

AIDC 电力迎来成长机遇

——AI 电力系列报告（一）

核心观点

- AIDC 行业快速发展，“通算”迈向“智算”激活电力新需求。**随着人工智能产业的蓬勃发展，智算中心（AIDC）需求快速增长，成为数据中心行业增长的主要驱动力。从通算到智算，单机柜功耗和用电规模同时展现出显著的提升，电力需求急剧增加。AIDC 供电技术不断演进，高效低损、高密度、高稳定性有望成为发展核心。AI 电源的核心功能是为高算力 AI 服务器和数据中心提供稳定、高效的电力供应。
- UPS 方案为当前主流，后续 AIDC 供电方案呈现多样化局面。**目前，数据中心供电方案包括 UPS（不间断电源 Uninterruptible Power Supply）、HVDC（高压直流 High Voltage Direct Current）、巴拿马电源和 SST（固态变压器 Solid State Transformer）等。UPS 系统技术成熟、兼容性强，是当前数据中心供电的主流方案，但因能耗相对较高、占地面积大受到新兴供电方案的挑战；HVDC 系统以高效、适配高功率密度等优势在 AIDC 中的应用不断扩大，但展现了初期投资成本高且需配套改造的缺点；巴拿马电源占地面积小、投资成本低，但因技术推广相对缓慢、运维经验暂且不足，渗透率仍处于较低水平；SST 系统在能源利用率、空间占有、建设周期等方面均有优势，但因技术成熟度、高压运费风险等原因，渗透率仍有待提升。
- 成熟方案有望享受行业 beta，未来方案蓄势待发。**UPS 系统是目前市场上的主流选择，其核心优势在于技术成熟和兼容性强，能够满足大多数数据中心的需求。后续随着 AIDC 正朝着高效低损耗、高功率密度、综合能源适配等方向发展，HVDC、巴拿马等高压供电方案应用迭代有望持续提升。SST 路线随着 AIDC 需求增长，其关注度有望迅速增长，从而加速技术的迭代和应用落地。

投资建议与投资标的

- 服务器电源：**AIDC 投资景气度提升，相关服务器电源产业链环节有望受益，建议关注麦格米特、中恒电气、禾望电气、欧陆通、科华数据、科士达、中国西电、新雷能、通合科技、中远通、泰嘉股份等。
- 服务器电源电子：**AIDC 电力投资趋势向上背景下，相关电力电子需求有望迭代提升，建议关注杰华特、晶丰明源、江海股份、火炬电子等。
- AIDC 电力配套：**数据中心电力投建过程中，存在许多重要的电力配电需求，建议关注金盘科技、明阳电气、威腾电气、良信股份、正泰电器、三星医疗等。
- 液冷：**高效散热可以显著降低数据中心能耗和运营成本，支持高密度计算需求并提升可持续性，建议关注英维克、高澜股份、同飞股份、申菱环境等。
- 应急电源：**柴油发电机等应急电源是数据中心电力连续性的核心保障，确保关键业务在突发断电时持续稳定运行，建议关注科泰电源、潍柴重机等

风险提示

数据中心投建不及预期、数据中心供电技术路线发生巨大迭代等、地缘政治风险、原材料供应链风险。

行业评级

看好（维持）

国家/地区

中国

行业

电力设备及新能源行业

报告发布日期

2025 年 03 月 10 日



证券分析师

蒯剑

021-63325888*8514
kuaijian@orientsec.com.cn
执业证书编号：S0860514050005
香港证监会牌照：BPT856

顾高臣

021-63325888*6119
gugaochen@orientsec.com.cn
执业证书编号：S0860520080004

薛宏伟

xuehongwei@orientsec.com.cn
执业证书编号：S0860524110001

严东

yandong@orientsec.com.cn
执业证书编号：S0860523050001

相关报告

阿里苹果大模型合作有望激活 AI 新机遇

2025-02-12

目录

AIDC 高速发展，AI 电力环节景气度上行	4
UPS：当前主流技术路线，成熟应用稳定可靠	7
案例——上海交通云数据中心	8
HVDC：直流高压输电，渗透率有望提升	9
案例——阿里巴巴张北数据中心	11
巴拿马：方案系统化简化链路，提升整体能源效率	12
案例——阿里云全国数据中心	13
SST：AIDC 潜在终极供电方案，应用技术仍需迭代	13
案例——中国西电贵安数据中心	15
数据中心供电方案汇总	16
投资建议	18
风险提示	19

图表目录

图 1：中国智能算力、通用算力、超算算力情况（单位：EFLOPS）	4
图 2：全球核心 IT 电力需求（单位：GW）	4
图 3：2024 年数据中心建设成本（单位：美元/瓦）	4
图 4：不同时代数据中心机柜的典型功率	5
图 5：数据中心电力示意图	6
图 6：江苏省数据中心电源使用情况（截止 2022 年底）	7
图 7：UPS 技术路线	7
图 8：中国高端电源 UPS 市场规模（单位：亿元）	8
图 9：2023 年中国 UPS 行业竞争格局	8
图 10：中国交通通信信息中心	8
图 11：华为 FusionPower6000 电力模块	8
图 12：HVDC 技术路线	9
图 13：HVDC 技术原理	9
图 14：2013~2022 年数据中心 HVDC 新增装机容量增长（万安培）	10
图 15：HVDC 全球市场规模（单位：十亿美元）	11
图 16：全球高压直流输电线路长度在不同国家/地区的分布	11
图 17：阿里巴巴张北数据中心	11
图 18：采用 HVDC 与 AHU 系统	11
图 19：巴拿马技术路线	12
图 20：巴拿马电源构成	12
图 21：巴拿马电源与传统 UPS 架构对比	13
图 22：主流供电系统对比	14
图 23：台达固态变压器	14
图 24：SST 固态变压器技术路线图	15
图 25：西电贵安数据中心固态变压器	16
图 26：UPS、HVDC、巴拿马、SST 路线比较	17
表 1：不同芯片架构对应参数表	5
表 2：数据中心供电方案汇总对比	17
表 3：AC UPS、240V/336V HVDC、巴拿马电源比较	18

AIDC 高速发展，AI 电力环节景气度上行

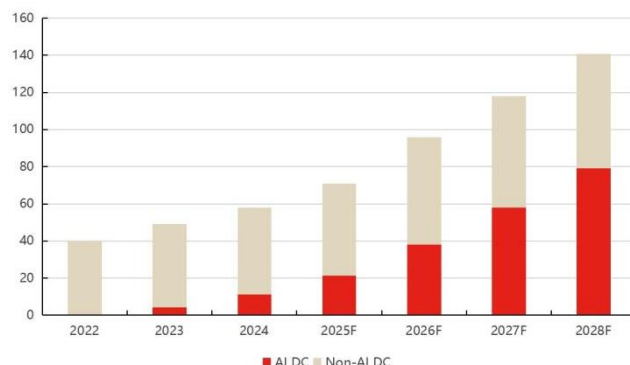
随着人工智能产业不断演进，AIDC 建设迅速发展。人工智能产业蓬勃发展，算力需求高速式增长，相应的智算中心（AIDC）需求也表现出高增长潜力，未来几年内，AI 领域的数据中心可能会成为数据中心行业增长的主要环节。

图 1：中国智能算力、通用算力、超算算力情况（单位：EFLOPS）



数据来源：《数据中心智能化改造白皮书》、东方证券研究所

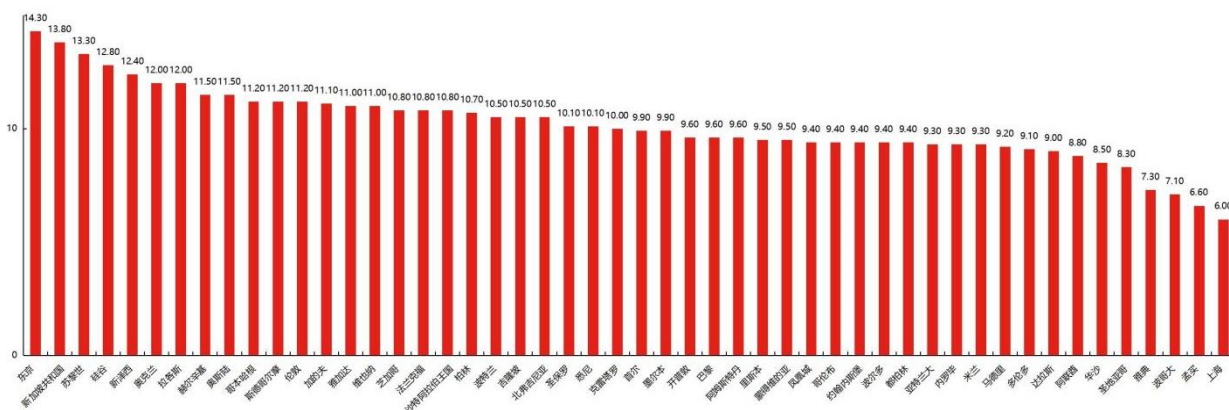
图 2：全球核心 IT 电力需求（单位：GW）



数据来源：《数据中心行业投资与价值洞察》、东方证券研究所

数据中心建设成本存在显著地区差异，以上海为代表的中国数据中心每瓦建设成本约在 6 美元。当前数据中心的每瓦建设成本从最高的 14.30 美元/瓦到 6.00 美元/瓦左右，成本最高的地区包括东京、新加坡和苏黎世，这些地区的成本都在 13 美元/瓦以上。

图 3：2024 年数据中心建设成本（单位：美元/瓦）



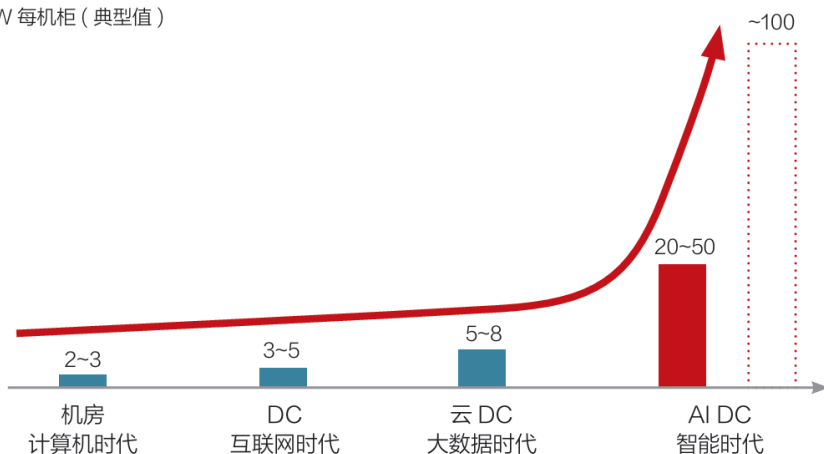
数据来源：Turn and townsend、东方证券研究所

从通算到智算，电力需求急剧增加。从以 CPU 为核心的通用算力，到当下应用 CPU、GPU、NPU、TPU 的智算中心，芯片的更迭对供电的强度以及体量提出了更高的要求。根据 IEA 预测，到 2026 年，AI 行业的电力需求将至少是 2023 年的十倍。

- **单机柜功耗提升：**服务器单卡功率从不足 500MW 等级随着参数和属性的不断提升，有望提升至 2KW+水平，同样通算中心的单机功率从之前 4~6KW 区间有望逐渐增加至智算中心（AIDC）的 20~50kW，未来存在突破 100kW 的潜力。
- **用电规模：**据 Vertiv 预测，在通算中心时代，考虑了通算功率同样增长的背景下，假设单机柜功耗在 12kW 水平，组成 IT 总容量约 12.9MW 的标准数据机房楼，其电力容量大概在 20MVA 左右。在智算中心时代，一栋 10 万卡的算力集群建筑，单栋建筑的用电规模有望突破 100MW 水平。

图 4：不同时代数据中心机柜的典型功率

单位：kW 每机柜（典型值）



数据来源：华为、东方证券研究所

表 1：不同芯片架构对应参数表

架构	A100	H100	H200	GH200	B100	B200	Full B200	GB200
	Ampere	Hopper			Blackwell			
显存大小	80GB	80GB	141GB	96/144GB	180/192GB	180/192GB	192GB	384GB
显存带宽	2TB/s	3.35TB/s	4.8TB/s	4/4.9TB/s	8TB/s	8TB/s	8TB/s	16TB/s
FP16 稠密算力 (FLOPS)	312T	1P	1P	1P	1.75P	2.25P	2.5P	5P
INT8 稠密算力 (OPS)	624T	2P	2P	2P	3.5P	4.5P	5P	10P
FP8 稠密算力 (FLOPS)		2P	2P	2P	3.5P	4.5P	5P	10P
FP6 稠密算力 (FLOPS)	×	×	×	×	3.5P	4.5P	5P	10P
FP4 稠密算力 (FLOPS)	×	×	×	×	7P	9P	10P	20P
NVLink 带宽	600GB/s	900GB/s	900GB/s	900GB/s	1.8TB/s	1.8TB/s	1.8TB/s	3.6TB/s
功耗	400W	700W	700W	1000W	700W	1000W	1200W	2700W

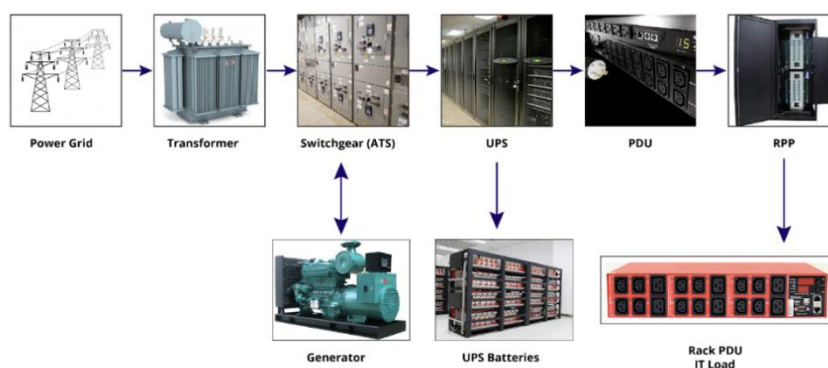
有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

备注	1 个 Die	1 个 Die	1 个 Die	1 个 Grace CPU 1 个 H200 CPU	2 个 Die	2 个 Die	2 个 Die	1 个 Grace CPU 2 个 Blackwell CPU
----	---------	---------	---------	-------------------------------	---------	---------	---------	------------------------------------

数据来源：Vertiv、东方证券研究所

AIDC 供电技术不断演进，高效低损、高密度、高稳定性有望成为发展核心。AI 电源的核心功能是为高算力 AI 服务器和数据中心提供稳定、高效的电力供应。市电从 10kV+中压/高压交流电经降压变压器转换为 400V 等级低压，再通过 UPS 或 HVDC 等环节实现 AC/DC 转换，提供冗余并降低损耗，经 PDU 等配电单元二次降压至服务器所需电压，最终以高功率密度输送至 IT 设备。

图 5：数据中心电力示意图



数据来源：Device42、东方证券研究所

随着 AIDC 行业快速发展，为寻求更高效节能的配电方式，AIDC 电源后续发展有望实现：

1. 高效与低损耗

数据中心作为高耗能行业的代表，其电力成本在运营总成本中占比较大。数据中心的电力能耗主要来源于 IT 设备、制冷设备、供配电系统和照明等其他设备的能源消耗，数据中心的电力成本通常占运营总成本的 50%-60%，对于一些用量需求较大的互联网类终端客户项目电力成本占比则会高达 70%-80%。随着 IT 部分功率能耗逐步提升，供电效率以及损耗将对 OPEX 影响逐步体现，AIDC 供电方案将持续突破更高效、损耗更低的方案。

2. 高功率密度

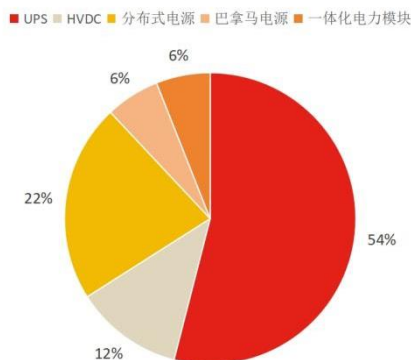
随着数据中心 IT 设备功率密度显著提升（如 AI 服务器单机柜功率从传统 15kW 激增至 120kW+，英伟达 GB200 NVL72 集群更突破 450kW），电力系统正经历一场与“摩尔定律”相呼应的技术革命，AIDC 电力密度与能效的迭代速度有望同步实现高效增长。

当前 UPS 占据主流，高压方案有成长性突破机会。目前，以江苏省数据中心为例，UPS 的市场占有率约为 54%，分布式电源和 HVDC 应用的比例分别为 22%、12%。UPS 供配电技术路线以

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

其高技术成熟度、较强的兼容性在当前占据市场主流。高压直流供电（HVDC）虽然目前所占的市场份额较小，但它的高效率和适应高功率密度的特性使其成为一个值得关注的方案。巴拿马电源的市场占比则更为有限，其较小的占地面积和较低的投资成本展现出发展势头。固态变压器（SST），目前还处于早期的试点阶段，尚未实现广泛的市场应用，其市场份额尚未形成规模。

图 6：江苏省数据中心电源使用情况（截止 2022 年底）

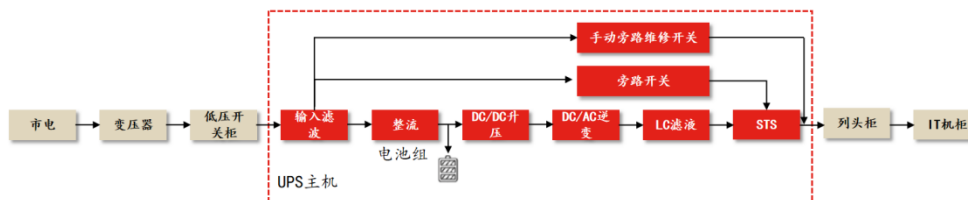


数据来源：《巴拿马电源在数据中心的应用分析与建议》、东方证券研究所

UPS：当前主流技术路线，成熟应用稳定可靠

UPS 为数据中心提供稳定、连续电力，保障电力不中断。不间断电源（UPS，Uninterruptible Power Supply）是一种电力保障设备，它能够在主电源发生故障时，如停电、电压波动或频率异常时，立即切换到电池供电模式，从而保证连续、稳定的电力输出。UPS 系统广泛应用于数据中心、医疗机构、电信设施、金融机构和其他不能承受电力中断的场合。通过确保电力的稳定性和连续性，UPS 为这些关键应用提供了必要的电力保障。数据中心（IDC）的不间断电源（UPS）市场在确保云计算、数据存储和数字服务不断增长的需求方面发挥着关键作用。UPS 系统在停电或电力中断期间为数据中心提供备用电力，最大限度地减少停机时间并防止数据丢失。

图 7：UPS 技术路线



数据来源：台达、东方证券研究所

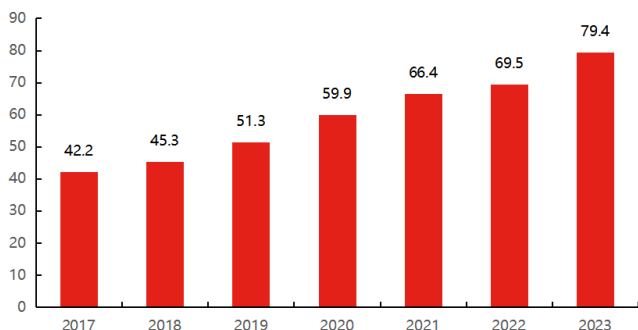
UPS 系统确保数据中心电力稳定，通过多步骤转换和净化，实现高效不间断供电。系统从市电获取电力，经过变压器调整至适合数据中心使用的电压水平，并流入低压开关柜以实现初步的电力分配和保护。电力随后经过输入滤波器以清除电磁干扰和噪声，确保输入 UPS 系统的是相对纯净

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并阅读本证券研究报告最后一页的免责声明。

的电力。接下来，整流器将交流电（AC）转换成直流电（DC），建立一个稳定的电力基础。之后，直流电经过 DC/DC 升压模块调整到与电池组兼容的电压水平，并在市电中断时由电池提供备用电力。经升压处理的直流电通过 DC/AC 逆变器转换回交流电，并通过 LC 滤波器进一步净化，以确保输出电力的高质量。静态转换开关（STS）允许在 UPS 主机供电和旁路供电间无缝切换，确保在 UPS 系统维护或故障时负载的持续运行。此外，旁路开关为系统提供了在 UPS 系统维护或故障时手动切换至旁路供电的灵活性。最终，经过净化的交流电通过列头柜分配到各个 IT 机柜，为服务器等关键设备提供不间断的电力供应，保障关键业务的连续性和数据的完整性，防止因电力问题导致的设备损害或服务中断。UPS 供配电技术路线以其高技术成熟度、较强的兼容性在当前占据市场主流。

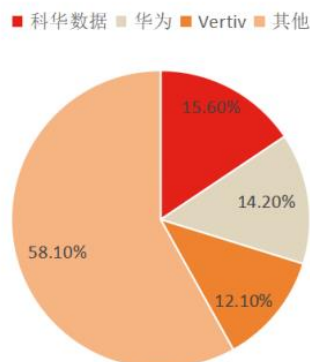
数据中心增长拉动 UPS 需求提升，UPS 行业规模巨大。随着对不间断数据访问的依赖不断增加，IDC 的 UPS 市场经历了显著增长。全球 IDC 市场本身正在扩张，UPS 领域也在不断发展，以满足该行业的先进电力需求。据统计，2022 年全球互联网数据中心（IDC）用不间断电源（UPS）市场规模估值为 112 亿美元，预计到 2030 年将达到 195 亿美元，2024 年至 2030 年期间的年复合增长率（CAGR）为 7.5%。2023 年中国高端电源 UPS 市场规模达 79.4 亿元，模块化 UPS 因其较高的灵活性和节能效果，在 IDC 应用的主流供配电方式。科华数据、华为、Vertiv 是 UPS 行业中规模最大的三家公司，三家公司共占有的市场规模超 40%。

图 8：中国高端电源 UPS 市场规模（单位：亿元）



数据来源：前瞻产业研究院、东方证券研究所

图 9：2023 年中国 UPS 行业竞争格局



数据来源：智研咨询、东方证券研究所

案例——上海交通云数据中心

高密度模块化 UPS，高效供电解决方案。华为基于 FusionPower6000 电力模块为上海交通云数据中心提供供电方案，通过超高密度 UPS 模块（100kVA/3U）和模块化馈线柜设计，与传统供电方案相比，该路线深度减少 50%，体积减少 70%，整柜密度提升 100%。工厂预制和预调测的模块化架构实现即插即用，部署时间从 60 天缩短至 13 天，显著缩短了数据中心的建设周期。全链路可视化，通过 150+温度测点和 AI 算法预测过温风险及易损部件寿命，确保系统稳定运行。模块热插拔功能可在 5 分钟内完成更换，减少停机时间。FusionPower6000 的 UPS 系统在双变换模式下效率高达 95.6%，在智能在线模式下效率高达 97.8%。整体方案使数据中心新增白空间 750 平方米，多部署机柜 350 个，节省电缆 16000 米，显著降低建设成本。

图 10：中国交通通信信息中心

图 11：华为 FusionPower6000 电力模块

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责声明。



数据来源：华为、东方证券研究所

特性&价值

- 省地**
 - 融合高密度：1列1路电，占地减少40%+
- 省电**
 - 供电高效化：链路效率在双变换模式下高达95.6%，智能在线模式高达97.8%
- 省时**
 - 产品预制化：质量可控，交付工期由2月缩短至2周
 - 部件模块化：支持热插拔，5分钟完成维护
- 省心**
 - 全链可视，实时监控，易管理
 - 150+温度测点，温度实时检测，AI温度预测，关键部件寿命预测
 - 开关在线整定



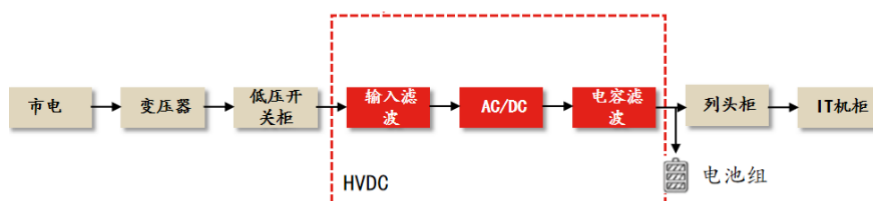
室内电力模块-25MVA

数据来源：华为、东方证券研究所

HVDC：直流高压输电，渗透率有望提升

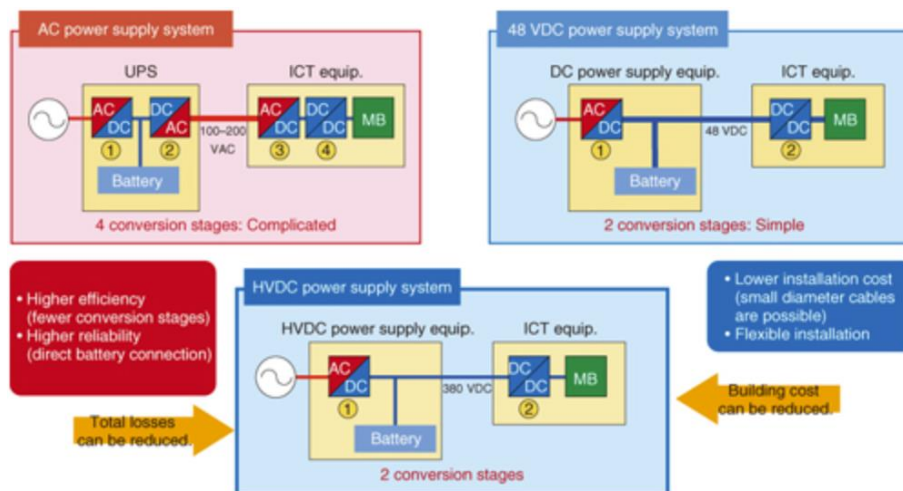
HVDC 较传统方案环节精简，高效低损优势体现。高压直流输电（HVDC）是一种将交流电转换为直流电进行传输的电力传输技术，具有输电距离长、损耗小、稳定性好等优点。当市电作为主要电力引入数据中心时，通常以高压交流电的形式存在，需要通过变压器将电压降低到适合数据中心使用的较低电压。在传统的 UPS 系统中，电力传输需经过交流转换为直流、直流转换交流的多次转换，而采用 HVDC 方案通过高压输电过程中省去一次交直流双向转换，市电经过 AC/DC 整流后直接输出 240V 直流电，降低了电源转换过程中的损耗，显著提高了供电效率。

图 12：HVDC 技术路线



数据来源：台达、东方证券研究所

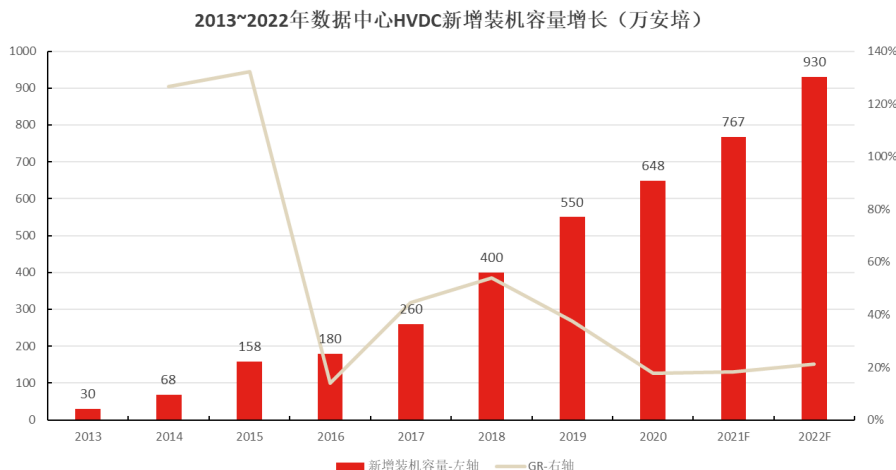
图 13：HVDC 技术原理



数据来源：NTT、东方证券研究所

HVDC 技术因其高效、可靠、节能的特性，逐渐成为数据中心供电系统的重要选择。HVDC 高速发展的十年中 HVDC 的装机容量从每年 30 万安培增长到超过 600 万安培，用户数量和用量的持续增长进一步巩固了 HVDC 的产业生态。2020 年发布的 GB/T38833-2020《信息通信用 240V/336V 直流供电系统技术要求和试验方法》，为 HVDC 在数据中心的应用提供了从设计、产品开发到工程验收的全方位国家标准支撑，促进 IDC 全产业链的升级进步。截至 2023 年，全国绿色直流数据中心总量已经超过 10GW，展现了直流技术的巨大的潜力。

图 14：2013~2022 年数据中心 HVDC 新增装机容量增长（万安培）



数据来源：中恒电气、东方证券研究所

AIDC 发展可能为 HVDC 技术成熟度提升带来阶段性的催化效应，随着 HVDC 技术应用成熟，其应用场景可能不断扩张，全球范围内 HVDC 市场渗透率有望持续提升：

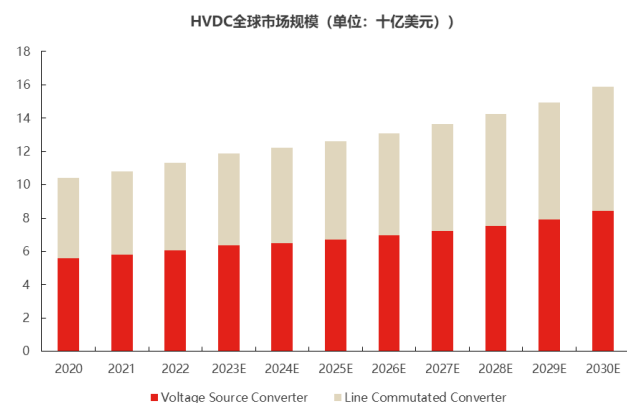
- **长距离输电需求和清洁能源发展激发 HVDC 进步。**HVDC 技术在长距离传输中的电力损耗低于传统的交流（AC）系统，长距离输电需求或将激发 HVDC 市场规模扩大。此外，随着

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

世界各国增加对清洁能源的依赖，高压直流输电（HVDC）系统在将海上风电场和太阳能装置连接到主电网方面发挥着至关重要的作用。

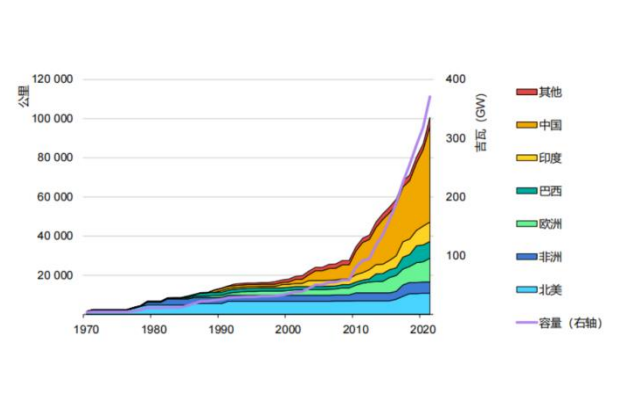
- **电网互联以及超级电网的发展也在推动高压直流输电的采用。**电压源换流器（VSC）的发展扩展了高压直流输电的应用范围，为创建更灵活、更具韧性的电网开辟了新的可能性。这些技术改进激发了高压直流输电在现代化输电基础设施的应用。据 IEA 预测，2023 年全球高压直流输电（HVDC）市场规模估计为 119.8 亿美元，预计从 2024 年到 2030 年将以 4.5% 的年复合增长率增长。对高效长距离电力传输的不断增长的需求推动了该市场的增长。

图 15: HVDC 全球市场规模（单位：十亿美元）



数据来源：Grand View Research、东方证券研究所

图 16: 全球高压直流输电线路长度在不同国家/地区的分布



数据来源：IEA、东方证券研究所

案例——阿里巴巴张北数据中心

HVDC 系统与组合式 AHU 结合，推动能源高效利用。阿里巴巴张北数据中心大规模采用高压直流供电（HVDC）系统，取代了传统的“交流-直流-交流”电源转换方式。将 HVDC 系统与组合式空调箱（AHU）风墙技术相结合，数据中心将室外温度适宜、质量良好的新风通过 AHU 风墙输送至机房，直接为设备降温。这种自然冷却方式与 HVDC 系统相结合，进一步降低了空调系统的电力消耗，实现了高效的能源利用。

图 17: 阿里巴巴张北数据中心



数据来源：CDCC、东方证券研究所

图 18: 采用 HVDC 与 AHU 系统

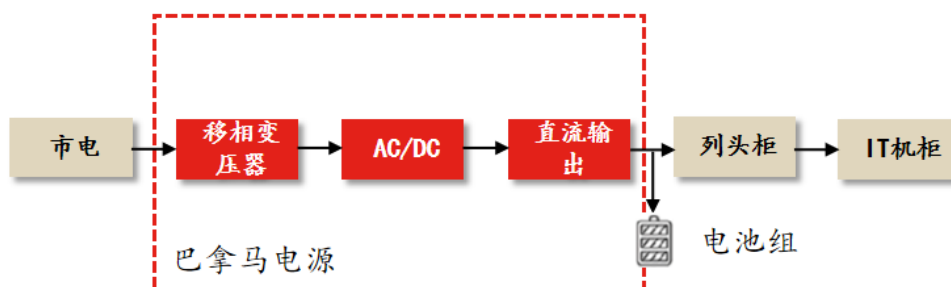


数据来源：中华人民共和国工业和信息化部、东方证券研究所

巴拿马：方案系统化简化链路，提升整体能源效率

巴拿马电源系统简化链路，提升整体能源效率。巴拿马电源方案中市电直接通过移相变压器，将高压交流电转换为较低电压的交流电，相当于变相整合了 HVDC 方案中的前置变压器以及输入滤波环节，以更紧凑的形态适应数据中心的用电需求。后端交流电随后经过 AC/DC 转换器，转换得到的直流电随后进入直流输出阶段，通过列头柜进行分配将电力输送至各个 IT 机柜，确保每个机柜都能获得稳定的电力供应。巴拿马电源系统通过这一系列流程，实现了从市电到直流电的高效转换，并为数据中心提供了稳定且可靠的电力供应，同时简化了供电链路，减少了能量损耗，提高了整体能源效率。

图 19：巴拿马技术路线



数据来源：台达、东方证券研究所

阿里牵头巴拿马电源供电方案推行、直流不间断供电解决行业痛点。随着互联网公司数据中心的崛起，系统简化、减少辅助支持设备空间等成为 IDC 行业的发展大势。巴拿马电源供电方案由阿里巴巴主导开发，通过缩短供电路径、直流不间断供电来提高电源效率，整体系统效率增至 97.5%。高性能的电源“巴拿马”通过缩短供电路径、直流不间断，来提高电源效率，并已全面部署到阿里云新增的自建数据中心。2022 年 7 月，巴拿马电源行业标准（YD/T 4006-2022）《信息通信用 10kV 交流输入的直流不间断电源系统》正式发布执行，并对外开放。一个 2.4MW 的供配电系统，效率每提升 1%，每年可节省 21 万度电，相当于减排二氧化碳 200 吨。截至 2023 年 3 月 31 日，阿里云全国数据中心已应用 366 套高性能电源，容量超 800 兆瓦。截止 2024 年 8 月初，台达销售的数据中心巴拿马电源在线运行数量已经超过 500 套，为用户实现节能减碳，节省大量的能源开支。

图 20：巴拿马电源构成

1.2WM数据中心巴拿马电源项目的系统组成



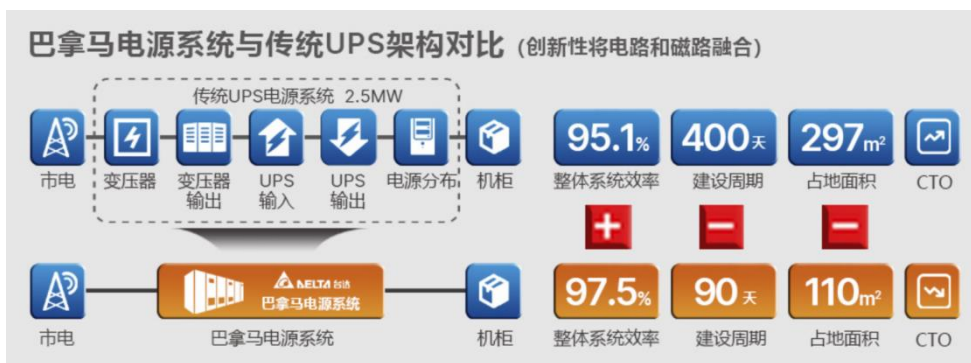
进线柜 + 变压器柜 + 整流输出柜 1 + 整流输出柜 2

数据来源：台达、东方证券研究所

案例——阿里云全国数据中心

阿里云实现高效高密度，实现更低的长期运营成本。阿里巴巴数据中心基础架构高级专家刘水旺表示，巴拿马电源与传统 IDC 供电方案相比，功率模块效率达 98.5%，能减少 40% 的设备数量。以台达研发的巴拿马电源系统为例，相较于传统的 UPS 架构，巴拿马电源的系统整体效率从 95.1% 提升至 97.5%。此外，巴拿马电源系统的建设周期为 90 天，相比传统 UPS 电源系统的 400 天，大大缩短了建设时间。这是因为巴拿马电源系统采用了模块化设计，使得安装和部署更为简便快捷。这使得巴拿马电源系统在空间利用上更加高效，有助于节省数据中心的建设成本和运营成本。从 CTO（总拥有成本）的角度来看，巴拿马电源系统由于其高效率、短建设周期和低占地面积，能够为用户带来更低的长期运营成本。

图 21: 巴拿马电源与传统 UPS 架构对比



数据来源：台达、东方证券研究所

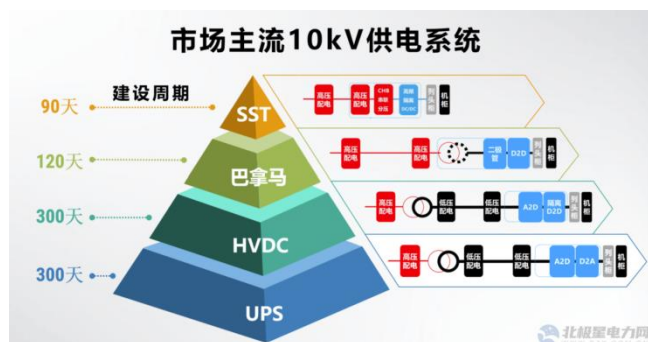
SST：AIDC 潜在终极供电方案，应用技术仍需迭代

高效率、高密度、低成本，AIDC 潜在终极供电方案。固态变压器（Solid State Transformer，简称 SST）是一种新型变压器，它通过电力电子变换技术实现电压等级转换和电力传输的智能化设

备。SST 集电气隔离、电压变换、无功补偿等功能于一身，通过对传统变压器和电力电子设备的集成化，可提高电网设备的智能化水平。SST 技术在数据中心供配电领域是一种新型电力电子设备，通过高频隔离技术将中压交流（如 10kV）直接转换为低压直流，替代传统工频变压器和 UPS 系统。其核心优势包括：

- **高效能**：传输效率有望超 97.5%，高于行业内其他方案水平；
- **高密度**：占地面积较传统方案减少 63%以上，设备高度集成化，切合 IT 侧“摩尔定律”；
- **低成本**：全生命周期成本具备优势，初始投资成本也有潜在优势；
- **后端应用生态开阔**：支持光伏、储能等直流供电，助力数据中心实现绿电目标。

图 22：主流供电系统对比



数据来源：北极星输配电网、东方证券研究所

图 23：台达固态变压器



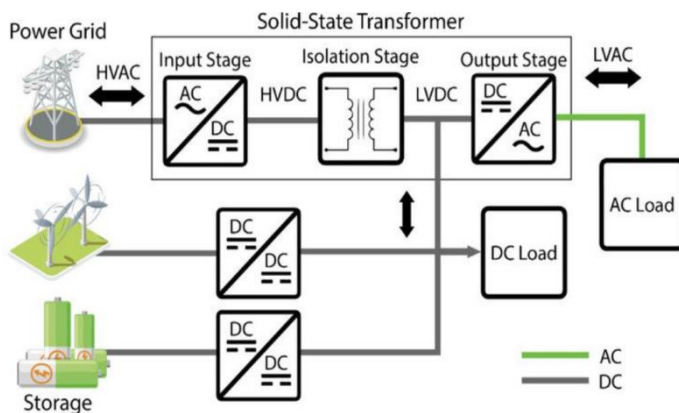
数据来源：台达、东方证券研究所

SST 是当前应用落地比较少的技术，目前仍存在一些劣势：

- **产业成熟度不够**：可靠性有待提高，当前故障率相对较高，主要依靠模块均压，而模块易损坏。
- **高压运维风险较高**：由于没有维修旁路，当模块损坏时需下电维护，否则运维人员需带电操作，这增加了操作风险和维护难度。
- **原材料国产化率有待提升**：尤其是大功率原材料如 IGBT 等的供应链稳定性，这对于降低成本和保障供应至关重要。

然而，当下 SST 技术研发现关键进展，或将破除现有局限。新加坡初创公司 Amperesand 计划到 2025 年交付世界上第一个 22KV、6MW 的 SST 解决方案。台达电子（Delta）提出了一种模块化 SST 机柜设计，该设计采用高效且节省空间的中频变压器，可从中压电网（10-33kV）直接转换为 800V 直流电（800Vdc），这种模块化设计不仅提供了冗余，还具有可扩展性，能够轻松适应不同国家的中压电平。

图 24：SST 固态变压器技术路线图



数据来源：Power Magazine、东方证券研究所

固态变压器（SST）集电气隔离、电压变换、无功补偿等功能于一身，可提高电力系统稳定性和用电效率。首先，SST 从高压交流（HVAC）电网获取电力，并通过输入阶段的 AC/DC 转换器将其转换为高压直流电（HVDC）。在隔离阶段，高压直流电被进一步转换为低压直流电（LVDC）。这一转换过程不仅降低了电压，还实现了电气隔离，从而提高了系统的安全性和稳定性。在输出阶段，低压直流电（LVDC）再次被转换回低压交流电（LVAC），以满足各种低压交流负载的需求。这一转换过程通过 DC/AC 转换器实现，确保了电力的高效传输和使用。除了直接供电给交流负载外，SST 还支持直流负载的直接供电，无需经过交流转换，从而进一步提高了电力系统的灵活性和效率。SST 系统中还集成了储能设备，如电池。这些设备可以在电力需求低谷时存储多余的电能，并在需求高峰时释放电能，通过 DC/DC 转换器与系统连接，实现电能的高效管理和优化。最终，低压交流电（LVAC）被输送到各种交流负载，满足用电需求，确保了电力系统的稳定运行和高效服务。

SST 技术在数据中心领域的应用正迅速发展，当下市场渗透率较低，预期市场空间较大。在国内数据中心领域，伊顿、台达、西电等企业均有一些试点场景落地。而在海外市场，伊顿、台达以及新加坡初创企业 Amperesand 也展现出了竞争力。SST 技术的应用场景并不局限于数据中心，机车牵引作为当前有效需求，虽然市场需求较小，但与 SST 技术的匹配性极高，然而技术推进相对缓慢，数据中心需求的爆发则可能成为激活 SST 技术发展的催化场景，随着 AIDC IT 密度的提升，数据中心对 SST 技术的短期关注度迅速增长，这可能会加速 SST 技术的迭代和落地。电网领域作为长期核心需求，尽管技术仍需迭代，但 SST 技术替代传统方案的空间巨大，电网市场的庞大总量使其成为 SST 的潜在目标场景之一。

案例——中国西电贵安数据中心

西电电力电子在贵安数据中心应用固态变压器（SST）技术，实现了中压直供直流电源。在“东数西算”数据中心贵安项目一期中，固态变压器（SST）技术的应用取得了显著进展，已经完成了 3 台（单台 2.4MW）的供货，展现了 SST 技术未来在数据中心的广泛应用前景。西电电力电子提出了基于 SST 技术的数据中心中压直供直流电源产品。不同于传统方案的分散式设备，产品采用一体化设计，省却设备间的联试联调环节。中压 10KVac 接入后，可以直接输出 240V 直流电源。

图 25：西电贵安数据中心固态变压器



数据来源：北极星输配电网、东方证券研究所

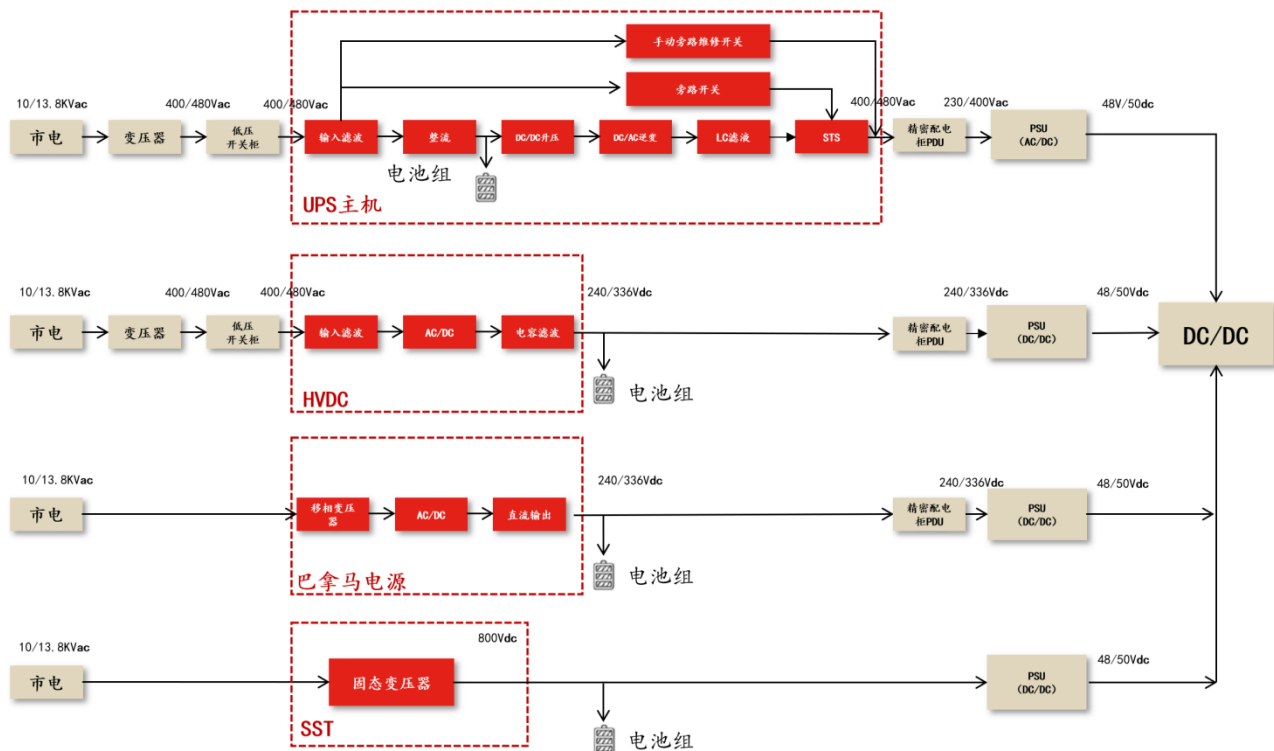
通过对 SST 技术的有效利用，西电数据中心实现了以下进展：

- **能源利用效率提升：**SST 通过其一体化设计显著简化了供电链路，省去了设备间的联试联调环节，使得供电链路更加简洁，提高了传输效率（大于 97.5%）。
- **建设周期缩短：**SST 产品在出厂前就已经完成了预制和预调，在现场可以实现“即插即用”，从而大幅压缩了整个供电链路的建设周期，能够达到“小于 90 天”的建设周期目标。
- **灵活部署：**SST 通过采用高频隔离技术，有效提升了设备的功率密度，同时大幅度减小了变压器的重量和体积。由于电力电子器件可以实现高度的可控性，SST 技术相比于传统的共配电方案便于部署维护。
- **提升新能源利用率：**SST 以其高效、灵活的电力转换特性，成为太阳能、风能等可再生能源并网接入的关键设备。贵安数据中心通过采用 SST 技术，促进新能源的利用率提升。

数据中心供电方案汇总

传统方案有望享受行业 beta，未来方案蓄势待发。UPS 系统是目前市场上的主流选择，其核心优势在于技术成熟和兼容性强，能够满足大多数数据中心的需求，其局限在于能耗较高和占地面积较大。随着 AIDC IT 侧功率、密度等参数持续提升，HVDC、巴拿马等高压供电方案应用迭代有望持续提升。固态变压器（SST）路线随着 AIDC 需求增长，其关注度有望迅速增长，从而加速 SST 技术的迭代和应用落地。

图 26：UPS、HVDC、巴拿马、SST 路线比较



数据来源：台达、Vertiv、东方证券研究所

表 2：数据中心供电方案汇总对比

项目	UPS 系统	HVDC 系统	巴拿马电源	SST 系统
系统效率	95.1%	95.1%	97.5%	98.0%
占地面积	100%	80%	40%	24%
重量	NA	NA	100%	50%
配置快速性	一般	一般	移相变定制模块预制化	预制化，速度快
当前市占率	主流	较低	低	试点阶段，极低
核心优势	技术成熟	高能效	占地面积小	极高密度
	兼容性强	适配高功率密度	适配高功率密度	综合性价比高
主要挑战	损耗相对较高	初期投资高	初期投资高	技术不成熟
	占地面积大	需配套改造	运维经验少	高压运维难度大

数据来源：台达、Vertiv、中国西电、东方证券研究所

表 3：AC UPS、240V/336V HVDC、巴拿马电源比较

项目	AC UPS	240V/336V HVDC	巴拿马电源
冗余供电模式	主流：2N，DR 很少采用：RR	主流：1 路市电+1 路 DC 特别等级：2N HVDC	主流：2N DC 也可：1 路市电+1 路 HVDC
可用性	结构复杂 可用性一般	结构简化 可用性高	环节简洁 可用性极高
整个链路效率	低负载，93%	95%	97.5%
占地面积 (2.2MW IT)	310 m ²	300 m ²	110 m ²
建设周期	12 个月左右	6 个月左右	3 个月左右
成本	690 万	450 万	280 万

数据来源：《巴拿马供电技术白皮书》、东方证券研究所

投资建议

- **服务器电源：AIDC 投资景气度提升，相关服务器电源产业链环节有望受益**，建议关注麦格米特(002851，未评级)、中恒电气(002364，未评级)、禾望电气(603063，未评级)、欧陆通(300870，未评级)、科华数据(002335，未评级)、科士达(002518，未评级)、中国西电(601179，未评级)、新雷能(300593，未评级)、通合科技(300491，未评级)、中远通(301516，未评级)、泰嘉股份(002843，未评级)等。
- **服务器电源电子：AIDC 电力投资趋势向上背景下，相关电力电子需求有望迭代提升**，建议关注杰华特(688141，未评级)、晶丰明源(688368，未评级)、江海股份(002484，买入)、火炬电子(603678，未评级)等。
- **AIDC 电力配套：数据中心电力投建过程中，存在许多重要的电力配电需求**，建议关注金盘科技(688676，买入)、明阳电气(301291，未评级)、威腾电气(688226，未评级)、良信股份(002706，未评级)、正泰电器(601877，未评级)、三星医疗(601567，未评级)等。
- **液冷：高效散热可以显著降低数据中心能耗和运营成本，支持高密度计算需求并提升可持续性**，建议关注英维克(002837，未评级)、高澜股份(300499，未评级)、同飞股份(300990，未评级)、申菱环境(301018，未评级)等。
- **应急电源：柴油发电机等应急电源是数据中心电力连续性的核心保障，确保关键业务在突发断电时持续稳定运行**，建议关注科泰电源(300153，未评级)、潍柴重机(000880，未评级)等。

风险提示

- **数据中心投建不及预期。**若全球数据中心建设需求不及预期，将直接影响相关 AI 电力环节（如 HVDC 供电系统、液冷电源）的需求增速，短期内可能导致 AI 电源厂商订单延迟或规模缩水，中长期或引发行业竞争加剧、价格战风险上升。
- **数据中心供电技术路线发生巨大迭代。**AIDC 行业处于快速发展期，潜在技术迭代空间频次较高，若新型供电技术或颠覆性能源方案落地，现有 AI 电力环节可能面临收缩或淘汰风险。
- **地缘政治风险。**中美欧在 AI 与半导体领域的贸易壁垒、技术封锁或出口管制升级，可能扰乱 AIDC 投资节奏与预期，从而对 AI 电力环节造成不利影响。
- **原材料供应链风险。**AI 电源部分核心材料依赖少数国家或供应商，地缘冲突、自然灾害或导致断供或价格剧烈波动，可能对 AI 电力环节造成不利影响。若厂商未建立多元化供应链或战略储备，生产交付周期将延长，成本传导能力弱的环节盈利稳定性或受冲击。

信息披露

依据《发布证券研究报告暂行规定》以下条款：

发布对具体股票作出明确估值和投资评级的证券研究报告时，公司持有该股票达到相关上市公司已发行股份1%以上的，应当在证券研究报告中向客户披露本公司持有该股票的情况，

就本证券研究报告中涉及符合上述条件的股票，向客户披露本公司持有该股票的情况如下：

截止本报告发布之日， 资产管理、私募业务合计持有日月股份(603218，未评级)达到相关上市公司已发行股份 1%以上。

提请客户在阅读和使用本研究报告时充分考虑以上披露信息。

分析师申明

每位负责撰写本研究报告全部或部分内容的研究分析师在此作以下声明：

分析师在本报告中对所提及的证券或发行人发表的任何建议和观点均准确地反映了其个人对该证券或发行人的看法和判断；分析师薪酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来，均与其在本研究报告中所表述的具体建议或观点无任何直接或间接的关系。

投资评级和相关定义

报告发布日后的 12 个月内行业或公司的涨跌幅相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅为基准（A 股市场基准为沪深 300 指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普 500 指数）；

公司投资评级的量化标准

买入：相对强于市场基准指数收益率 15%以上；
增持：相对强于市场基准指数收益率 5% ~ 15%；
中性：相对于市场基准指数收益率在-5% ~ +5%之间波动；
减持：相对弱于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级 —— 由于在报告发出之时该股票不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该股票的研究状况，未给予投资评级相关信息。

暂停评级 —— 根据监管制度及本公司相关规定，研究报告发布之时该投资对象可能与本公司存在潜在的利益冲突情形；亦或是研究报告发布当时该股票的价值和价格分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确投资评级；分析师在上述情况下暂停对该股票给予投资评级等信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该股票的投资评级、盈利预测及目标价格等信息不再有效。

行业投资评级的量化标准：

看好：相对强于市场基准指数收益率 5%以上；
中性：相对于市场基准指数收益率在-5% ~ +5%之间波动；
看淡：相对于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级：由于在报告发出之时该行业不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该行业的研究状况，未给予投资评级等相关信息。

暂停评级：由于研究报告发布当时该行业的投资价值分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确行业投资评级；分析师在上述情况下暂停对该行业给予投资评级信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该行业的投资评级信息不再有效。

免责声明

本证券研究报告（以下简称“本报告”）由东方证券股份有限公司（以下简称“本公司”）制作及发布。

本报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。本报告的全体接收人应当采取必要措施防止本报告被转发给他人。

本报告是基于本公司认为可靠的且目前已公开的信息撰写，本公司力求但不保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为该信息是准确和完整的。同时，本公司不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的证券研究报告。本公司会适时更新我们的研究，但可能会因某些规定而无法做到。除了一些定期出版的证券研究报告之外，绝大多数证券研究报告是在分析师认为适当的时候不定期地发布。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人作出邀请。

本报告中提及的投资价格和价值以及这些投资带来的收入可能会波动。过去的表现并不代表未来的表现，未来的回报也无法保证，投资者可能会损失本金。外汇汇率波动有可能对某些投资的价值或价格或来自这一投资的收入产生不良影响。那些涉及期货、期权及其它衍生工具的交易，因其包括重大的市场风险，因此并不适合所有投资者。

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所引致的任何损失负任何责任，投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

本报告主要以电子版形式分发，间或也会辅以印刷品形式分发，所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面协议授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容。不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。

经本公司事先书面协议授权刊载或转发的，被授权机构承担相关刊载或者转发责任。不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

提示客户及公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告，慎重使用公众媒体刊载的证券研究报告。

东方证券研究所

地址：上海市中山南路 318 号东方国际金融广场 26 楼

电话：021-63325888

传真：021-63326786

网址：www.dfzq.com.cn

东方证券股份有限公司经相关主管机关核准具备证券投资咨询业务资格，据此开展发布证券研究报告业务。

东方证券股份有限公司及其关联机构在法律许可的范围内正在或将要与本研究报告所分析的企业发展业务关系。因此，投资者应当考虑到本公司可能存在对报告的客观性产生影响的利益冲突，不应视本证券研究报告为作出投资决策的唯一因素。