们使用巴拿马电源的特征进行分析。

(1)过渡方案——白色空间改造方案：将 AC/DC 转换模块部署在机架外侧，额外增设专用 800VDC 电源架，该电源架集成整流器和配电单元，可在现有基础设施空间条件下，实现电力架构向高压直流的初步过渡，兼顾改造可行性与供电性能提升。

(2)可行方案——混合电力方案：从低压 AC 电力系统中直接获取并转换为 800VDC，通过公共 DC 母线进行整流操作。此方案在电力转换效率与系统兼容性之间取得平衡，为行业提供了具备可实施性的中期电力架构优化路径。

(3)未来方案——800VDC 配电方案：采用中压整流器或固态变压器 (SST)，直接从中压电力系统转换到 800VDC。该方案代表了电源技术的前沿方向，可大幅简化电力转换环节，提升整体供电效率与系统集成度。

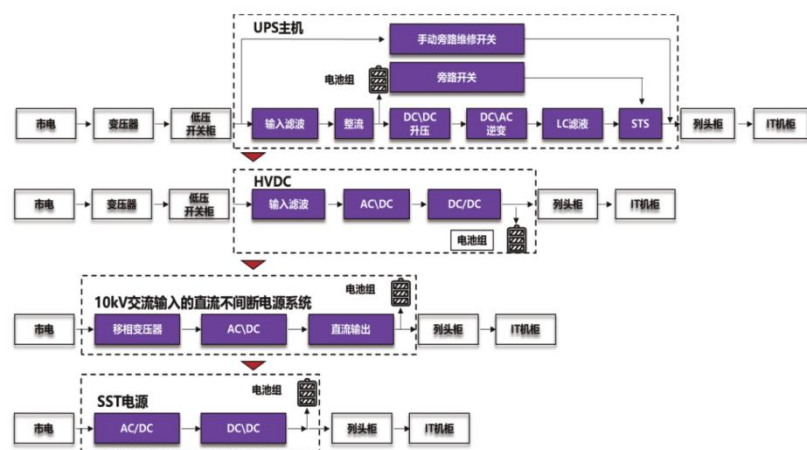
图3：数据中心电源架构



资料来源：英伟达《800VDC Architecture for Next-Generation AI Infrastructure》，民生证券研究院

国内也将 800VDC 作为未来数据中心的供电方案。在 2025 年 8 月，中讯邮电、中数智慧发布的《数据中心 800V 直流供电技术白皮书 1.0》中，提到了几种供电模式与英伟达在其白皮书中提到的供电技术路线基本相同。也是将中压整流器和 SST 作为未来的供电方式。

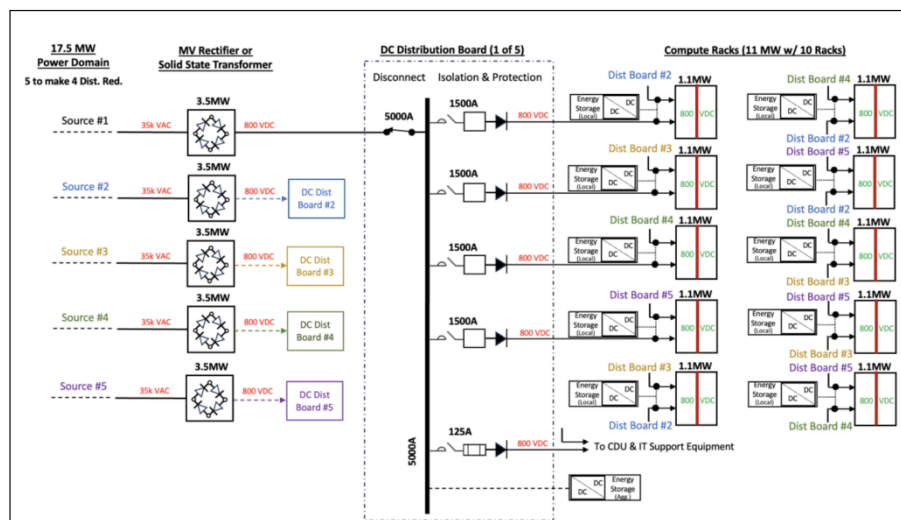
图4：不同数据中心供电模式



资料来源：中讯邮电、中数智慧《数据中心 800V 直流供电技术白皮书 1.0》，民生证券研究院

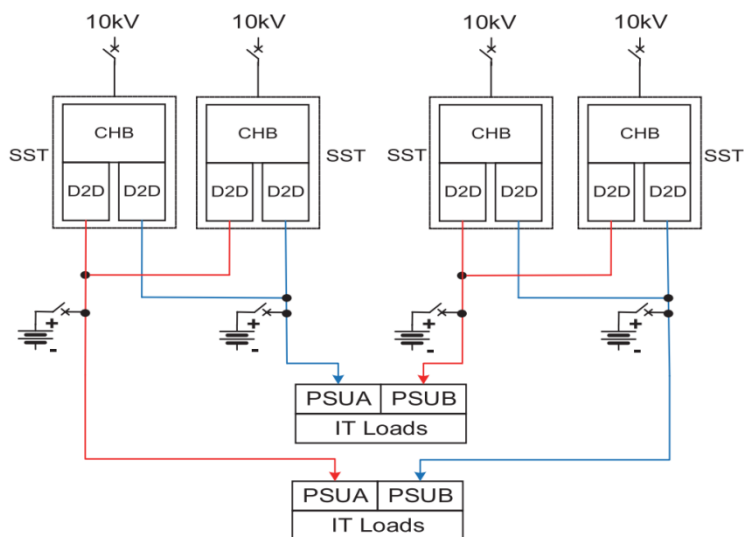
英伟达白皮书里 5:4 的图是二代示意，现在 4 个机柜用 5 路供，类似 N+1（几路备一路），有转换切换模块，可减少设备投资成本。电源常用的架构是 2N 架构，即 4 路电源对应 2 个机柜。

图5：数据中心电源 N+1 冗余架构



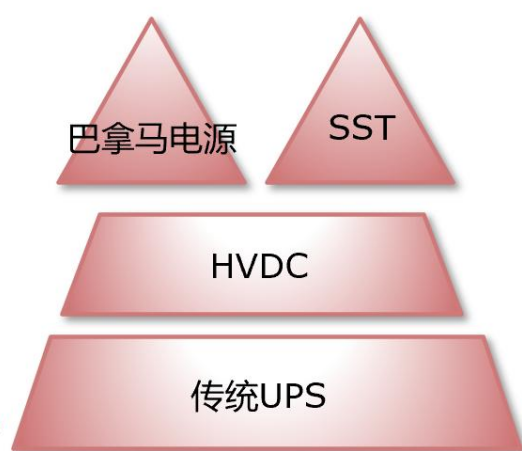
资料来源：英伟达《800VDC Architecture for Next-Generation AI Infrastructure》，民生证券研究院

图6：数据中心电源 2N 冗余架构



资料来源：中讯邮电、中数智慧《数据中心 800V 直流供电技术白皮书 1.0》，民生证券研究院

数据中心电源系统正从传统 UPS 向高压直流 (HVDC)、巴拿马电源及固态变压器 (SST) 的技术跃迁。巴拿马电源和固态变压器系统效率实现显著提升，占比面积减小，具有更高的性价比。但是目前巴拿马电源处于应用的中期，固态变压器尚处于研究期。

图7：电源结构演进示意图


资料来源：民生证券研究院绘制

HVDC、巴拿马电源和 SST 因为减少了转换环节，而大幅提升了效率，同时高度集成化减少了占地面积，总体性价比优于 UPS 方案。

(1) 传统 UPS 作为数据中心多年的主力供电方案，系统效率通常仅在 90%-94% 左右，且存在较多潜在故障点。其采用 AC-DC-AC 的三次转换，损耗高。在物理空间上，传统 UPS 占地面积大，且铜用量高，无法适配 AI 时代的高密度算力需求。

(2) HVDC 技术取消了传统 UPS 的逆变环节，转换环节减少使系统效率提升至 95%-96%，同时简化了系统结构，模块化设计大幅减少设备数量，现场安装和接线工作量显著降低。

(3) 巴拿马电源可视为 HVDC 的“高度集成版”，通过更优的集成设计，效率进一步提升至 96%-98%，占地面积可减少 30%以上。

(4) SST 技术既保留巴拿马电源的优势，又在效率、体积，重量等方面弥补了巴拿马电源的不足，系统效率提升至 98.5%，结合了电力电子技术与传统变压器技术，主要特征为“硅进铜退”。

表3：数据中心电源演变对比

电源类型	UPS	HVDC	巴拿马电源	SST
系统效率	92%	93%	97.5%	98.5%
占地面积 (相对比)	100%	97%	70%	<50%
转换环节	AC-DC-AC	AC-DC	AC-DC	AC-DC(直转)
技术成熟度	非常成熟	成熟	应用中期	研究期

资料来源：张文丽等《数据中心巴拿马电源系统架构应用研究》，中讯邮电、中数智慧《数据中心 800V 直流供电技术白皮书 1.0》，民生证券研究院

2.2 中压整流器

中压整流器是一种将中压交流电（通常指 1kV 至 35kV 电压等级）直接转换为直流电的电力电子装置，核心功能是高效集成中压电网输入与直流输出，广泛应用于高压直流（HVDC）系统、数据中心供电及新能源基础设施，通过减少转换环节提升能源效率（可达 98% 以上）。其内部架构由降压变压器、整流模块、滤波单元及保护装置组成。

中压直供电源 2.0 系统采用直接由工频三相 10kV 交流输入的设计，经中压配电后进入多绕组的移相变压器，降压形成多组三相电压进入整流柜，接入相互隔离的 AC/DC 模块，并整流成高压直流，最终为 IT 负载提供电力支持。该系统通过一体化的中压直供架构，省去了传统低压配电环节的多重转换损耗，在数据中心等 IT 负载集中场景中体现出显著的能效与空间优势。

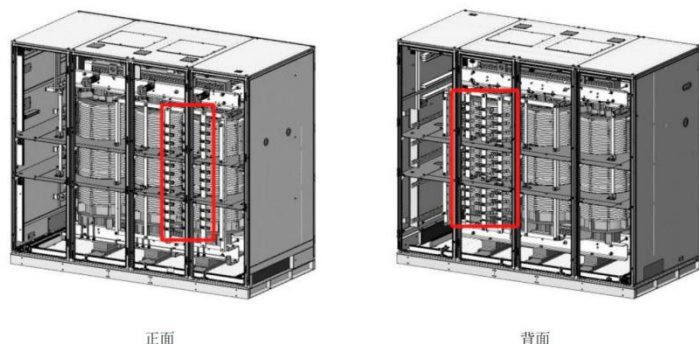
图8：巴拿马电源示意图



资料来源：ODCC《巴拿马电源技术白皮书》，民生证券研究院

移相变压器是巴拿马电源中的核心器件。移相变压器是根据电磁感应原理制成的一种特殊变压器，它主要用于实现电压的相位移动。当移相变压器的初级绕组接通交流电源时，会在绕组内流过交变电流并产生磁势。这个磁势在闭合铁芯中产生交变磁通，而初、次级绕组则切割这个磁力线，从而在次级绕组中感应出与初级相同频率的交流电。通过调整移相绕组的联结方式和匝数比，可以改变输出电压与输入电压之间的相位差，实现相位的移动。移相变压器的主要作用是满足大功率整流设备对多脉波数的需求。在整流过程中，为了减小谐波含量、提高功率因数并改善电网的电能质量，通常采用多脉波整流技术。而移相变压器正是实现这一技术的关键设备之一。

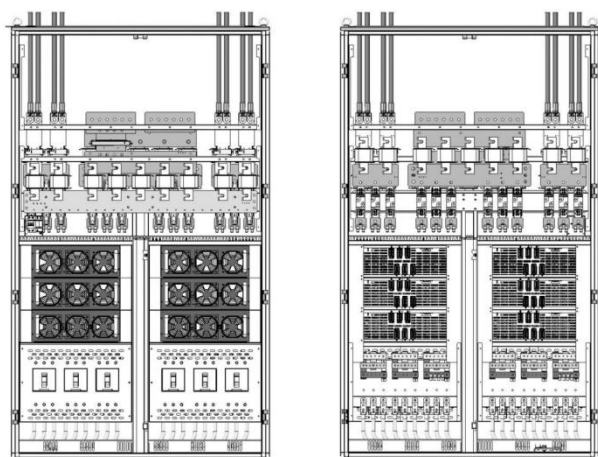
图9：移相变压器示意图



资料来源：ODCC《数据中心全直流 Catcher 电力产品白皮书》，民生证券研究院

整流模块将交流电转换成悬浮直流输出，且任何一极均不得接地。每个模块额定功率 125kW，可根据工程需要灵活配置模块的数量以构成不同容量的系统。

图10：整流器示意图



资料来源：ODCC《数据中心全直流 Catcher 电力产品白皮书》，民生证券研究院

2.3 固态变压器

固态变压器（Solid State Transformer，简称 SST，也被称为电力电子变压器（Power Electronic Transformer，PET））是融合电力电子技术与高频变压器的新型电力变压器，以全控型功率半导体器件（如 SiC）和高频变压器替代传统铁芯铜线变压器，实现能量转换与隔离，具备体积小、质量轻、环境友好等优势，是数据中心、新能源系统、充电桩等领域的关键设备。

其采用高频化设计，功率密度可达传统变压器的 4 倍以上，系统效率有望突破 98%；且在工厂已完成内部集成与测试，体积仅为同容量工频变压器的 1/5-1/3，

可使数据中心供电系统占地面积减少 40%，综合建设成本降低 30%。预计该设备将于 2027 年底或 2028 年初在高端数据中心和超充桩领域启动批量应用，作为电力变压器领域的一次原理级革命，未来将在多场景电力需求中发挥核心支撑作用。固态变压器可以直配光储。

图11：SST 供电系统示意图

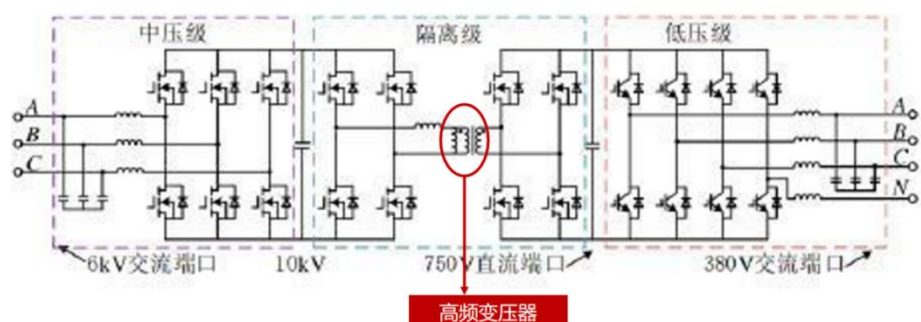


资料来源：中讯邮电、中数智慧《数据中心 800V 直流供电技术白皮书 1.0》，民生证券研究院

固态变压器由中压级、隔离级和低压级构成。

- 1) 中压级主要为了整流和控制电网质量。接收来自电网的工频交流电（如 10kVAC），然后通过一个由全控型功率开关器件（如绝缘栅双极型晶体管（IGBT 或更先进的碳化硅（SiC）（MOSFET）构成的整流电路，将其转化为直流电。
- 2) 隔离级前一环节输出的直流电，在此处被逆变为高频交流电（频率可达 kHz 甚至 MHz 级别）。进行电气隔离，能量经过高频变压器耦合后，会再次被整流为直流。
- 3) 低压级负责将隔离级送来的直流电，根据负载需求，最终转换成所需的电能形式。如果需要给交流负载（如数据中心内的空调系统）供电，就通过逆变器转换成正弦波工频交流电。如果面向的是直流负载（如大部分 IT 服务器主板），则直接输出直流，或通过 DC/DC 变换器进行精确的降压/稳压。

图12：固态变压器拓扑结构示意图



资料来源：张文杰等《基于固态变压器的交直流混合配电系统协调运行控制策略》，民生证券研究院

固态变压器相较于其他几种供电方式而言使用了更多的功率元器件。碳化硅(SiC)、氮化镓(GaN)是具有部分离子性的共价键化合物半导体材料,在物理特性上,属于宽禁带半导体材料,即为国内常说的第三代半导体材料。第三代半导体的禁带宽度是第一代(Si、Ge)和第二代半导体(GaAs 等)禁带宽度的近 3 倍。SiC 和 GaN 材料更大的禁带宽度和更高的临界场强使得基于这两种材料制作的功率半导体具有高耐压、低导通电阻、寄生参数小等特点。应用于电源领域中,具有损耗小,工作频率高,可靠性高等优势,可大大提升电源效率、功率密度和可靠性等性能。

3 HVDC 供需测算

3.1 需求端：HVDC 星辰大海，国内云厂商开始招标

从市场商业化进展来看，国内外头部企业均在推动 HVDC 技术落地与生态构建。国内方面，腾讯于 2025 年启动弹性直流一体柜招标；阿里巴巴早在 2018 年、2021 年分别推进高压直流及列头柜设备、巴拿马电源框架项目；中国电信 2025 年开展浙江公司中压直供电源采购项目，金额 578 万元，国内云厂商与运营商的布局凸显 HVDC 在本土数据中心的商业化落地加速。海外市场，Meta 规划 2026 年投运 1GW 级 AI 数据中心“普罗米修斯”，作为其人工智能基础设施大规模扩张的重要部分；谷歌在 2025 年 OCP EMEA 峰会上联合 Meta、微软及 OCP 社区启动“魔鬼山项目”推动 $\pm 400V$ DC 标准化，并推广分体式电源机架架构，高效适配高功率密度需求，全球头部企业的技术协同与竞争，正加速 AIDC 供电架构的迭代进程。

表4：HVDC 产业进展

厂商	进展
腾讯	2025年腾讯招标弹性直流一体柜
阿里巴巴	2021年阿里巴巴数据中心2021年巴拿马电源框架项目采购 2018年阿里巴巴数据中心项目高压直流及列头柜设备
中国电信	2025年中国电信浙江公司中压直供电源采购项目金额：578万
Meta	普罗米修斯(Prometheus)：计划于2026年投运的1GW级AI数据中心，被视为人工智能基础设施大规模扩张的重要部分
Google	在2025年OCP EMEA峰会上，谷歌联合Meta、微软及OCP社区启动“魔鬼山项目(Mt.DiabloProject)”，推动 $\pm 400V$ DC的标准化进程，这种分体式电源机架将电源组件与计算设备分离，能够更高效地支持未来更高的功率密度。

资料来源：中国储能网，电力招标网，Digital Watch Observatory，OCP 官方文档，Storage Review，中恒电气，民生证券研究院

3.2 供给端：国内进展相对较快，海外台达、伊顿领先

海外台达和伊顿进展较快，国内中恒电气和科华数据进展较快。台达电子进度相对领先，在 2025 年中国工博会上发布了固态变压器，作为新一代电力电子核心技术，荣获“CIIF 工业自动化奖”；伊顿在 2025 年 10 月推出新一代 800V 直流电力架构，该设计支持英伟达构建 800V 高压直流的新型 AI 数据中心。维谛技术于 2025 年 5 月 19 日宣布与英伟达 (NVIDIA) 战略协同，计划 2026 年下半年正式推出其 800VDC 电源产品系列，该系列发布时间将早于 NVIDIA Kyber 和 NVIDIA Rubin Ultra 平台的发布节点；中恒电气参与了 2018 年阿里巴巴数据中心高压直流及列头柜设备项目（金额 3 亿元）、2021 年阿里巴巴数据中心巴拿马电源框架采购项目（金额 8 亿元）以及中国电信浙江公司中亚直供电源采购项目；科华数据在 2025 年加大 HVDC、SST 等关键核心新技术的研发力度及新产品应

用，且与腾讯联合开发的直流一体柜已交付 1000 台。

表5：HVDC 产业进展

厂商	进展
台达电子	进度相对领先，在2025年中国工博会上发布了固态变压器，作为新一代电力电子核心技术，荣获“CIIF工业自动化奖”
维谛技术	2025年5月19日宣布了与英伟达（NVIDIA）战略协同。计划于2026年下半年正式推出其800VDC电源产品系列，该产品系列的发布时间将早于NVIDIA Kyber和NVIDIA Rubin Ultra平台的发布节点。
伊顿	伊顿在2025年10月推出新一代800V直流电力架构，该设计支持英伟达构建800V高压直流的新型AI数据中心
中恒电气	2018年阿里巴巴数据中心项目高压直流及列头柜设备 金额：3亿元 2021年阿里巴巴数据中心2021年巴拿马电源框架项目采购 金额：8亿元 中国电信浙江公司中亚直供电源采购项目
科华数据	2025年科华加大关键核心技术（HVDC、SST等等）的研发力度及新产品应用 和腾讯联合开发的直流一体柜交付1000台

资料来源：中恒电气公告，科华数据公众号，科华数据公告，中国电信阳光采购网，台达官网，施耐德官网，伊顿官网，民生证券研究院

台达高压直流方案构建了涵盖 HVP 系列高压直流电源、HIP 高集成交流电力模块系统、10kV 中压直供电源、新一代 10kV 供电系统（SST）的产品矩阵。该方案以极致高效（系统效率达 98%，单柜功率最高 960kW，节省占地 60%）、极致可用（模块化设计、冗余控制、无单点失效）、快速交付（标准化预制+现场拼装）、高管理灵活性（全彩触屏+能耗分析、交直流双输出、兼容风光储新能源及多类型电池）为核心优势。其中，新一代 DP-SST 系列 SST 产品功率覆盖 840-3360kVA，系统效率 $\geq 98\%$ ，采用模块化冗余设计，支持线上下进线自由组合，适配大型数据中心与工厂供电场景，为高压直流供电领域提供高效可靠的技术解决方案。

图13：台达高压直流方案



资料来源：台达官网，民生证券研究院

图14：台达 SST 方案

新一代10kV供电系统-SST

10kV/200Vdc~1000Vdc 840~3360kVA

DPSST系列 840-3360kVA极致高效、安全可靠、灵活组合、预制化设计。单系统采用N+3冗余，实现N+X架构，可靠性更高，简化供电架构、实现更高效率、更快部署、更灵活的供配电方案。内部采用预制化设计，柜体之间采用母排连接，减少了桥架等安装成本，输入功率因数0.99和输入电流谐波 iTHD<3%，满足供电电网要求。整机效率高达98%以上，实现更低的总拥有成本。是针对各种大型数据中心和制造工厂关键电源备份的最佳供配电解决方案。



资料来源：台达官网，民生证券研究院

伊顿高压直流方案构建了涵盖 800VDC 核心供电系统、高压直流保护装置、2MW SST 样机、预制舱式直流微网系统的产品矩阵。该方案凭借高效（800VDC 减少转换损耗，SST 效率达 98.3%）、适配（HVDC 适配英伟达 AI 算力设备，SST 适配 10kV 电网标准等优势，覆盖数据中心、新能源基建等多场景需求。其中，800VHVDC 电力系统是伊顿与英伟达合作的标杆产品，支持从电网到芯片的电力适配；2MW SST 样机采用高频变压器技术，适配 10 千伏电网，伊顿近日宣布已完成对 Resilient Power Systems 公司的收购，该公司专注于 SST 技术，这有利于 SST 技术在数据中心、储能等高增长市场的全球规模化应用；配套的高压直流保护装置覆盖 2A-4000A 电流范围；预制舱式直流微网系统整合光储充资源，整站损耗≤5%。该方案为高压直流与固态变压器应用领域提供了高效可靠的技术解决方案。

图15：伊顿智能直流耦合光储充微电网解决方案



资料来源：伊顿官网，民生证券研究院

图16：伊顿 MVSST 数据中心应用场景实例



资料来源：伊顿公众号，民生证券研究院

中恒电气高压直流方案以 **Panama 电力模组** 为核心，集成 10kV 配电、变压器、不间断电源等单元，创新融合电路与磁路，优化数据中心供配电链路，提升电能转化效率、降低用电能耗，极简融合智能锂电与新能源，安全可靠性能高。方案采用预制化部署、模块化扩容模式，大幅减少现场工程量、缩短配电建设周期，相比原有方案占地面积减少 50%，单套系统支持 2.4M WIT 负载供电，适配新一代智算中心对电源基础设施产品化、快速部署、超高效的高标准要求。**该方案已在阿里巴巴杭州余杭、内蒙古乌兰察布、江苏南通等多地数据中心落地应用，在大型 IDC 供电场景中表现突出。**

图17：中恒电气高压直流方案成功案例



资料来源：中恒电气官网，民生证券研究院

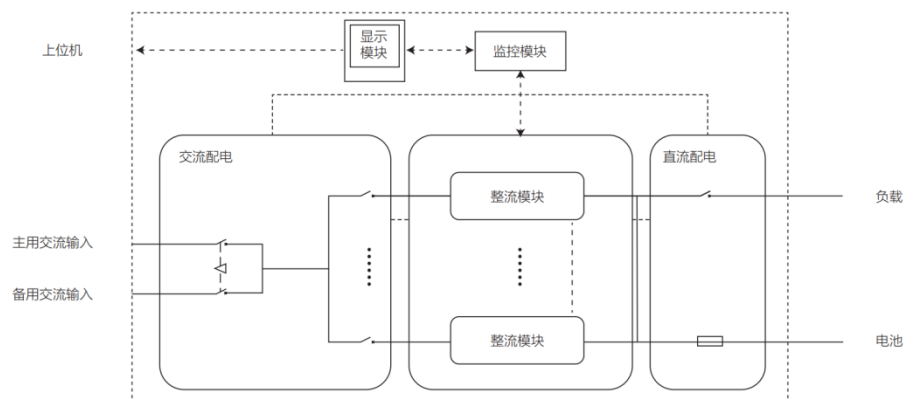
图18：中恒电气产品矩阵



资料来源：中恒电气官网，民生证券研究院

科华数据自主开发 ZL 系列高压直流电源系统。该系统主要由交流配电、直流配电、整流模块、监控模块和显示模块等组成，产品采用模块化设计、全数字化控制技术，具备自动休眠和电池的智能化管理功能，包括 240V、336V 两种电压制式，为客户提供高可靠电源保障。2025 年，科华与腾讯联合开发的弹性直流一体柜 1000 台交付，并对“弹性直流一体柜 2.0 联合开发”举行启动仪式。科华在 2025 年中报中提到“加大关键核心新技术（HVDC、SST 等等）的研发力度及新产品应用”。

图19：科华数据直流方案系统原理图

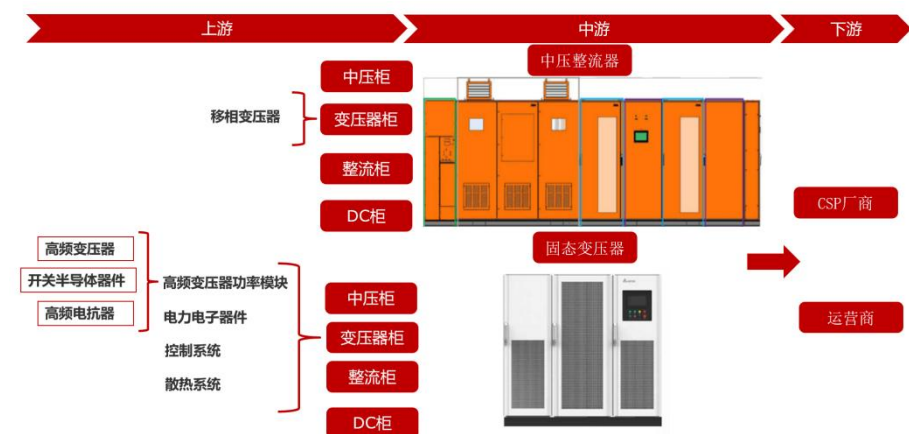


资料来源：科华数据官网，民生证券研究院

3.3 产业链：变压器是核心变化点

中压整流器和固态变压器在总体结构上是相似的，包括中压柜、变压器柜、整流柜和 DC 柜等构成。整个产业链的中游是系统集成商，下游是 CSP 厂商或者运营商。中压整流器和固态变压器的核心区别在于变压器柜部分。中压整流器的变压器柜内放置的是移相变压器；固态变压器的变压器柜内放的是高频变压器。

图20：产业链构成



资料来源：ODCC《巴拿马电源技术白皮书》，台达官网，民生证券研究院

4 投资建议

我们认为，英伟达首次提出柜外直流方案，为解决机柜功率密度与电力损耗问题提供了新路径。这一高效解决方案正获得全球业界的广泛关注，形成明确的产业趋势。供给端，国内产业链发展迅速；海外市场亦在积极跟进，以谷歌为代表的云服务巨头（如其积极推进的“Prometheus”计划所代表的对高效基础设施的探索方向）也在大力布局直流技术。我们看好该赛道未来的发展，建议关注以下方向：

1) 终端厂商率先受益，建议关注：中恒电气、科华数据、阳光电源；2) 变压器是核心变化，也最可能供给海外，建议关注：京泉华、伊戈尔、新特电气、金盘科技。3) 台达电源 PCB 供应商受益放量，建议关注：威尔高、中富电路；4) 建议关注柜内变化：新雷能；5) 服务器代工厂商：工业富联、华勤技术、联想集团。

表 6：建议关注个股

代码	简称	股价 (元)	EPS (元)			PE (倍)			评级
			2024A	2025E	2026E	2024A	2025E	2026E	
002364.SZ	中恒电气	22.90	0.19	0.35	0.53	55	67	43	/
002335.SZ	科华数据	54.53	0.68	1.26	1.87	42	43	29	/
301251.SZ	威尔高	54.80	0.41	1.34	2.04	84	41	27	/
300814.SZ	中富电路	65.98	0.22	0.30	0.67	150	235	106	/
0992.HK	联想集团	9.67	0.11	0.13	0.15	12	11	9	推荐

资料来源：ifind，民生证券研究院预测；

（注：股价为 2025 年 11 月 18 日收盘价，其中联想 EPS 单位为美元，汇率美元：港元=7.7736；未覆盖公司数据采用 ifind 一致预期）

5 风险提示

1) AI 发展不及预期。若 AI 发展减缓，云厂商资本开支不及预期，AI 训练及推理需求增速或将显著放缓，影响算力及电源总需求。

2) HVDC 渗透不及预期。若芯片代际升级带来功耗提高不明显，可能导致 HVDC 渗透率不及预期。

3) 行业竞争加剧。当前头部厂商具备客户资源及技术壁垒，若后续新进供应商数量明显增加，或低价抢份额，将导致行业竞争加剧，影响业内公司利润。

插图目录

图 1: 英伟达硬件股价趋势	3
图 2: NVIDIA GPU 机柜功率变化进程	4
图 3: 数据中心电源架构	6
图 4: 不同数据中心供电模式	6
图 5: 数据中心电源 N+1 冗余架构	7
图 6: 数据中心电源 2N 冗余架构	7
图 7: 电源结构演进示意图	8
图 8: 巴拿马电源示意图	9
图 9: 移相变压器示意图	10
图 10: 整流器示意图	10
图 11: SST 供电系统示意图	11
图 12: 固态变压器拓扑结构示意图	11
图 13: 台达高压直流方案	14
图 14: 台达 SST 方案	15
图 15: 伊顿智能直流耦合光储充微电网解决方案	15
图 16: 伊顿 MVSSST 数据中心应用场景实例	16
图 17: 中恒电气高压直流方案成功案例	16
图 18: 中恒电气产品矩阵	17
图 19: 科华数据直流方案系统原理图	17
图 20: 产业链构成	18

表格目录

重点公司盈利预测、估值与评级	1
表 1: 单卡功耗提升进程	4
表 2: 机柜功率密度提升带来的挑战	5
表 3: 数据中心电源演变对比	8
表 4: HVDC 产业进展	13
表 5: HVDC 产业进展	14
表 6: 建议关注个股	19

分析师承诺

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并登记为注册分析师，基于认真审慎的工作态度、专业严谨的研究方法与分析逻辑得出研究结论，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。本报告清晰准确地反映了研究人员的研究观点，结论不受任何第三方的授意、影响，研究人员不曾因、不因、也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

评级说明

投资建议评级标准	评级	说明
以报告发布日后的 12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的涨跌幅为基准。其中：A 股以沪深 300 指数为基准；新三板以三板成指或三板做市指数为基准；港股以恒生指数为基准；美股以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。	推荐	相对基准指数涨幅 15%以上
	谨慎推荐	相对基准指数涨幅 5% ~ 15%之间
	中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
	回避	相对基准指数跌幅 5%以上
公司评级	推荐	相对基准指数涨幅 5%以上
	中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
	回避	相对基准指数跌幅 5%以上
行业评级	推荐	相对基准指数涨幅 5%以上
	中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
	回避	相对基准指数跌幅 5%以上

免责声明

民生证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。

本报告仅供本公司境内客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告仅为参考之用，并不构成对客户的投资建议，不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告所包含的观点及建议并未考虑获取本报告的机构及个人的具体投资目的、财务状况、特殊状况、目标或需要，客户应当充分考虑自身特定状况，进行独立评估，并应同时考量自身的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见，不应单纯依靠本报告所载的内容而取代自身的独立判断。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容而导致的任何可能的损失负任何责任。

本报告是基于已公开信息撰写，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，且预测方法及结果存在一定程度局限性。在不同时期，本公司可发出与本报告所刊载的意见、预测不一致的报告，但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问、咨询服务等相关服务，本公司的员工可能担任本报告所提及的公司的董事。客户应充分考虑可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一参考依据。

若本公司以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构的客户应联系该机构以交易本报告提及的证券或要求获悉更详细的信息。本报告不构成本公司向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议。本公司不会因任何机构或个人从其他机构获得本报告而将其视为本公司客户。

本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、转载、发表、篡改或引用。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为本公司的商标、服务标识及标记。本公司版权所有并保留一切权利。

民生证券研究院：

上海：上海市虹口区杨树浦路 188 号星立方大厦 7 层；200082

北京：北京市东城区建国门内大街 28 号民生金融中心 A 座 18 层；100005

深圳：深圳市福田区中心四路 1 号嘉里建设广场 1 座 10 层 01 室；518048