



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

海外大厂引领高压直流革命，800V 产业化进程有望加速——AIDC

系列深度（三）

投资逻辑：

AI 算力需求激增正引发数据中心供电效率的革命性变革。根据 Gartner 预测，2027 年全球 AIDC 年新增耗电量将达 500TWh，较 2024 年几乎翻倍；Statista 数据进一步显示，2030 年数据中心用电量将占全球总量的 4.5%。然而，电力基础设施扩容滞后与短期电力短缺风险，倒逼数据中心通过技术升级挖掘能效潜力。

第三代 HVDC 架构崭露头角。目前数据中心供电架构已从第一代传统 UPS 架构（单机柜 10-15kW），演进至第二代 48V 架构（单机柜 40-100kW 以上），第三代±400V/800V 高压直流（HVDC）架构开始崭露头角，其通过“电源解耦+高压直连”突破传统能效瓶颈，支持单机柜 600kW 以上功率密度。这一变革的核心在于解决高功率密度下散热、铜耗与空间占用的矛盾，实现“一次交流转换，直流全程传输”的高效路径。

海外：机架电源→边柜电源→HVDC 的三阶跃迁路径。海外巨头主导的 HVDC 演进呈现三阶跃迁路径：短期从机柜内电源转向独立边柜电源，如微软、Meta 方案将电源机架独立，释放 IT 空间并提升功率弹性，同时 PSU 从 5.5kW 升级至 12kW，功率密度进一步提升；中期电源输出电压从 50V 升级至±400V/800V，可满足 MW 级机柜需求，谷歌、微软、Meta 等更倾向于选择±400V 方案，英伟达联合上游供应商前瞻性布局 800V，更具颠覆性；远期通过固态变压器实现电网级直流微电网集成，可与风光储氢等新能源直连，成为数据中心级 HVDC 的终极解决方案。

国内：以 240V HVDC 为基础渐进升级。国内 HVDC 概念源于通信行业的-48V 直流供电系统，随着数据中心规模扩张，传统交流配电在效率和扩展性上的局限性推动行业向更高电压等级直流系统转型。国内主流选择 240V 直流方案，因其兼容现有 220V 交流设备，且安全性更优。2019 年阿里联合台达、中恒电气推出“巴拿马电源”，集成 10kV 配电、变压器及直流输出单元，系统效率达 97.5%，大幅简化供电链路并减少占地。为适配 AI 算力需求，国内厂商的 HVDC 电源也逐步兼容更高电压等级，百度推出的“瀚海”电源系统可支持 240V、750V 直流输出，实现单机柜供电能力 100kW+。

AC/DC 电源：单位价值量有望增加。随着 AI 机架功耗持续提升，机架内 AC/DC 电源（PSU）的输出功率将率先从 5.5kW 升级至 12kW，更高功率密度意味着更高的进入门槛和技术溢价，预计电源的单瓦价格有望进一步提升。在 HVDC 架构下，AC/DC 转换环节从机架内转移至专属电源柜，将交流输入直接转换为±400V 或 800V 直流电，参考电动汽车充电桩的电压升级逻辑进行类比，我们预计在 800V 架构下 AC/DC 电源的单位价值量有望增加。

DC/DC 电源：新增 800V→50V 外置电源需求。在 HVDC 升级初期，由于存量服务器普遍仅支持 48-50V 输入，供电架构需额外增加 DC/DC 电源模块作为过渡方案，将 800V 高压直流降压至 50V 直流。未来支持高压直流原生服务器推出后，预计服务器主板将直接集成 800V 输入接口与高压 DC/DC 电路，无需外置变压器或中间转换设备，从而实现主板级高压直连。

投资建议与估值

建议关注受益于单位价值量提升的 AC/DC 电源环节、以及未来有望凭借技术平台和客户资源优势切入 HVDC 和 DC/DC 赛道的电源厂商（具体标的详见正文）。

风险提示

全球数据中心扩张进度不及预期、中美科技领域政策恶化、市场竞争加剧、技术迭代风险。



内容目录

1、算力需求爆发催生供电效率革命，HVDC 开启能效跃升新纪元	4
1.1 算力需求爆发催生供电效率改革，第三代 HVDC 架构崭露头角	4
1.2 微软等海外大厂布局 $\pm 400\text{V}$ HVDC，英伟达加码 800V HVDC	5
2、AIDC 供电架构的高压直流演进路径	7
2.1 海外：机架电源 $\rightarrow$ 边柜电源 $\rightarrow$ HVDC 的三阶跃迁路径	7
2.2 国内：目前高压直流仍以 240V 为主，逐步兼容更高电压等级	12
3、头部供应商 800V HVDC 新品频出，HVDC 产业进程有望加速	13
3.1 台达电子：实现 800V 高压直流全系列产品覆盖	13
3.2 中恒电气：国内 HVDC 核心供应商，最新发布 800V 整流模块	14
3.3 科华数据：头部互联网企业核心供应商，新推出 800V HVDC 电源模块	15
3.4 欧陆通：AI 算力需求爆发，高功率密度 PSU 有望受益	16
3.5 禾望电气：大功率电力电子平台，具备 HVDC 技术协同优势	16
4、投资建议	16
5、风险提示	17

图表目录

图表 1： 预计 2027 年 AIDC 年新增耗电量 500TWh	4
图表 2： 2030 年 AI 将推动数据中心用电量占比达到 4.5%	4
图表 3： 第一代数据中心电源架构单机柜典型功率支撑能力为 10-15kW	4
图表 4： 第二代数据中心电源架构单机柜典型功率支撑能力为 40-100kW 以上	5
图表 5： 第三代数据中心电源架构采用 HVDC 供电架构，可支持高达 600kW 以上机柜	5
图表 6： 微软 Mt Diablo 400V HVDC 方案采用分离式设计，将电源从服务器机架独立出来	6
图表 7： 谷歌 $\pm 400\text{Vdc}$ 供电架构过渡期采用 Sidecar 方案，终极目标是实现数据中心级 HVDC	6
图表 8： Meta 高功率机架电源解决方案三大演进阶段	6
图表 9： 预计 2027 年英伟达 AI 服务器供电系统将升级为 800V HVDC 架构	7
图表 10： 英伟达 800V HVDC 供电架构	7
图表 11： 台达展示的 AI 数据中心 HVDC 供电架构实现路径	8
图表 12： 一组电源架（Power Shelf）由 6 个 PSU 组成	8
图表 13： 为了解决机柜空间不足的问题，下一代电源将从服务器机柜独立出来	9
图表 14： 400V、 $\pm 400\text{V}$ 和 800V HVDC 方案优缺点对比	9
图表 15： Google 推出 $\pm 400\text{V}$ 电源架构取代传统的 48V 系统	10
图表 16： 固态变压器替代传统变压器实现中低压变换，并可集成光伏、储能等直流电源	10



图表 17: 固态变压器与传统变压器对比	11
图表 18: 固态变压器的拓扑结构	11
图表 19: 2023 年西电电力电子为东数西算项目供应三台 2.4MW 数据中心固态变压器	12
图表 20: 巴拿马电源集成了 10kVac 配电、隔离变压、模块化直流电源和输出配电单元等环节	13
图表 21: 百度“瀚海”电源系统可支持 270V、750V 直流输出	13
图表 22: 台达 AI 数据中心 800V HVDC 解决方案	14
图表 23: 中恒电气 HVDC-巴拿马电源系统通过模块化、集成化设计可节省占地面积 50%	14
图表 24: 中恒电气最新发布 60KW~125KW、800V 大功率整流模块	15
图表 25: 科华数据 270VDC/336VDC/800VDC 电源模块转换效率高达 97.5%	15
图表 26: 2024 年公司推出符合 OCP 0Rv3 规范的机架式电源解决方案	16
图表 27: 禾望电气风电变流器电压等级高达 950V/1140V	16
图表 28: 目前机架电源方案输出为 50V 直流	17
图表 29: 预计未来服务器将支持高压直流输入	17
图表 30: 主要推荐标的盈利预测及估值（截至 2025 年 7 月 4 日）	17

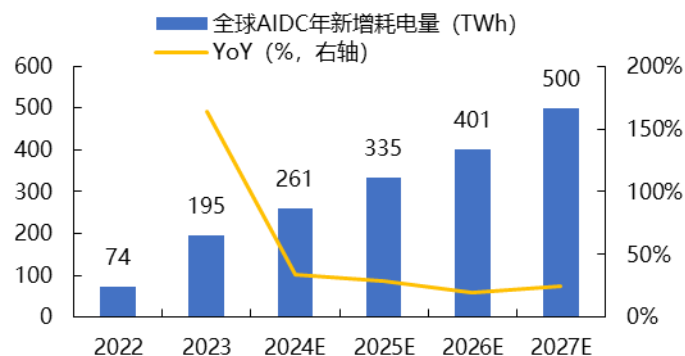


1、算力需求爆发催生供电效率革命，HVDC 开启能效跃升新纪元

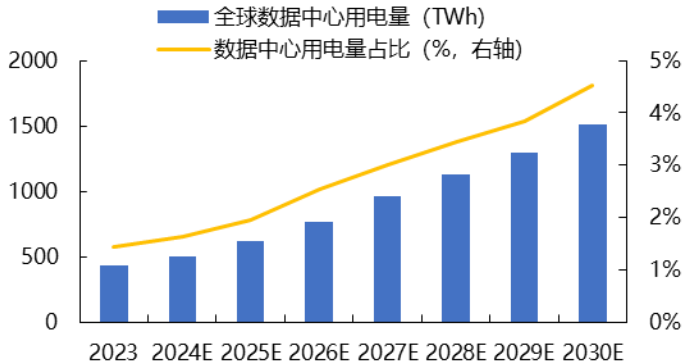
1.1 算力需求爆发催生供电效率改革，第三代 HVDC 架构崭露头角

AIDC 耗电量激增，高效用电至关重要。AI 和生成式 AI 推动电力需求快速增长，根据 Gartner 预测，2027 年全球 AIDC 年新增耗电量将达到 500TWh，较 2024 年几乎翻倍。另据 Statista 预测，AIDC 的建设运营将推动全球数据中心用电由 2023 年的 430TWh（占全球用电量的 1.4%）提升至 2030 年的 1510TWh（占全球用电量的 4.5%）。但由于新的输电、配电和发电能力可能需要数年时间才能上线，短期电力短缺风险倒逼数据中心必须在现有供电能力下挖掘能效潜力。

图表1：预计 2027 年 AIDC 年新增耗电量 500TWh



图表2：2030 年 AI 将推动数据中心用电量占比达到 4.5%



来源：Gartner，国金证券研究所

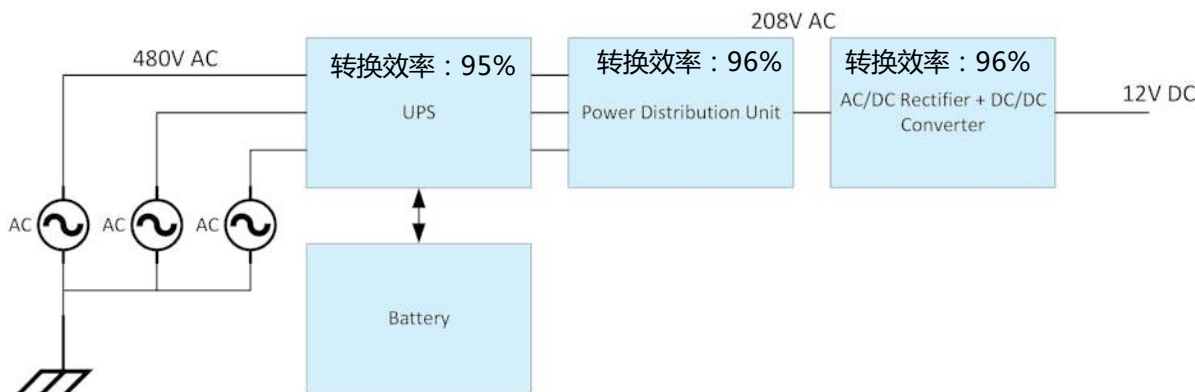
来源：Statista，国金证券研究所

实际上，面对能效压力，数据中心供电架构已历经两代升级，目前处于第二代至第三代的过渡阶段。

第一代电源架构：传统 UPS 供电架构

三相 480V 交流电输入数据中心后，首先接入不间断电源（UPS）系统。UPS 不仅提供电池备份功能，还为服务器机架输出稳定的交流电压。在机架内部，该交流会经过整流（AC/DC）降压处理，转换为服务器所需的低压直流电，并通过冗余电源模块分配给每个计算单元。这套架构作为数据中心供电的行业标准已运行数十年，目前仍有大量系统采用此方案，其单机柜典型功率支撑能力为 10-15kW。

图表3：第一代数据中心电源架构单机柜典型功率支撑能力为 10-15kW



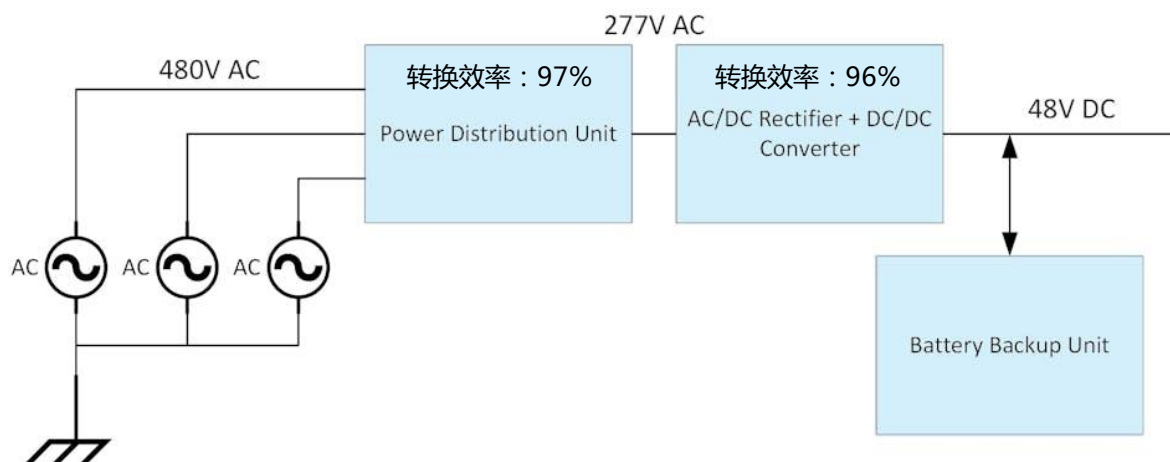
来源：ElectronicDesign, TI, CPES，国金证券研究所

第二代电源架构：OCP 48V 供电架构，效率提升 5%

大约十年前，大型云数据中心的兴起导致服务器功率水平提升，进而催生了“第二代”架构。这个新系统与第一代的不同之处在于服务器电源的输出电压从 12V 提升至 48V，同时电源被整合到电源柜中，也称为“开放式机架”（open rack）电源，电池备份单元（BBU）也被整合到机架中。所有这些改进使得系统转换效率提高了 5% 左右，第二代架构单机柜典型功率支撑能力为 40-100kW 以上。



图表4：第二代数据中心电源架构单机柜典型功率支撑能力为 40-100kW 以上



来源：ElectronicDesign, TI, CPES, 国金证券研究所

第三代电源架构：±400V 或 800V HVDC，同时解决效率、散热、铜排、功率密度等问题

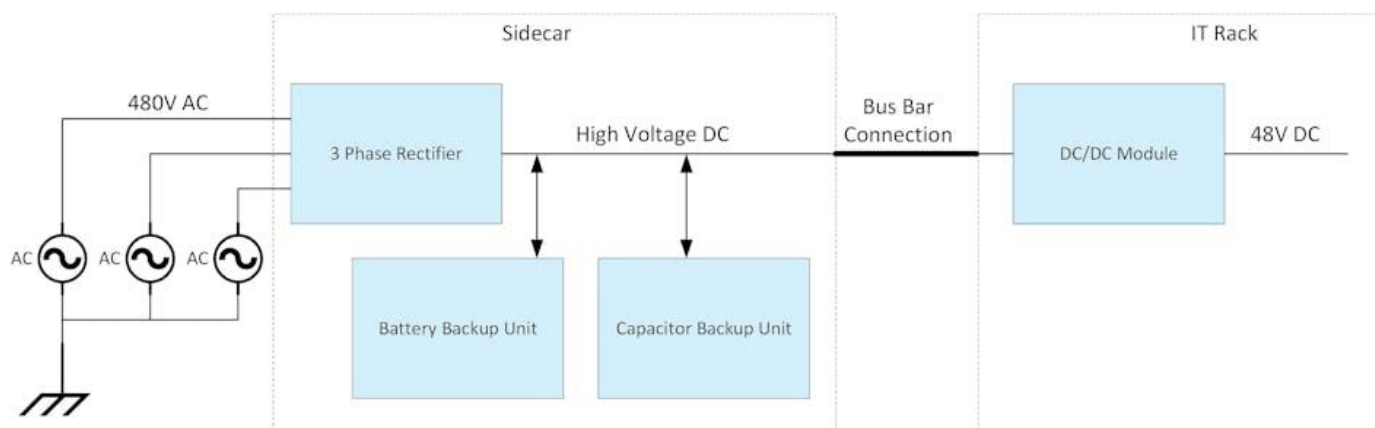
随着高功耗 AI 芯片大规模部署，第二代数据中心供电架构正逼近其物理极限。未来 AIDC 的单机架功率需求将攀升至 600kW-1MW 量级，这对供电系统提出了前所未有的挑战。

算力密度与供电效率的根本矛盾：AI 工作负载需要海量并行计算，迫使 GPU、CPU 及网络交换机之间的物理距离必须大幅缩短以降低通信延迟。这种紧凑布局导致传统机柜内无法容纳庞大的电源设备——笨重的电源模块不仅挤占宝贵的算力空间，更因散热限制制约整体功率提升。

“边柜”（sidecar）架构应运而生：通过将电源供应单元（PSU）、电池备份单元（BBU）等关键供电组件从 IT 机柜中剥离，整合至独立的专用机柜。该独立电源柜通过低阻抗铜排（busbar）直连服务器机柜，实现能量高效传输。这种物理分离既释放了 IT 机柜空间以部署更多 GPU，又规避了大电流传输导致的铜排与散热瓶颈。

电压由 48V 升级至 ±400V 或 800V HVDC：传统 48V 系统承载 1MW 功率需超 18kA 电流，而第三代架构采用 ±400V 或 800V 高压直流（HVDC）方案，母线电流大幅降低，可减少铜材用量，提升转换效率。

图表5：第三代数据中心电源架构采用 HVDC 供电架构，可支持高达 600kW 以上机柜



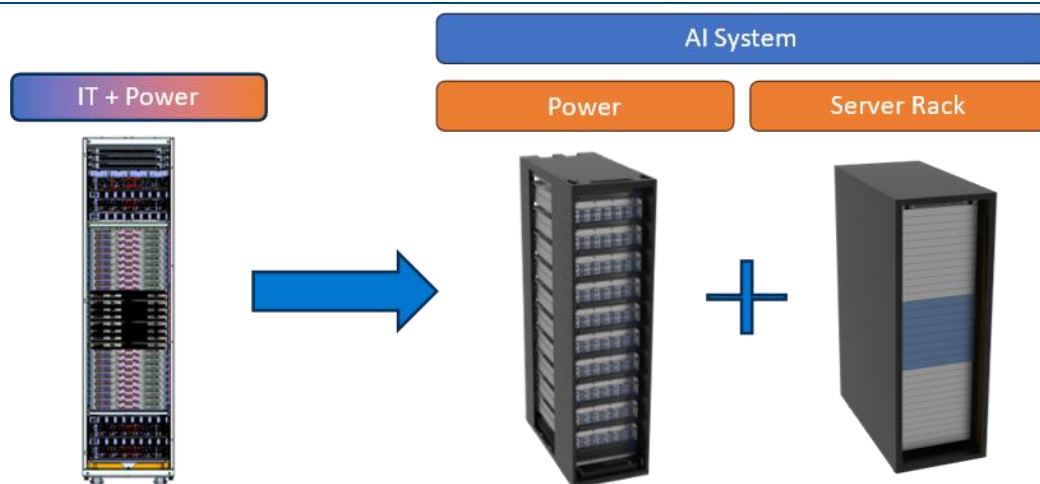
来源：ElectronicDesign, TI, 国金证券研究所

1.2 微软等海外大厂布局±400V HVDC，英伟达加码 800V HVDC

2024 年 10 月微软 Azure 发布“Mt Diablo”分离式电源架构，将电源机架从服务器机架中独立出来，服务器机架专注部署 AI 加速器（GPU/ASIC）和高速网络交换机，电源机架集成 AC/DC 及电池存储等功能。目前第一批分离式电源机架仍沿用 48V 直流供电，但未来将采用 400V HVDC 以提高效率。



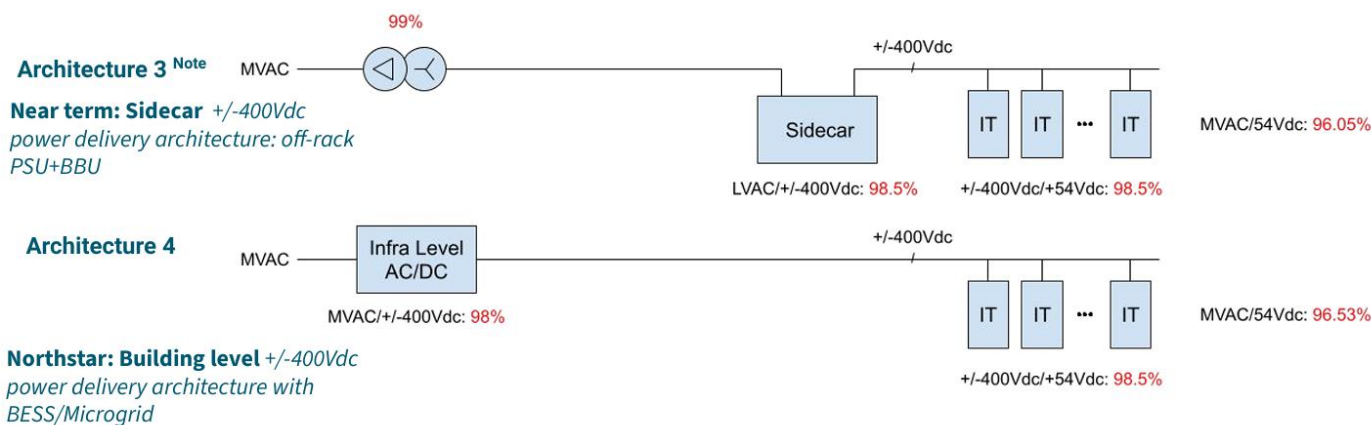
图表6: 微软 Mt Diablo 400V HVDC 方案采用分离式设计, 将电源从服务器机架独立出来



来源: Microsoft, 国金证券研究所

谷歌在 OCP (Open Compute Project) 2024 大会上介绍了应用于 AIDC 的 $\pm 400\text{Vdc}$ 供电架构, 其过渡期采用专用电源柜 (Sidecar) 方案, 终极目标是将 $\pm 400\text{Vdc}$ 与电池备份整合至数据中心基础设施, 与微网、储能等结合, 实现能效最大化 ($>96.5\%$) 和计算密度跃升。

图表7: 谷歌 $\pm 400\text{Vdc}$ 供电架构过渡期采用 Sidecar 方案, 终极目标是实现数据中心级 HVDC



来源: Google, 国金证券研究所

2025 年 4 月 Meta 在 OCP 人工智能/机器学习物理基础设施研讨会上介绍了下一代高功率机架 (HPR Next) 的电源解决方案, 该方案分为三个逐步演进的技术阶段, HRP V2 将现有机架内 PSU 从 5.5kW 升级至 12kW; HRP V3 将电源移出 IT 机架, 采用 50Vdc 集中供电, 并通过汇流排连接相邻 IT 机架; HRP V4 采用 $\pm 400\text{Vdc}$ 高压直流、高度集成的独立电源机架, 通过电缆连接 IT 机架, 可为高达 800kW-1MW 以上的机架供电。

图表8: Meta 高功率机架电源解决方案三大演进阶段

	HRP V2	HRP V3	HRP V4
架构特点	机架内集成电源	电源与 IT 机架分离	高压直流集中供电
机架功率	93.5-190kW	250kW	800kW-MW 级别
配电方式	50Vdc	50Vdc	$\pm 400\text{Vdc}$
电源位置	位于 IT 机架内部	独立电源柜, 与 IT 机架并排放置	独立高压电源柜, 通过电缆连接 IT 机架
其他特点	PSU 功率从 5.5kW 升级至 12kW	将 PSU、BBU、PCS 放置在专用电源机架内	将 PSU、BBU、PCS 放置在专用电源机架内
	增加超级电容应对瞬时功率波动	专用电源机架通过水平汇流排向相邻的 IT 机架输电	HVDC 降低传输损耗、提高功率密度

来源: Meta, 国金证券研究所



2025 年 5 月英伟达宣布推出 800V HVDC 数据中心电力架构。该架构通过 800V 高压直流供电，可支持功率超过 1MW 的 IT 机架，有效解决了传统 54V 架构面临的扩容瓶颈、铜排需求激增及能效低下等问题。根据规划，800V HVDC 数据中心的全面量产将于 2027 年启动，与英伟达 Kyber 机架系统同步落地。

图表9：预计 2027 年英伟达 AI 服务器供电系统将升级为 800V HVDC 架构

时间	2022-2023	2024	2025	2026	2027	2028
电源架构	Power shelf	Power shelf	Power shelf	Power shelf/ sidecar	HVDC sidecar	MW 级 SST
AC/DC	400V/50V	400V/50V	400V/50V	400V/50V	400V/800V	400V/800V
GPU	Hopper	Blackwell	Blackwell Ultra	Vera Rubin	Rubin Ultra	Feynman
	GH100/200	GB200				
服务器架构	—	Oberon	Oberon	Oberon	Kyber	—
机架配置	NVL36	NVL72	NVL72	NVL144	NVL576	—
机架功率	36kW	125-130kW	135-140kW	250-300kW	600kW	1MW 左右
电源模块功率	3.3kW (x6)	5.5kW (x6)	5.5-12kW (x6)	12kW (x6)	—	—

来源：英伟达、台达，国金证券研究所

英伟达 800V HVDC 架构不再将目光局限于机架或模块层面，而是以全栈系统视角构建 800V 高压直流配电链。通过使用工业级整流器在数据中心周边将 13.8kV 交流电网电力直接转换为 800V HVDC，显著减少了带有风扇的 PSU 的数量，可提高系统可靠性、降低散热并提高能源效率；随后通过两根导线直达设备排与 IT 机架，实现“交流一次转换，直流全程传输”的高度简化电力流动路径。

图表10：英伟达 800V HVDC 供电架构



来源：Nvidia，国金证券研究所

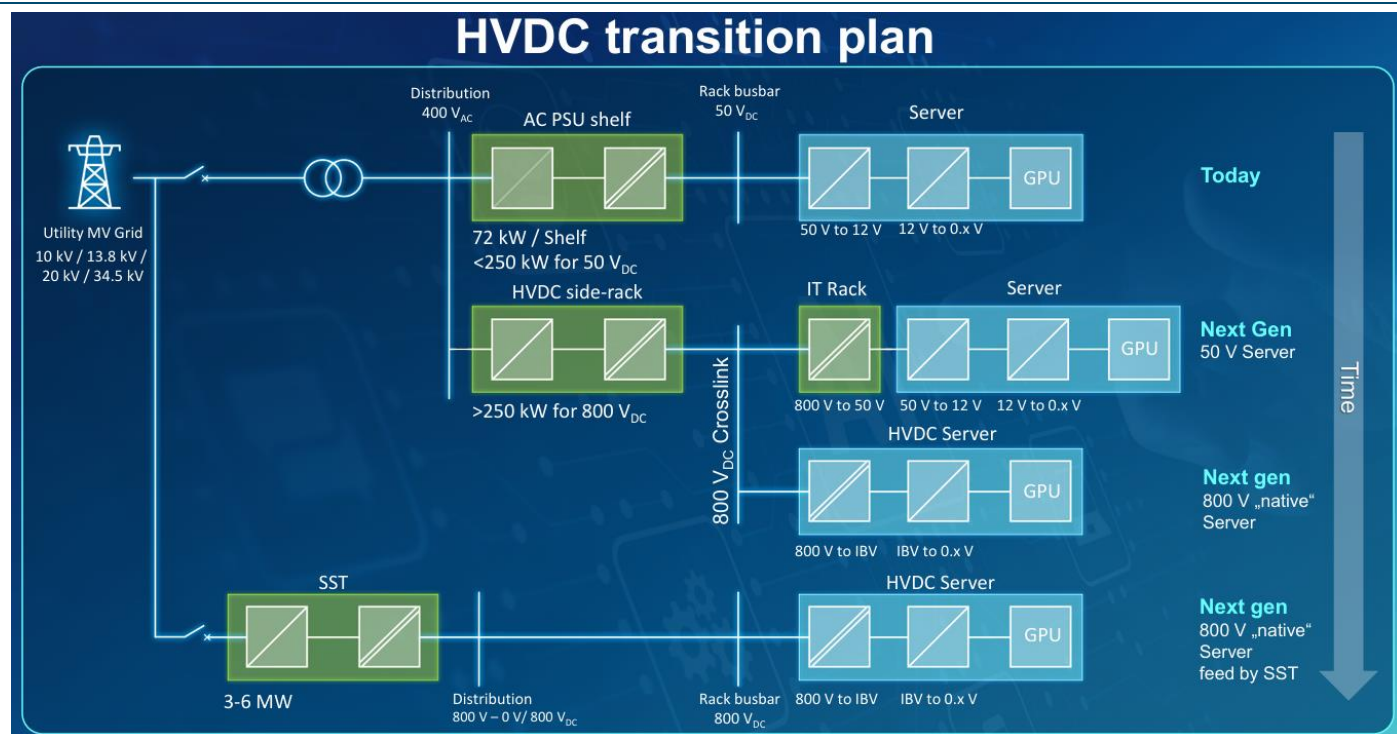
2、AIDC 供电架构的高压直流演进路径

2.1 海外：机架电源→边柜电源→HVDC 的三阶跃迁路径

结合海外大厂及电源供应商提供的数据中心供电架构路线图，我们预计 800V HVDC 供电架构的升级可能需要持续数年、分阶段来实现：短期先从服务器机柜内电源过渡到独立电源柜；中期独立电源柜输出电压从 50Vdc 提升到 800Vdc；远期实现数据中心基础设施级的 800V HVDC 直供。



图表11：台达展示的 AI 数据中心 HVDC 供电架构实现路径



来源：Delta，国金证券研究所

短期：从机柜电源到独立电源柜，PSU 从 5.5kW 到 12kW

近年来, AI 数据中心的供电架构呈现双轨并行的升级趋势:一方面, 机架内电源模块 (PSU) 正向更高功率密度演进; 另一方面, 独立的边柜电源 (Sidecar) 方案受到大厂青睐。这两种路径并非取代关系, 而是根据客户对功率上限、扩展性及成本的不同需求并存发展。

在机架内电源方案中, PSU 功率正经历从 5.5kW 到 12kW 的显著跃升。以英伟达的 GB200 NVL72 为例, 其电源架采用 6 个 5.5kW PSU 实现 33kW 输出。预计今年台达、光宝等供应商将陆续推出支持 OCP 机架的 21 英寸 12kW PSU, 6 个 PSU 构成的电源架功率提升至 72kW。这一升级直接优化了现有 IT 机架的空间利用率, 但功率扩展仍受限于机柜物理空间, 更适合现有数据中心改造或中等功率需求, 优势在于兼容现有设施并降低初期投入。

图表12：一组电源架 (Power Shelf) 由 6 个 PSU 组成



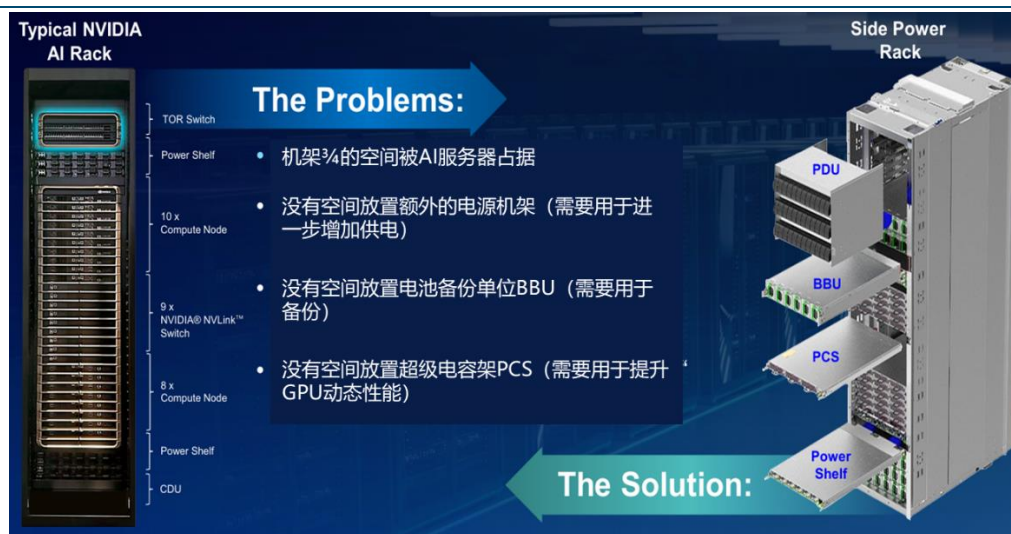
来源：Advanced Energy，国金证券研究所

为突破功率瓶颈并增强系统可扩展性, 边柜电源方案应运而生。该方案将配电单元 (PDU)、电池备份单元 (BBU)、超级电容 (PCS) 等电源组件从 IT 机柜剥离, 整合至独立的侧边机柜中。不仅释放了 IT 机柜空间, 更重要的是实现了功率上限的大幅提升与架构灵活性——未来可直接升级至 HVDC 高压直流架构, 支持单机柜 250kW 以上的功率密度, 并为固态



变压器等下一代技术预留接口。边柜电源方案更适合高功率服务器和新建项目，通过模块化设计实现供电与算力解耦，不仅支持当前 12kW PSU，还可无缝适配未来 20kW+ PSU 及 HVDC 直供架构。

图表13: 为了解决机柜空间不足的问题，下一代电源将从服务器机柜独立出来



来源: Delta, 国金证券研究所

中期：从 50Vdc 到 $\pm 400V/800V$ HVDC

随着 AIDC 的单机架功率需求将攀升至 600kW-1MW 量级，传统 50V 供电架构正逼近其物理极限，高压直流供电架构因其在效率、散热、铜排、功率密度等问题上的优势受到大厂推崇。当前 HVDC 的主流电压等级选择集中在 400V、 $\pm 400V$ 和 800V 三类，这一设计逻辑与电动车产业链的电力电子技术生态高度协同。

0-400V 凭借成熟供应链和低成本 IGBT 器件成为性价比首选，其电压覆盖现有 UPS 功率因数校正电路（PFC）输出电压（380 - 400V），且无需大幅调整电池管理系统（BMS）。从安全角度来看，工程师们对 400V 的爬电距离和电气间隙要求方面积累了扎实的经验，而 800V 电压的绝缘成本和复杂性都会显著上升。

0-800V 是更高功率密度和更高效率的选择。不过，由于 800V 是一个相对较新的生态系统，成本更高，还需要解决一系列关于用电安全的问题，如电弧防护与绝缘设计等。

$\pm 400V$ 兼具 400V 和 800V 的优点，既可以利用现有的供应链，又能达到 800V 的高功率密度和效率。难点在于需要通过复杂控制实现负载平衡，同时比 400V 和 800V 方案多 1 根电缆。

图表14: 400V、 $\pm 400V$ 和 800V HVDC 方案优缺点对比

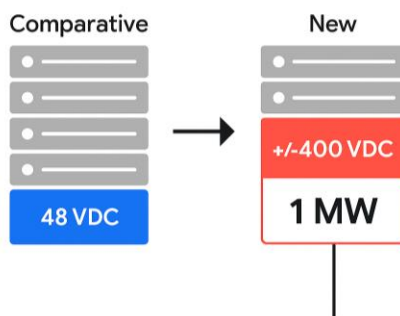
方案	优点	缺点
0-400V	电动汽车建立了相对成熟且成本低的供应链体系 较低的隔离要求 2 根电源线供电	高功率机架直流电缆可能笨重 效率和功率密度较 800V 更低
0-800V	电流更低热损更少，线缆更节省 电池功率密度更高 2 根电源线供电	供应链相对较新、成本更高 需要更高的隔离要求
$\pm 400V$	兼具 400V 和 800V 的优点	需要 3 根直流线缆进行供电 需要功率管理控制来实现负载平衡

来源: Google, 国金证券研究所



目前微软、谷歌、Meta 等海外大厂更倾向于选择±400V 方案，源于其务实的工程导向与短期落地可行性。2025 年三家龙头在 OCP EMEA 峰会上联合推出"Mount Diablo"项目，并将其技术规范提交至开放计算项目（OCP）社区，推动其成为新一代数据中心供电架构的开放标准。Mount Diablo 的核心设计理念包括将电源（AC/DC 转换器、备用电池）从计算机架中解耦，以侧挂式模块实现±400V 直流直供等。而英伟达则押注更具颠覆性的 800V HVDC 架构，通过与英飞凌、台达、维谛等上游伙伴成立产业联盟，前瞻性地布局 800V 方案，有望加速 800V 产业化。

图表15: Google 推出±400V 电源架构取代传统的 48V 系统

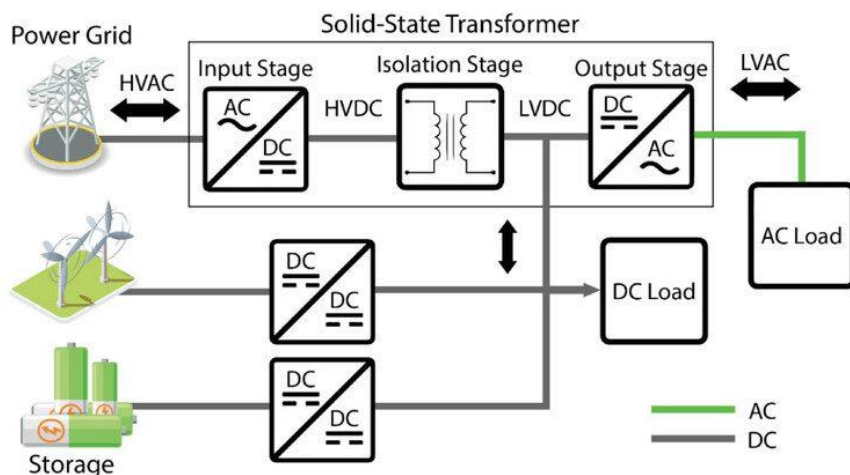


来源: convergedigest, 国金证券研究所

远期：从数据中心系统层面构建 HVDC 输配电链路

远期来看，在新建数据中心的配电系统设计中，将 13.8kV 交流电网电力直接转换为 800V HVDC，同时将风光储氢等清洁能源与数据中心高压直流母线直连形成直流微电网，从而实现多向能量流交互与智能调度，是一种更为高效且有前景的路径。台达在 COMPUTEX 2025 展示的微电网解决方案中，使用了基于 SiC 的固态变压器实现中压电网与低压电网交直流的转换，有效降低能源损耗与占地面积，更可快速部署、易于扩充；其智能化与双向特性，可有效并入分散式清洁能源与储能系统，应对现代电网的挑战。

图表16: 固态变压器替代传统变压器实现中低压变换，并可集成光伏、储能等直流电源



来源: ElectronicDesign, 国金证券研究所（图中的 HVDC 和 LVDC 指的是针对电网而言的高压和低压）

固态变压器（Solid-State Transformer, SST）是一种基于电力电子技术和高频变压器的先进电能转换设备，也被称为电力电子变压器（Power Electronics Transformers, PET）或电能路由器。它通过半导体器件和高频开关技术替代传统变压器的铁芯和线圈结构，实现电压变换、电气隔离及电能质量控制等功能，具有体积小、效率高、支持双向能量流动的优点。



图表17: 固态变压器与传统变压器对比

特性	传统变压器	固态变压器
工作原理	电磁感应（工频 50/60Hz）	高频开关（kHz-MHz 级）
体积/重量	大	小
功能扩展	仅电压变换/隔离	无功补偿、谐波抑制、新能源直流接入等
效率	低	高

来源：ElectronicDesign，国金证券研究所

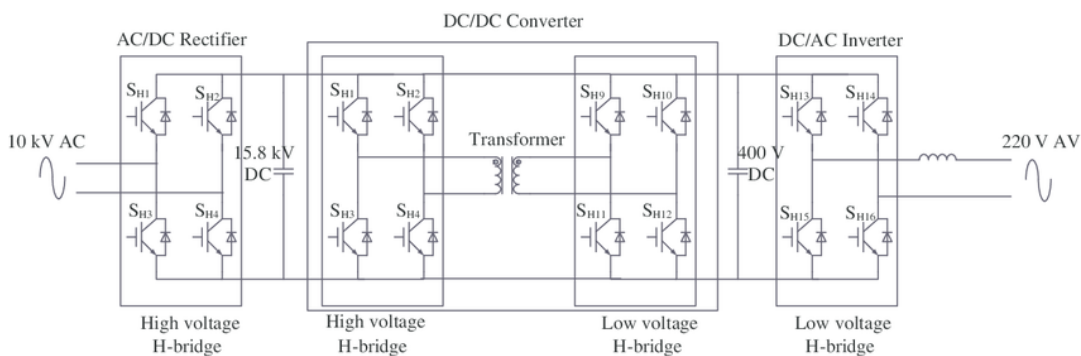
固态变压器由多级电力电子变换器和高频变压器组成，适用于数据中心场景的典型结构为三级式转换，包括输入级 AC/DC 电路、隔离级高频 DC/DC 电路、输出级 DC/AC（DC）电路。

1) 输入级 AC/DC：将低频交流电转换为直流电，采用 SiC/GaN 宽禁带半导体可降低开关损耗、增强热稳定性，高频开关实现更高功率密度、节省体积，提供无功补偿，提升电网稳定性；

2) 隔离级 DC/DC：高频变压器隔离并调整高压侧和低压侧之间的电压，通过利用先进的磁性材料（如铁氧体和非晶合金）最大限度地减少了磁芯损耗，同时保持了高热稳定性和功率密度。高频变压器的工作频率范围从几十 kHz 到几 MHz 不等，与传统变压器相比，尺寸和重量显著减小；

3) 输出级 DC/AC（DC）：输出所需交流或直流电压，支持双向功率流，可实现分布式能源、储能系统和可再生能源的无缝集成。

图表18: 固态变压器的拓扑结构



来源：《能源互联网关键技术分析》，国金证券研究所

目前固态变压器的大规模应用仍面临多重挑战。成本与可靠性是首要瓶颈，当前 SiC/GaN 器件和复杂的设计导致 SST 造价较传统变压器更贵，具有多级设计和先进控制能力的 SST 需要经过广泛的测试和验证。除了东数西算等项目因引入绿电而配置 SST 外，多数数据中心仍倾向采用性价比更高的方案。



图表19：2023年西电电力电子为东数西算项目供应三台2.4MW数据中心固态变压器



来源：西电电力电子，国金证券研究所

2.2 国内：目前高压直流仍以240V为主，逐步兼容更高电压等级

国内的数据中心 HVDC 概念源于通信行业。此前，-48V 直流作为电信设备的标准供电方案已沿用数十年，其核心优势在于供电可靠性高且转换损耗低，同时简化了电池备用系统的设计。随着数据中心规模扩张与复杂性提升，传统交流配电在效率、空间占用及扩展性等方面的局限性日益凸显，从而推动行业向更高电压等级的直流系统转型。

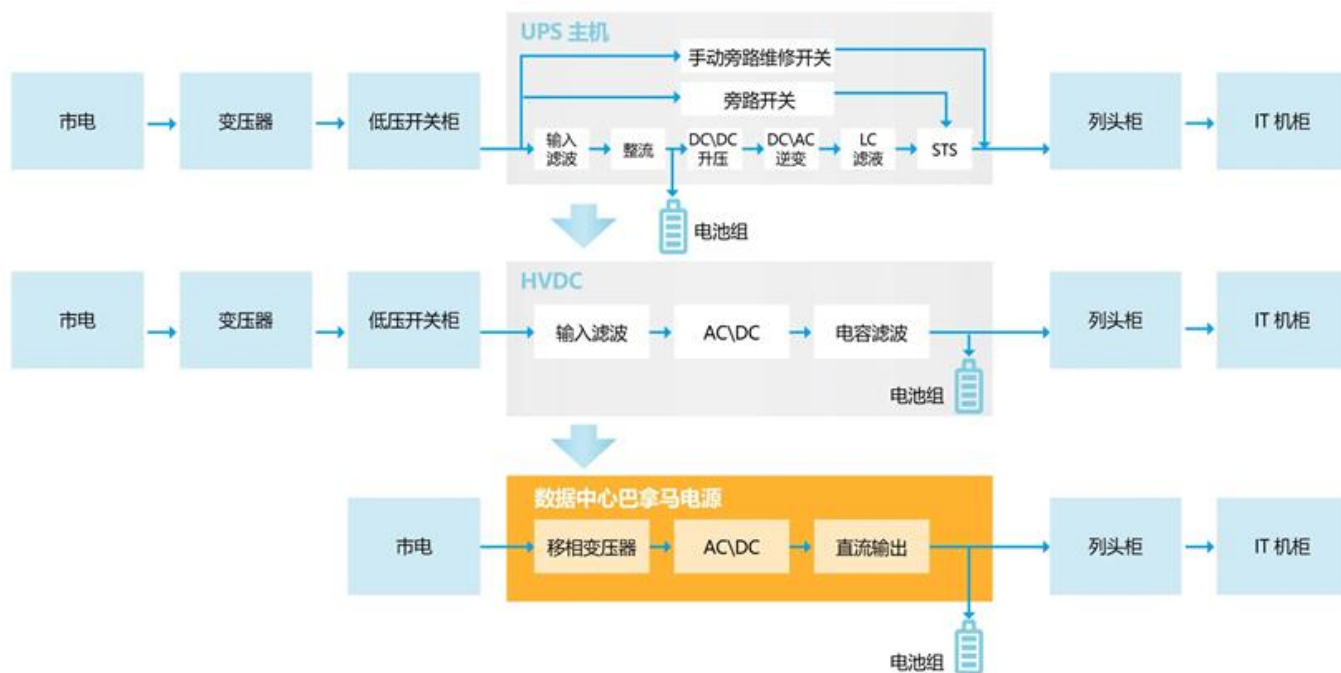
国内 HVDC 主流采用 240V 直流电压，是兼容性和安全性共同推动的结果。早期数据中心设备普遍采用 220V 交流输入电源，而 240V 直流系统可直接兼容原有设备，无需改造电源模块或定制硬件。相比之下，336V 或 380V 方案需定制电源，对服务器厂商供应链提出挑战，推广难度较高。在安全性设计上，240V 系统采用浮地架构，正负极对地电压约 135V，显著低于 220V 交流电的峰值电压 314V。即便发生单极接地故障，触电风险也大幅降低。

国内 HVDC 的规模化应用始于电信运营商，扩展于互联网巨头。2007 年国内江苏电信开始试点 240V 高压直流通信电源产品，目前以阿里巴巴、腾讯、百度为代表的互联网行业龙头的自建数据中心已经广泛采用了 240V 高压直流供电系统，如阿里巴巴千岛湖数据中心、百度阳泉数据中心均采用的一路市电+一路 HVDC 架构，进一步提升供电效率。

目前国内 HVDC 产品以巴拿马电源为代表的高集成模块为主。2019 年阿里巴巴携手台达、中恒电气推出了巴拿马电源，该方案集成了 10kVac 中压配电、变压器、模块化直流电源和输出配电单元等环节，对中压 10kVac-240Vdc 的磁路和电路进行联合设计，取代了传统架构从中压引入到直流输出之间的众多中间设备，具有超高效率、高可靠性、高功率密度、高功率容量、兼维护方便等特点，整体系统效率可达到 97.5%。



图表20：巴拿马电源集成了10kVac 配电、隔离变压、模块化直流电源和输出配电单元等环节



来源：台达官方公众号，国金证券研究所

新一代 HVDC 系统兼容更高电压等级。虽然美国对中国实施高端 AI 芯片禁运，但随着国产化芯片性能不断提升，预计 AI 算力需求仍将持续增长。为了应对未来 AIDC 的高功率场景，国内厂商的 HVDC 电源也逐步兼容更高电压等级，2024 年百度推出的“瀚海”电源系统，可支持 270V、750V 直流输出，实现单机柜供电能力 100kW+，适用于数据中心的改造、新建等多场景和不同服务器的升级迭代。

图表21：百度“瀚海”电源系统可支持270V、750V直流输出



来源：ODCC，国金证券研究所

3、头部供应商 800V HVDC 新品频出，HVDC 产业进程有望加速

3.1 台达电子：实现 800V 高压直流全系列产品覆盖

台达电子是全球电源管理与散热解决方案的领导者，业务覆盖工业自动化、数据中心基础设施等领域。面对 AI 算力对高功率密度的需求，台达于 2025 年 COMPUTEX 展会首次推出 800V 高压直流 (HVDC) 架构，成为其 AI 数据中心解决方案的核心。该方案通过集中整流将交流电转换为 800V 直流电，再分级降压至芯片电压，端到端能效提升至 92% 以上，较



传统架构节能 4% 以上。其技术布局全面、多层级电力协同：电网侧部署固态变压器实现中/低压高效转换，机架侧推出 19 英寸（10U）72kW 和 21 英寸（20U）180kW AC/DC、19 英寸 90kW DC/DC 模块化电源，并集成 e-Fuse 智能熔断技术（响应速度较机械继电器快千倍）和超级电容备电系统（15 秒/20kW 瞬时支撑），解决了 GPU 动态负载波动问题。

图表22：台达 AI 数据中心 800V HVDC 解决方案



来源：Delta，国金证券研究所

3.2 中恒电气：国内 HVDC 核心供应商，最新发布 800V 整流模块

中恒电气是国内数据中心 HVDC 技术领导者，持续推出 HVDC 直流供配电、预制化 Panama（巴拿马）&T-train（火车头）电力模组等产品及解决方案，牵头制订了《信息通信用 240V/336V 直流供电系统技术要求和试验方法》国家标准及直流生态建设。经过 20 多年的深耕，公司与中国移动、中国铁塔、中国电信、阿里巴巴、腾讯、百度、拼多多、国家电网、南方电网、哈啰出行等各领域头部客户建立起了深度的战略合作关系。

公司的数据中心用预制化 10kV 中压转直流（240V/336V）电源系统集成 10kV 配电、变压器、不间断电源和输出配电单元，具备超高功率密度、超高效率、安全可靠，同时采用模块化扩容，单套系统最大支持 2.4MW IT 负载供电，可实现工厂预制化生产、快速安装、占地面积节省 50%。

图表23：中恒电气 HVDC-巴拿马电源系统通过模块化、集成化设计可节省占地面积 50%





来源：中恒电气官方公众号，国金证券研究所

面对 AI 算力需求爆发，公司正推进技术迭代，发布 60KW~125KW、800V 大功率 AC/DC 整流模块，采用先进的电力电子拓扑和全 SiC 器件，单个模块效率达 98% 以上，同时在机电占地面积、机电投资成本和运营成本上均大幅降低。

图表24：中恒电气最新发布 60KW~125KW、800V 大功率整流模块



来源：中恒电气官网，国金证券研究所

3.3 科华数据：头部互联网企业核心供应商，新推出 800V HVDC 电源模块

科华数据成立于 1988 年，深耕电力电子技术近 40 年，早期以 UPS 电源研发制造起家，逐步拓展至数据中心、新能源领域，形成“数据中心+新能源”的双子星战略。科华数据凭借直流供电系统节能技术，已在头部互联网企业供货 2000 余套，中国移动云计算中心 232 套、国家超算中心 200 余套、自建科云数据中心 200 多套。2025 年科华数据推出采用 SiC 器件的 270VDC/336VDC/800VDC 电源模块，转换效率高达 97.5%。

图表25：科华数据 270VDC/336VDC/800VDC 电源模块转换效率高达 97.5%



来源：科华数据官网，国金证券研究所



3.4 欧陆通：AI 算力需求爆发，高功率密度 PSU 有望受益

欧陆通深耕服务器电源领域多年，已与浪潮信息、富士康、华勤、联想、中兴、新华三等国内知名服务器系统厂商建立了紧密合作关系。近几年公司推出多款满足 AI 需求的高功率服务器电源产品及解决方案，包括 1.3kW-3.6kW 钛金 CRPS 服务器电源、3.3kW-5.5kW 钛金和超钛金 GPU 服务器电源、浸没式液冷服务器电源及 PSU 解决方案等，可支持 NVIDIA 系列 GPU 服务器。

2024 年公司推出符合 OCP ORv3 规范的机架式电源解决方案，配置 6 组 5.5kW 服务器电源，可提供最高 33KW 的功率输出，转换效率高达 97.5%，并可拓展至 20U 66KW、30U 66KW 以及 40U 132KW 等方案，为数据中心领域客户提供可拓展性及定制化的选项，根据其特定需求和应用场景进行灵活配置。

图表26：2024 年公司推出符合 OCP ORv3 规范的机架式电源解决方案



来源：欧陆通投资者关系公众号，国金证券研究所

3.5 禾望电气：大功率电力电子平台，具备 HVDC 技术协同优势

禾望电气成立于 2007 年，是大功率电力电子技术领域的领军企业，主营业务覆盖风电变流器、光伏逆变器、储能系统、氢能制氢电源及电气传动设备。公司多名核心高管来自原艾默生网络能源团队，与数据中心基建龙头维谛技术同属“华为-艾默生系”。公司凭借在大功率电力电子领域积累的高效电能转换技术，有望切入数据中心 HVDC 领域。

图表27：禾望电气风电变流器电压等级高达 950V/1140V



来源：禾望电气官网，国金证券研究所

4、投资建议

➤ AC/DC 电源：单位价值量有望增加



随着 AI 机架功耗持续提升，机架内 AC/DC 电源（PSU）的输出功率将率先从 5.5kW 升级至 12kW，更高功率密度意味着更高的进入门槛和技术溢价，预计电源的单瓦价格有望进一步提升。

在 HVDC 架构下，AC/DC 转换环节从机架内转移至专属电源柜，将交流输入直接转换为 $\pm 400V$ 或 800V 直流电，参考电动汽车充电桩的电压升级逻辑进行类比，我们预计在 800V 架构下 AC/DC 电源的单位价值量有望增加。

①功率器件：SiC/GaN 替代硅基 IGBT：

$\pm 400V$ 系统：多采用硅基 IGBT，常规器件，成本较低；

800V 系统：需 SiC 或 GaN 器件，成本增加。

②铜材节省但绝缘成本增加：

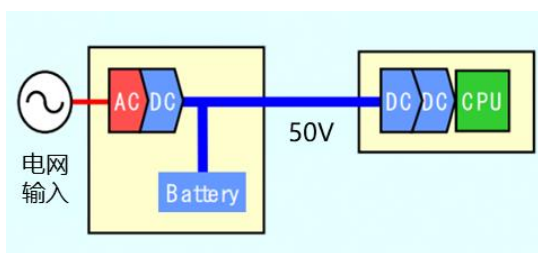
铜用量：800V 电流降低 50%左右 $\rightarrow$ 线缆截面积减半，铜成本降 45%；

绝缘升级：为应对更高电压，需强化绝缘层设计，成本增加。

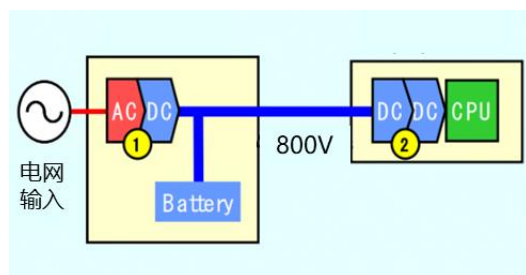
➤ DC/DC 电源：新增 800V $\rightarrow$ 50V 外置电源需求

在 HVDC 升级初期，由于存量服务器普遍仅支持 48-50V 输入，供电架构需额外增加 DC/DC 电源模块作为过渡方案，将 800V 高压直流降压至 50V 直流。未来支持高压直流原生服务器推出后，预计服务器主板将直接集成 800V 输入接口与高压 DC/DC 电路，无需外置变压器或中间转换设备，从而实现主板级高压直连。

图表28：目前机架电源方案输出为 50V 直流



图表29：预计未来服务器将支持高压直流输入



来源：powerelectronicsnews，国金证券研究所

来源：powerelectronicsnews，国金证券研究所

建议关注：受益于单位价值量提升的 AC/DC 电源环节、以及未来有望凭借技术平台和客户资源优势切入 HVDC 和 DC/DC 赛道的电源厂商，中恒电气、科华数据、欧陆通、禾望电气、科士达等。

图表30：主要推荐标的盈利预测及估值（截至 2025 年 7 月 4 日）

代码	名称	总市值 (亿元)	股价 (元)	归母净利润（亿元）					PE					来源
				2023	2024	2025E	2026E	2027E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	
002364.SZ	中恒电气	83	14.79	0.39	1.10	1.99	2.97	4.17	211.8	76.0	41.8	28.1	20.0	ifind
002335.SZ	科华数据	210	40.81	5.08	3.15	6.71	8.89	10.56	41.4	66.7	31.3	23.7	19.9	ifind
002518.SZ	科士达*	129	22.18	8.45	3.94	7.00	8.74	10.13	15.3	32.8	18.4	14.8	12.7	国金
603063.SH	禾望电气*	145	31.95	5.02	4.41	6.35	7.55	8.82	28.9	33.0	22.9	19.2	16.5	国金
300870.SZ	欧陆通	128	119.41	1.96	2.68	3.30	4.47	5.47	65.3	47.7	38.8	28.6	23.4	ifind

来源：ifind，国金证券研究所（标*为国金证券盈利预测，其他为 ifind 一致预测）

5、风险提示

全球数据中心扩张进度不及预期：如果全球 AI 数据中心投资建设进度不及预期，将会减少电气设备需求，进而影响相关公司业绩表现。

中美科技领域政策恶化：中美在 AI 领域竞争激烈，美国限制先进芯片和半导体对中国的出口，随着竞争的加剧，未来可能会推出更严格的限制政策，限制国内 AI 的发展进而影响 AIDC 投资建设。



市场竞争加剧：倘若全球电气设备公司加速产能扩张，导致相关电气设备供需失衡、行业竞争加剧、价格竞争激烈，将对相关公司经营情况带来不利影响。

技术迭代风险：AI 行业处于技术快速迭代期，新算法、架构和应用不断涌现，硬件与软件需要不断升级、优化，倘若技术发展过快，相关公司无法跟上行业技术演进节奏，可能会影响相关公司业绩表现。



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》，本报告仅供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