



华安证券  
HUAAN SECURITIES

证券研究报告

# AIDC电源报告：算力浪潮起，电源擎动AIDC

分析师：张志邦(S0010523120004)

分析师：郑洋 (S0010524110003)

2025年2月23日

华安证券研究所



## 目录:

1. 人工智能快速发展，AIDC基石迎高速建设期
2. 推理业务负载占比提升，AIDC对供电设备要求升级
3. AIDC推动电力设备容量升级，关注量增、价增环节
4. 投资建议与产业链相关公司梳理
5. 风险提示

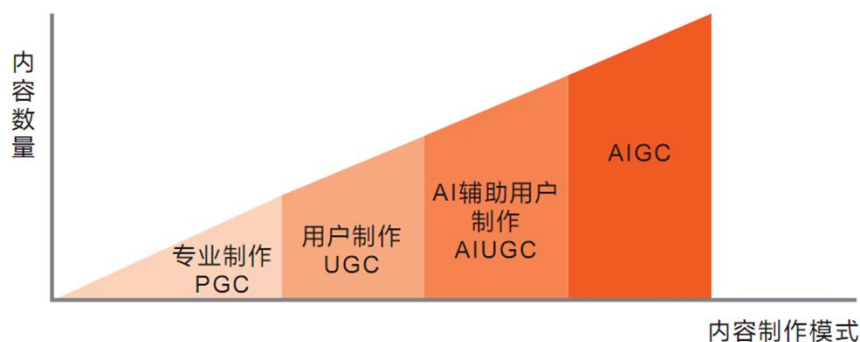


# 1. 人工智能快速发展，AIDC基石迎高速建设期

# 1.人工智能快速发展，AIDC基石迎高速建设期

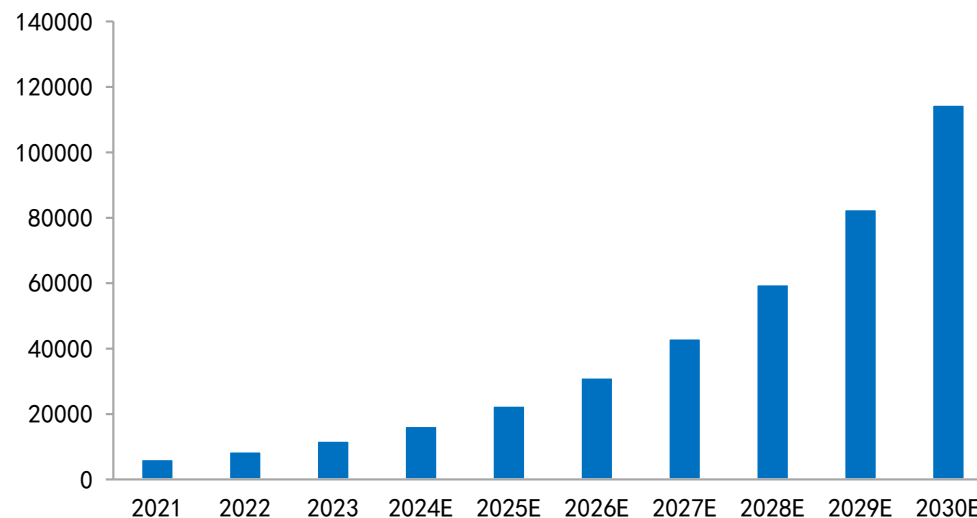
- 通算中心向智算中心升级，全球AI市场有望实现高速增长。**通算中心主要以云计算为主，随着生成式人工智能(AIGC)的出现，通算中心（传统数据中心）已逐渐无法满足日益增长的计算需求，智算中心（AIDC）应运而生，支持大规模的数据处理等智能算法需求。各国争相布局智算市场，中国云计算、大数据以及物联网等企业在智算中心逐步探索摸索和推广应用阶段，美国凭借云计算、大数据等先进技术上的优势和研发能力，在智算中心技术创新和应用渠道显著成就。根据PrecedenceResearch的市场预测2023-2030年，全球AI市场规模CAGR有望达到35%。

图表：生成式人工智能AIGC引发范式革命



资料来源：《智算中心基础设施演进白皮书》维谛技术，华安证券研究所

图表：AI全球市场规模及预测（单位：亿元人民币）

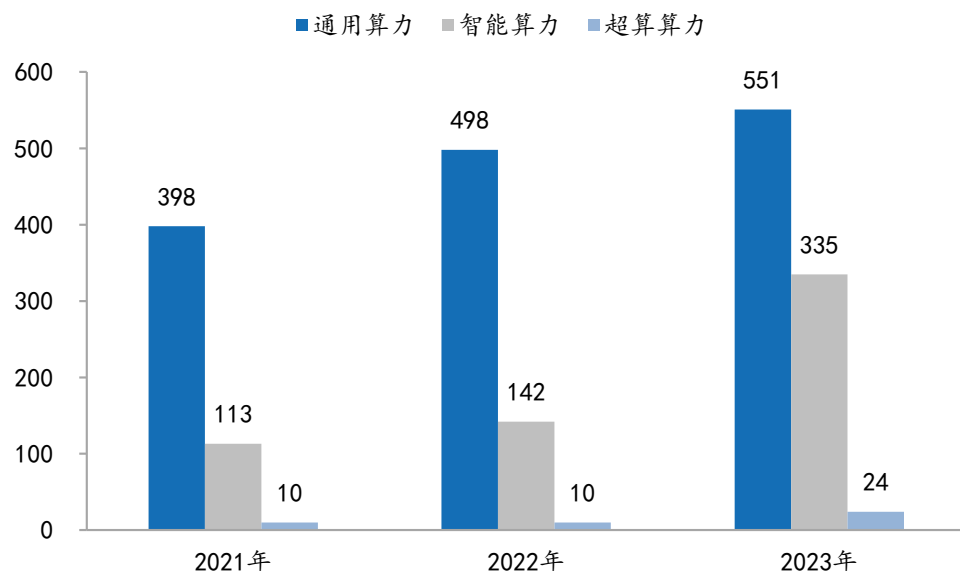


资料来源：《智算中心基础设施演进白皮书》维谛技术，华安证券研究所

# 1.人工智能快速发展，AIDC基石迎高速建设期

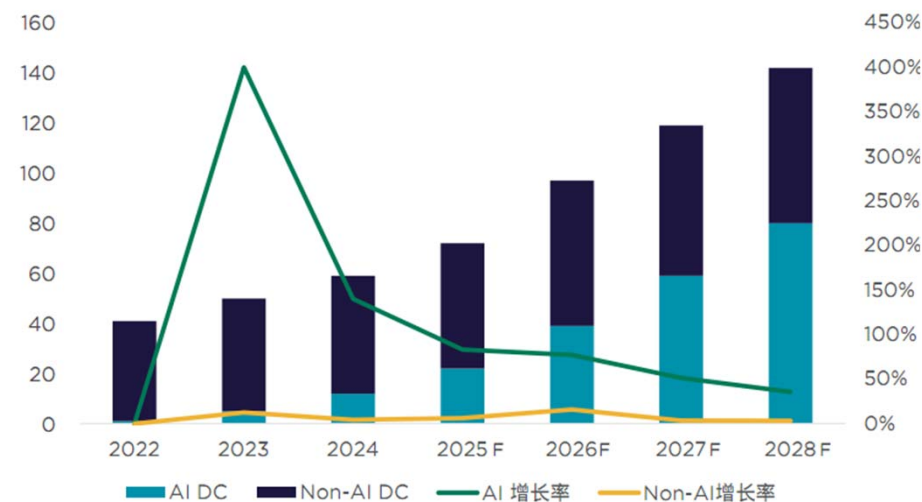
- 全球算力增长强劲，带动电力需求快速扩张。在人工智能快速发展下，计算数据量呈指数级增长，对算力的需求也呈爆发式增长。根据中国信息通信研究院数据，截至2023年底，全球算力总规模约910EFLOPS（FP32），同比增长40%。其中，智能算力规模达335EFLOPS，同比大幅增长136%，增速远超整体算力规模。算力规模地不断扩大，拉动数据中心用电量的需求，根据SemiAnalysis统计预测，全球数据中心核心IT电力需求将从2023年的49GW增长至2026年的96GW，智算中心驱动的电力需求占到增量的85%，智能算力需求正成为推动数据中心发展的核心动力。

图表：全球算力总规模（单位：EFLOPS）



资料来源：《数据中心智算化升级改造白皮书（2024）》、华安证券研究所

图表：全球核心IT电力需求（单位：GW）

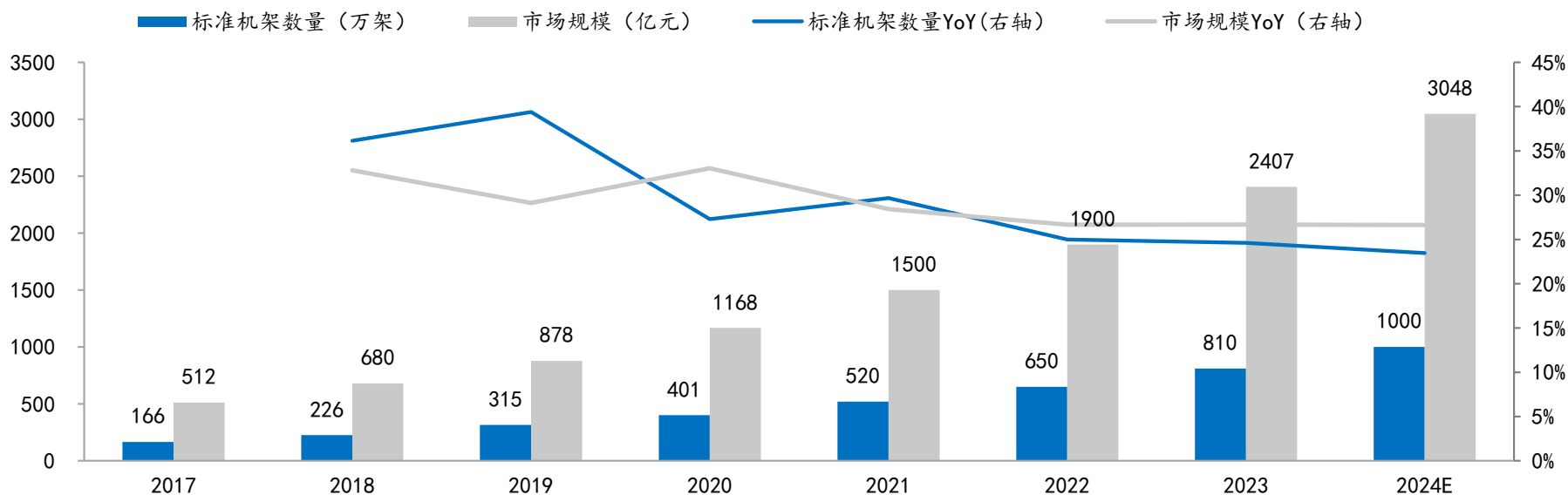


资料来源：《数据中心行业投资与价值洞察》、华安证券研究所

# 1.人工智能快速发展，AIDC基石迎高速建设期

- 中国算力规模持续增长，智算潜力巨大。国内算力市场增长同样增长强劲。自2017年以来，数据中心行业市场规模以及机架规模实现双位数增长。2024年国内数据中心行业市场规模预计将达到3048亿元，标准机架规模将突破1000万架，两项数据预计实现同比超过20%的高速增长。智算需求的兴起，为中国数据中心市场注入了新的活力。

图表：国内数据中心标准机架数量及市场规模



资料来源：《数据中心行业投资与价值洞察》、华安证券研究所

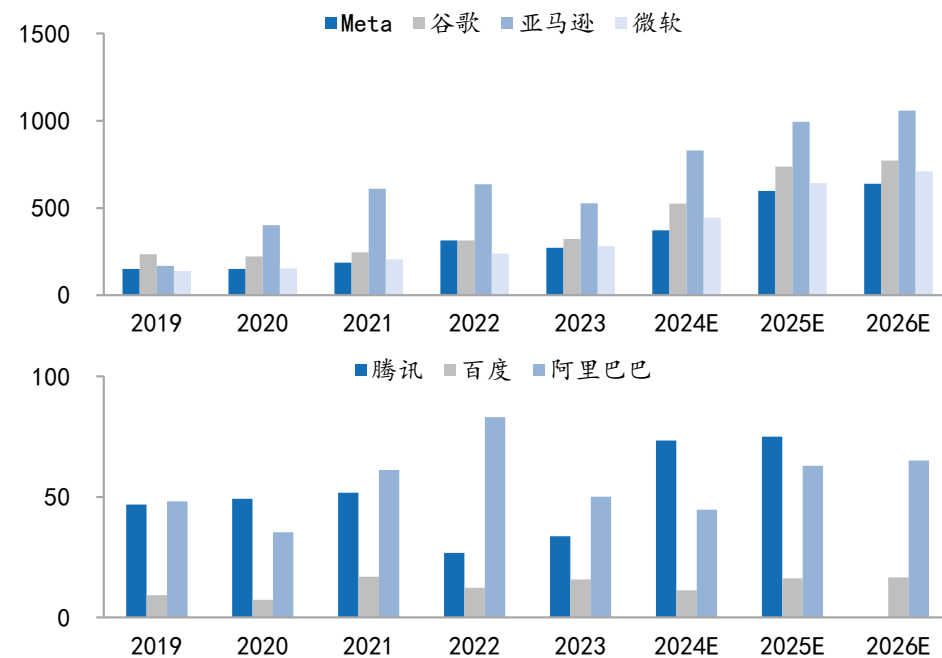
# 1.人工智能快速发展，AIDC基石迎高速建设期

- 海内外AI巨头资本开支2025年有望实现高速增长。根据Bloomberg一致预期，海内外AI大厂2025年资本开支有望实现高速增长，带动相关设备投资。海外大厂，如Meta、谷歌、亚马逊和微软，预计2025年合计资本开支达到2971.95亿美元，同比增长36.79%。国内大厂，如腾讯、百度和阿里巴巴，预计2025年合计资本开支达到154.20亿美元，同比增长19.08%。

图表：海内外AI大厂资本开支一致预期（单位：亿美元）

	2019	2020	2021	2022	2023	2024E	2025E	2026E
海外								
Meta	151.02	151.63	186.90	314.31	272.66	372.56	597.45	639.36
谷歌	235.48	222.81	246.40	314.85	322.51	525.35	736.90	772.55
亚马逊	168.61	401.40	610.53	636.45	527.29	829.99	994.34	1058.72
微软	139.25	154.41	206.22	238.86	281.07	444.77	643.26	709.57
合计	694.36	930.25	1250.05	1504.47	1403.53	2172.67	2971.95	3180.20
YoY		33.97%	34.38%	20.35%	-6.71%	54.80%	36.79%	7.01%
国内								
腾讯	46.87	49.27	51.78	26.79	33.74	73.42	75.04	
百度	9.31	7.38	16.90	12.32	15.80	11.30	16.24	16.67
阿里巴巴	48.19	35.41	61.23	83.11	50.14	44.77	62.92	65.12
合计	104.36	92.06	129.90	122.22	99.68	129.49	154.20	81.79
YoY		-11.79%	41.11%	-5.92%	-18.44%	29.90%	19.08%	

资料来源：Bloomberg、华安证券研究所



# 1.人工智能快速发展，AIDC基石迎高速建设期

- 智算中心集群化模式攀升，机柜功耗密度提升。智算用户注重数据智能处理和应用，提供个性化服务，在硬件上更注重使用GPU专用芯片，基于智算中心用户在高度集群化的GPU集群、功能、硬件等方面的诉求，智算中心GPU芯片算力不断提升，设计功耗伴随提升。目前H100/H200/H800等芯片TDP设计功耗已达到700W，B200达1000W，GB200已达到2700W功耗。

图表：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
显存宽带	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)	X	2P	2P	2P	3.5P	4.5P	5P	10P
FP6稠密算力 (FLOPS)	X	X	X	X	3.5P	4.5P	5P	10P
FP4稠密算力 (FLOPS)	X	X	X	X	7P	9P	10P	20P
NVLink宽带	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

资料来源：《智算中心基础设施演进白皮书》维谛技术，华安证券研究所

# 1.人工智能快速发展，AIDC基石迎高速建设期

- AI服务器功耗增加，用电量随之提升。AI服务器由8卡GPU或NPU模组构成，基于芯片的功耗数值，每台AI服务器的功耗在5-10kW。进一步由服务器组成整体机柜时，机柜的功率密度将达到40kW以上。以英伟达为例，DGX架构8卡GPUH100服务器额定功耗为10.2kW，安装4台服务器的风冷机柜功耗为42kW。新一代的GB200架构中，NVL36机柜功率密度为72kW，NVL72液冷机柜功率密度则为120kW。服务器功耗的提升，将进一步推升数据中心的整体用电量。

图表：不同规格服务器架构对应参数表

架构	HGXA100	HGXH100	HGXH200	HGXB100	HGXB200
	8xA100SXM	8xH100SXM	8xH200SXM	8xB100SXM	8xB200SXM
	Ampere	Hopper		Blackwell	
显存大小	640GB	1.1TB	1.1TB	1.44/1.5TB	1.44/1.5TB
显存带宽	8x2TB/s	8x3.35TB/s	8x4.8TB/s	8x8TB/s	8x8TB/s
FP16稠密算力 (FLOPS)	2.4P	8P	8P	14P	18P
INT8稠密算力 (OPS)	4.8P	16P	16P	28P	36P
FP8稠密算力 (FLOPS)	X	16P	16P	28P	36P
FP6稠密算力 (FLOPS)	X	X	X	28P	36P
FP4稠密算力 (FLOPS)	X	X	X	56P	72P
GPU-to-GPU带宽	600GB/s	900GB/s	900GB/s	1.8TB/s	1.8TB/s
NVLink带宽	4.8TB/s	7.2TB/s	7.2TB/s	14.4TB/s	14.4TB/s
以太网网络	200Gb/s	400Gb/s+200Gb/s	400Gb/s+200Gb/s	2x400Gb/s	2x400Gb/s
IB网络	8x200Gb/s	8x400Gb/s	8x400Gb/s	8x400Gb/s	8x400Gb/s
GPU功耗	3.2kW	5.6kW	5.6kW	5.6kW	8kW
总功耗	6.5kW	10.2kW	10.2kW	10.2kW	14.3kW

资料来源：《智算中心基础设施演进白皮书》维谛技术，华安证券研究所

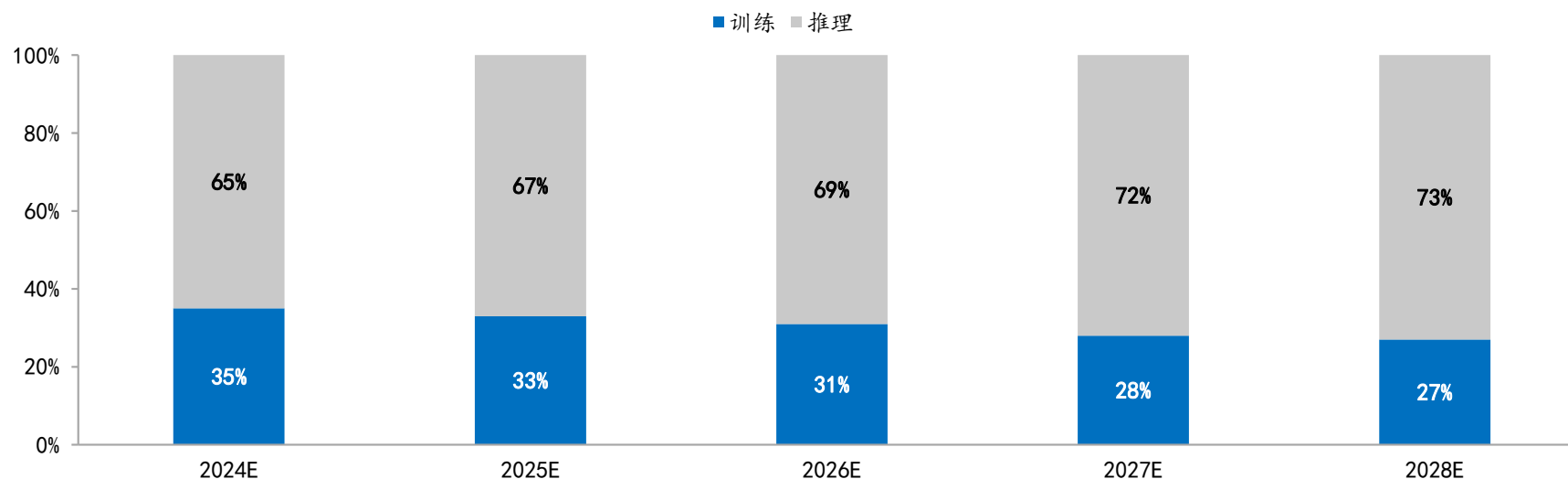


## 2.推理业务负载占比提升，AIDC对供电设备要求升级

## 2. 推理业务负载占比提升，AIDC对供电设备要求升级

- 智算负载升级供电挑战，供电系统要求升级。通算中心采用来自两个不同的两路市电作为电源，采用柴油发电机作为备用电源。当某路市电故障，另一路市电能迅速接入，当两路市电完全中断时，柴油发电机自动启动供电，同时配置不间断电源UPS和电池，确保柴发启动前的电力系统不会中断。智算中心的供电连续性要求发生变化，并不是所有负载都需要不间断供电。智算中心的推理业务负载属于关键型负载，如推理、存储与云服务仍需配置后备电源，而训练业务则属于可间断负载。当发生故障或断电，训练业务负载将模型保存为“检查点”，电源恢复后可以从中断点继续运行。推理业务未来预期占比提升，将对数据中心供电系统的供电可靠性提出更高的要求。

图表：中国人工智能服务器工作负载预测，2024-2028



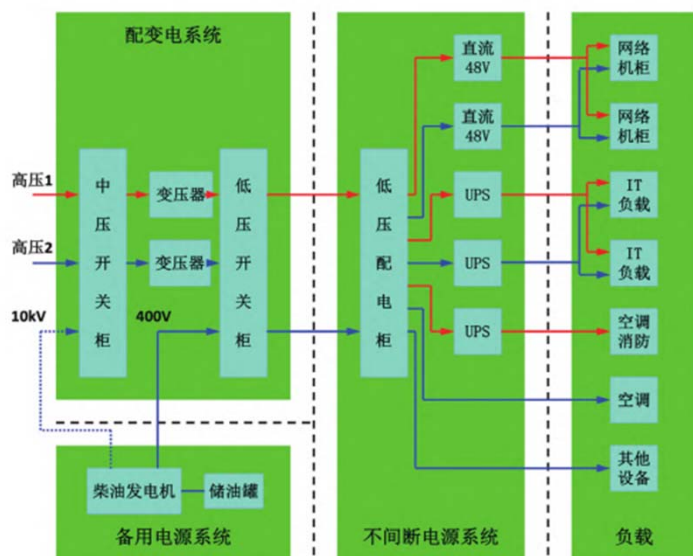
资料来源：《智算中心基础设施演进白皮书》维谛技术、《2025年中国人工智能算力发展评估报告》IDCI浪潮信息、华安证券研究所



## 2. 推理业务负载占比提升，AIDC对供电设备要求升级

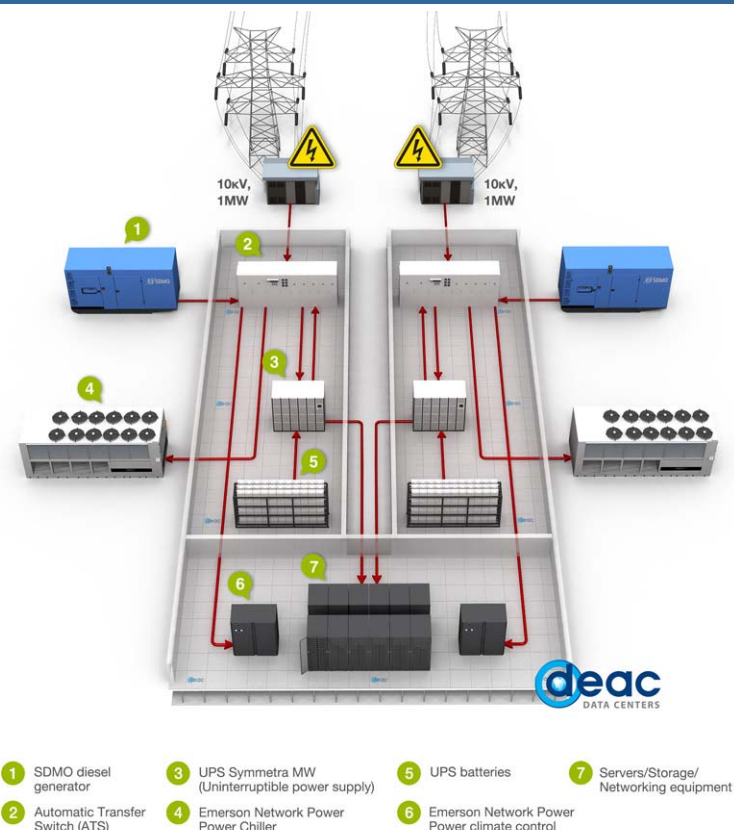
- 数据中心供配电系统涉及多个层级。数据中心供配电系统是从高压输入点至终端负载的整个电路系统，分为配电系统、备用电源系统、不间断电源系统等。包含变压器、中压开关柜、低压开关柜、低压配电柜、自动转换开关、UPS/HVDC等设备。

图表：数据中心供配电系统组成



资料来源：《全面掌控数据中心供配电系统》、华安证券研究所

图表：数据中心供配电系统概览图



资料来源：DataCentersMap、华安证券研究所



## 2. 推理业务负载占比提升，AIDC对供电设备要求升级

- 为保障数据中心容错率，A级数据中心多采用2N架构。根据国内国家标准，数据中心根据机房提供冗余等级分别为A、B、C三个等级。国际与美国数据中心等级则分为四个等级，高等级数据中心对系统配电架构冗余要求更高，满足负载用电需求同时，预留备用系统，多电源系统冗余能够克服电源系统存在的单点故障瓶颈，增强供电系统可靠性。

图表：中美数据中心供配电冗余等级分类

图表：国内外标准所描述的不同等级的数据中心之间的对应关系

GB50174			
CLASSA类-容错型	CLASSB类-冗余型	CLASSC类-基本型	
电子信息系统运行中断将造成重大的经济损失； 电子信息系统运行中断将造成公共场所秩序严重混乱。	电子信息系统运行中断将造成较大的经济损失； 电子信息系统运行中断将造成公共场所秩序混乱。	不属于A级或B级的电子信息系统机房应为C级。	
机房内的场地设施应按容错系统配置，在电子信息系统运行期间，场地设施不应因操作失误、设备故障、外电源中断、维护和检修而导致电子信息系统运行中断。			
机房内的场地设施应按冗余要求配置，在系统运行期间，场地设施在冗余能力范围内，不应因设备故障而导致电子信息系统运行中断。			
机房内的场地设施应按基本要求配置，在场地设施正常运行情况下，应保证电子信息系统运行不中断。			
UptimeTiers			
TierIV	TierIII	TierII	TierI
容错	可同时维护	冗余	基本
99.995%	99.98%	99.75%	99.67%
<0.438小时	<1.752小时	<21.9小时	<28.908小时

GB50174	UptimeTier	性能要求	系统配置
A级	TierIV	容错型配置。在数据中心运行期间，场地设施不因硬件设备故障、人为操作失误、外界电源中断、维护和检修等致使系统运行中断。	2N、2(N+1)
	TierIII	冗余型配置。在数据中心运行期间，场地设施不因硬件设备故障、外界电源中断、维护和检修等致使系统运行中断。	N+1双系统供电一主一备
B级	TierII	冗余型配置。在数据中心运行期间，场地设施在冗余范围内不因硬件设备故障、外界电源中断致使系统运行中断。	N+1
C级	TierI	场地设施按基本要求配置，在场地设施正常运行情况下，保证信息系统的运行不中断。	N

同时具有多个、独立的、物理隔离的系统来提供冗余容量组件以及多个、独立的、多种不同的、主用的分配路径同时为关键环境服务。

拥有冗余容量组件，以及多个独立分配路径来为关键系统提供服务。

拥有冗余容量组件，以及单一的非冗余分配路径来为关键环境提供服务。

没有冗余容量组件，只有一个单一的冗余分配路径来为关键环境提供服务。

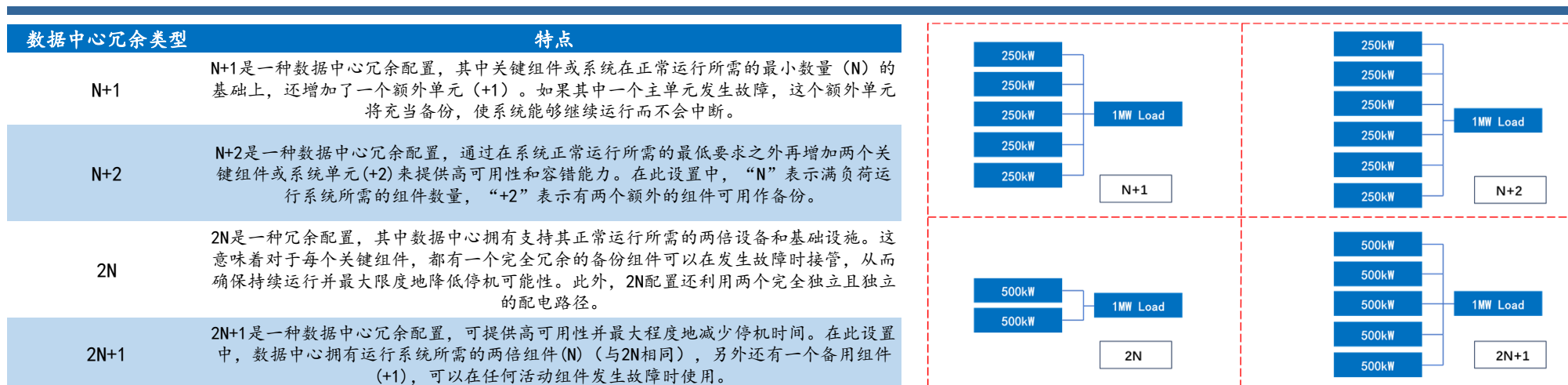
资料来源：《数据中心行业分析报告》伊顿、华安证券研究所

资料来源：《数据中心行业分析报告》伊顿、华安证券研究所

## 2. 推理业务负载占比提升，AIDC对供电设备要求升级

- 数据中心冗余提升其可靠性，同时所需设备量增加。冗余可实现应用程序和服务的高可用性，通常为99.99%（称为“四个9”）或99.999%（“五个9”）。借助多个冗余组件，如果一个组件发生故障，另一个组件可以无缝接管，确保用户不间断访问。用于数据中心冗余的主要设备包含：电力基础设施，包括UPS、备用发电机（柴发）、配电装置（PDU、中低压柜）和变压器等；冷却系统设备，包括空调机组、多个冷却塔等；网络连接，包括交换机、路由器等；存储系统；服务器等。根据国标和国际标准要求，冗余架构通常包含N、N+1、N+2、2N和2N+1。
- “N”指的是数据中心满负荷运行所需的容量或组件的基准水平。例如，如果数据中心需要3个UPS模块才能满负荷运行，则“N”等于3。数据中心可以对同一设施内的各种组件采用不同的冗余模型。例如，UPS系统可能配置为2N，而冷却系统则以N+1运行。

图表：数据中心冗余特点介绍



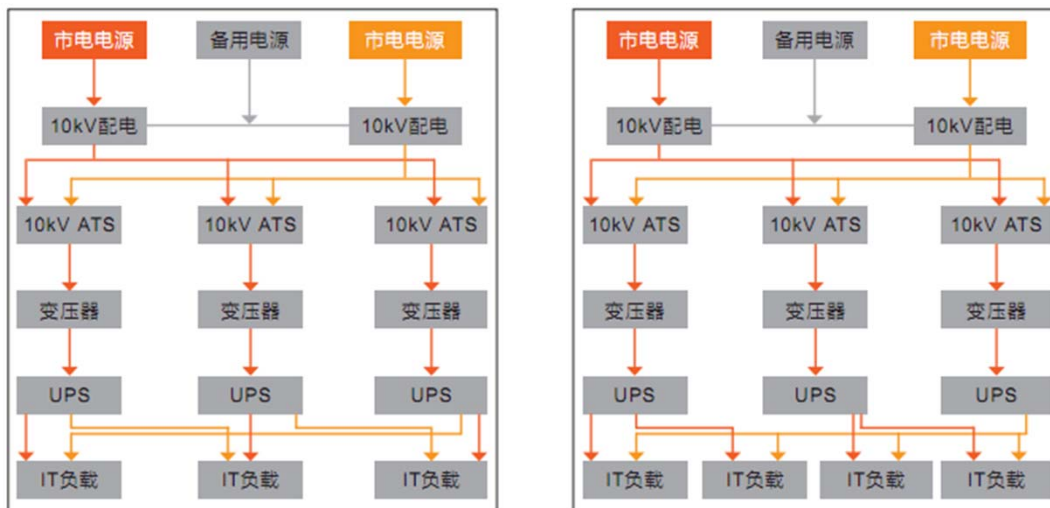
资料来源：DgtrlInfra、华安证券研究所



## 2. 推理业务负载占比提升，AIDC对供电设备要求升级

- DR/RR架构降低电气复杂度，提升空间利用率。智算中心需要简化配电架构设计以提升系统利用率，降低配电设备的占地面积，DR (DistributedRedundancy) /RR (ReserveRedundancy) /N+1简化架构将得到进一步的推广和应用。与传统2N架构相比，DR架构和RR架构，在简化架构供电系统的利用率明显提升，DR/RR架构的建设成本和运行成本也比2N架构降低10%，配电设备数量和占地空间明显减少。以传统2N架构为基准，单位面积下，DR架构算力提升33%，RR架构算力提升50%。

图表：DR、RR供电系统系统构架示意图



DR供电系统

RR供电系统

资料来源：《智算中心基础设施演进白皮书》维谛技术，华安证券研究所

图表：DR、RR供电系统系统构架特点与应用现状

架构	特点	应用现状
DR机构	属于“手拉手”结构，每台变压器10kV进线均采用双电源系统切换，组成三套独立的系统，每套系统都可以作为备份的冗余，末端的负载，由不间断电源UPS交叉供电，变压器负载率在66%以下，任何一套系统的故障都不影响系统的运行，可用性99.998%。	DR架构在海外数据中心使用较多，国内较少使用。DR架构中配电设备使用减少接近25%，电源设备成本低。但由于设备和电缆路由难以实现物理隔离，发生故障时负载分别转移到其他电源，故障定位时间较长。
RR架构	有一套固定的设备作为冗余备用系统，这套系统正常是不工作的。主用系统长期满载，备用系统处于长期空载，当任何一套主用系统断电或维修时，它所承担的负载由备用系统承载。RR架构属于N+1配置，建设成本低，可用性99.995%，可靠性满足基本要求。设备和电缆路由可以实现物理隔离，但系统架构复杂、运维难度偏高。	RR架构在三大通信运营商的通信机房较多使用，而数据中心使用较少。RR架构可以使智算中心的供电系统的利用率从50%提升到N/(N+1)，同时将占地面积减少(N-1)/2N。

资料来源：《智算中心基础设施演进白皮书》维谛技术，华安证券研究所

### 3.AIDC推动电力设备容量升级，关注量增、价增环节

### 3.AIDC推动电力设备容量升级，关注量增、价增环节

- 智算中心要求运算更高效、能量密度更高，电力设备容量走向大型化。由于智算数据中心IT系统功率快速提升，现有2500kVA变压器在占地及系统容量上不具备优势，变压器容量出现向3150kVA及更大容量变化趋势，考虑到UPS并机台数限制，现有600kVAUPS主机在适配更大并机系统容量上面临挑战。UPS单机容量由600kVA提升至1MVA及1.2MVA，减少并机台数，同时可进一步节省系统占地及后期运维成本，成为演进的趋势。UPS需要持续提升功率密度，减小设备占地，以改善供配电设备辅助占比。以600kVAUPS为例，业界常规占地宽度一般为1200mm，但业界已有头部厂商通过架构及器件创新，将宽度缩减至600mm，功率密度提升100%，占地面积下降50%。

图表：600kVAUPS功率密度提升

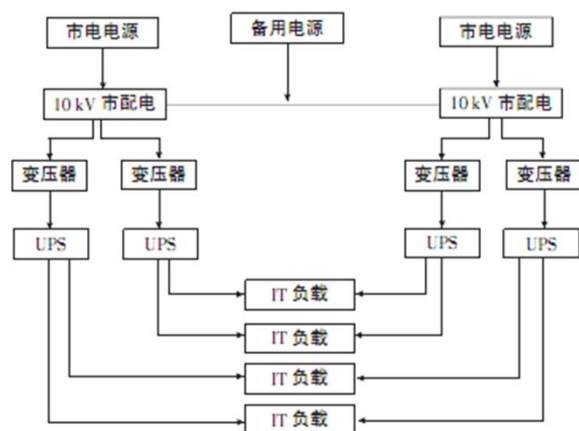


资料来源：《智算中心基础设施演进白皮书》维谛技术，华安证券研究所

### 3.AIDC推动电力设备容量升级，关注量增、价增环节

- 智算中心对冗余、宕机时间要求更高，A级数据中心2N架构提升供配电设备需求。由于智算中心中进行推理任务占比提升，对数据中心供电稳定性要求更高，电力架构上要求有更高冗余和更短宕机时间，2N架构能够满足智算中心的新需求。2N架构由2个供配电单元组成，每个单元均能满足全部负载的用电需求，2个单元同时工作，互为备用。正常运行时每个单元向负载提供50%的电能当一个单元因故障停止运行时另一个单元向负载提供100%的电能。

图表：2N系统配电架构



资料来源：《全面掌控数据中心供配电系统》，华安证券研究所

图表：GB50174-2017对数据中心的分级

项目	A级	B级	C级
供电电源	应由双重电源供电	宜由双重电源供电	两回线路供电
供电冗余	2N	N+1	N
柴油发电机	N+X	N+1	-
柴油发电机的基本容量	应包括不间断电源(UPS)系统的基本容量空调和制冷设备的基本容量		-
储油量	12h	-	-
UPS配置	2N或2N+1	N+1	N
UPS系统电池最少备用时间	15min	7min	根据实际需求确定
空调系统配电	双路电源(其中至少一路为应急电源)末端切换,放射式配电	双路电源末端切换,放射式配电	放射式配电

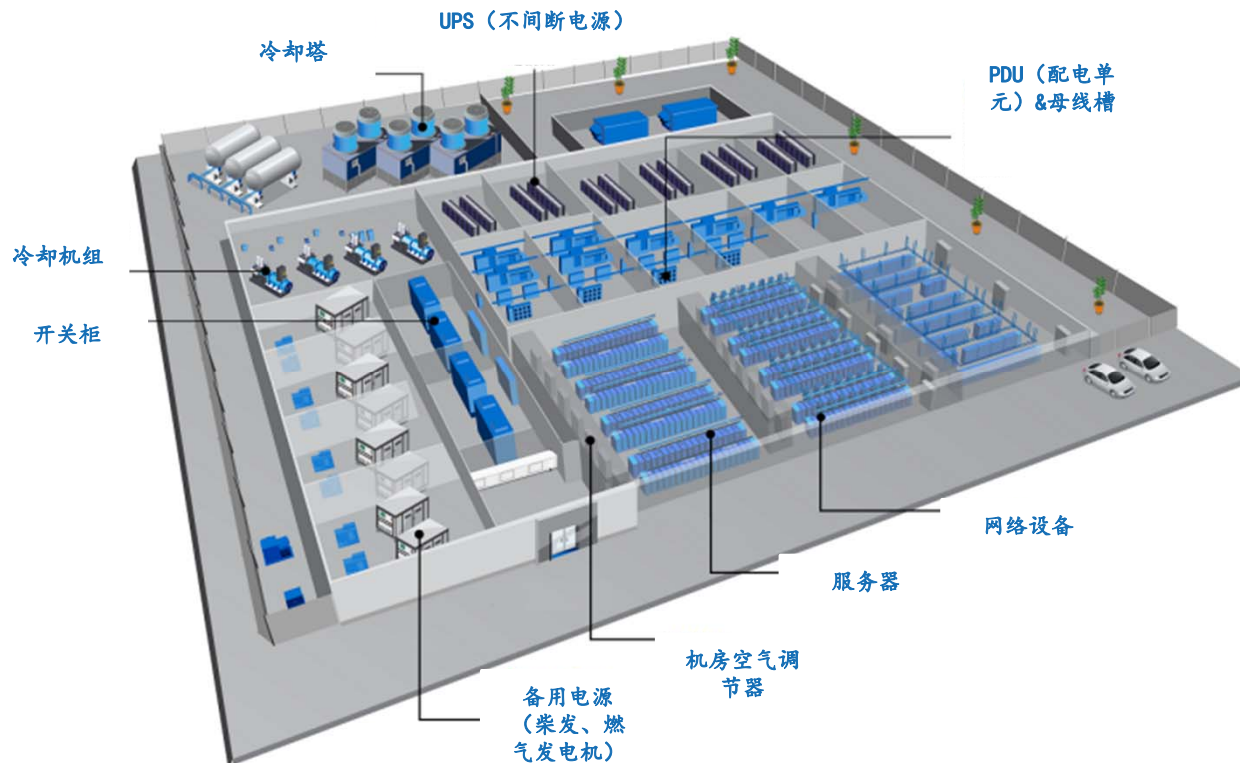
资料来源：《大型数据中心供配电系统设计》，华安证券研究所



### 3.AIDC推动电力设备容量升级，关注量增、价增环节

- AIDC传统配电系统包含开关柜等设备，不间断电源关注不同技术路线的渗透率提升。数据中心传统配电系统技术路线中，从电网侧接入的10kV电源线路引入用户起，经过高、低压供配电设备为止的电路系统，主要包括市电引入、变电站、高压配电设备-高压配电系统（中/高压开关柜），柴油发电机系统、自动转换开关系统（ATS）、干式变压器、输入低压配电系统（低压开关柜）、不间断电源系统（UPS/HVDC/巴拿马电源）、列头柜/母线槽配电系统和机架配电系统。技术路线上，不间断电源环节主要包含传统交流UPS、高压直流不间断电源（HVDC）和巴拿马电源，可关注不同电源在AIDC中的适配情况。

图表：数据中心关键设备概览



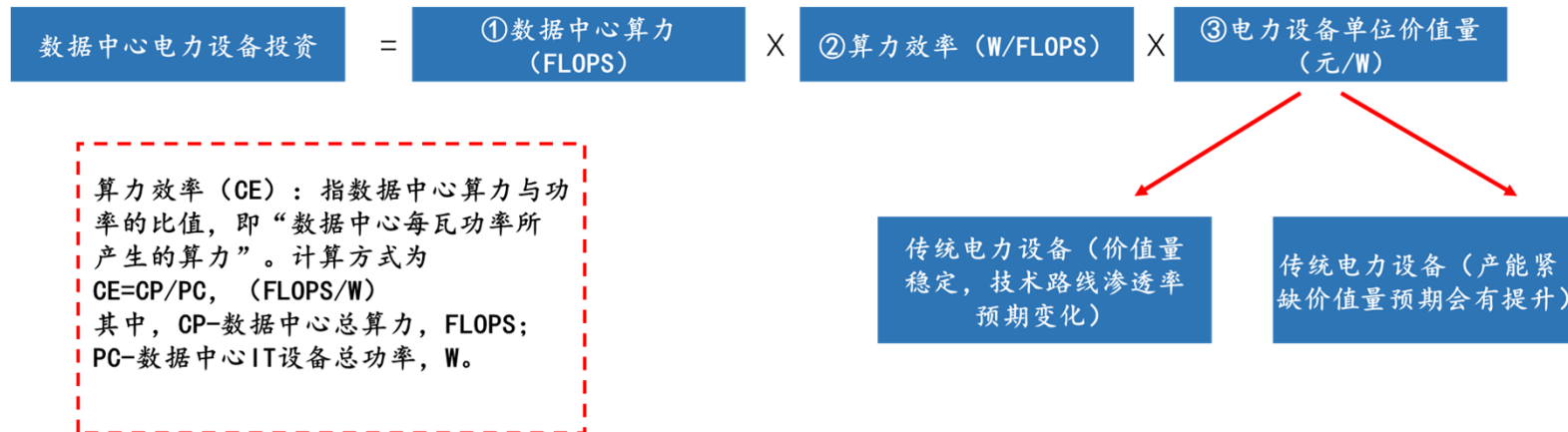
资料来源：《浅析数据中心供配电架构》，《全面掌控数据中心供配电系统》，BofA，华安证券研究所



## 3.1 不间断电源环节，关注各技术路线渗透情况

- 关注不间断电源环节不同技术路线，以及备用电源环节。数据中心的电力设备投资建设额可以简化为根据数据中心算力以及算力效率计算得到数据中心整理所需的电力设备功率，在根据不同环节的电力设备的单位投资额对各个环节进行投资测算，传统输配电系统设备技术较为成熟，如开关柜、变压器等环节，成熟路线下的产品价格亦较为稳定，整体环节投资跟随数据中心算力增长通过“量增”扩大规模。不间断电源环节，涉及多个技术路线，包括交流UPS、高压直流不间断电源HVDC和巴拿马电源等，可关注不同技术路线渗透率结构变化带来的投资机会。另外如备用电源，如柴油发电机环节，在产能紧张的情况下，有望在“量增”的同时实现“价增”。

图表：数据中心投资路线图



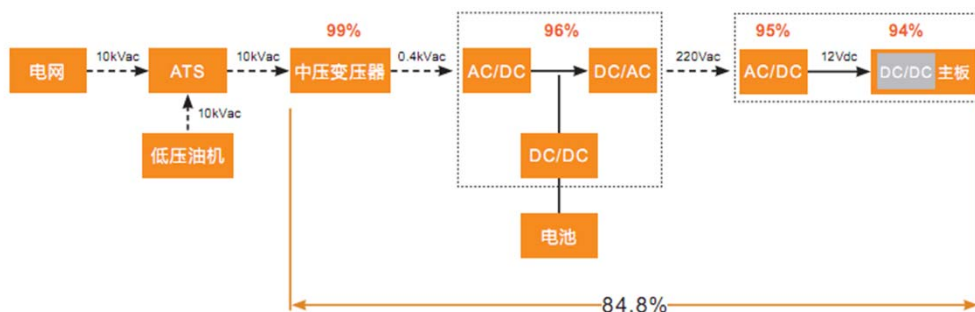
资料来源：《数据中心智算升级改造白皮书》CIDC，华安证券研究所

### 3.1.1 UPS仍是主流方案，向高效、高密度演进

- 国内外数据中心大多采用交流UPS技术，增加数据中心空间利用率与供电效率。目前交流UPS作为IT设备的供电主流方式，仍占据相当大的比例，一般采用2N双母线方式给服务器提供双路电源保障。在输入侧掉电时，电池电能经过DC/DC适配器，变换到UPS内部直流母线上，再经过逆变环节变换成交流电，给后方的IT设备供电。
- UPS向MW级，高效及高密度演进。近年来，国家陆续发布UPS相关政策，引导UPS技术发展，大功率模块化UPS作为数据中心机房整体模块化解决方案的重要产品之一。数据中心节能降碳技术重点发展高频、大功率、模块化UPS技术。目前，通算中心主流UPS容量为400/500/600kVA，智算中心向MW级，高效化及高密化演进。

图表：传统交流UPS全链路供电架构及效率

图表：600kVA UPS功率密度提升



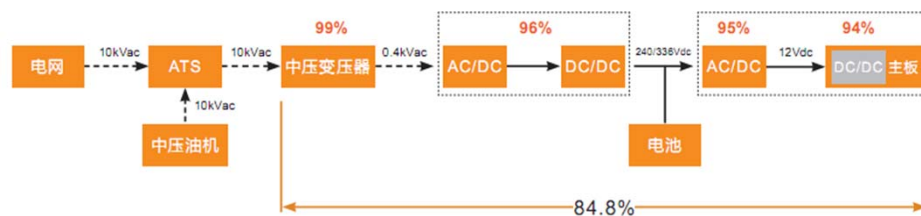
资料来源：《运营商全直流供电方案》维谛技术，华安证券研究所

资料来源：《巴拿马供电技术白皮书》ODCC，华安证券研究所

### 3.1.2 HVDC具备高能效与高效率，实现真正的不间断供电

- HVDC较UPS少一级变换，节能效果更好。高压直流供配电技术（HVDC）就是在供配电系统中将交流电进行转换，转换为稳定的直流电，然后再应用到供配电中。在特点上HVDC供配电技术不存在感抗，容抗也在线路中不起作用，不存在同步问题。由于UPS中电池配置在逆变器前段，当逆变器发生故障时，电池不能给IT负载提供电力，HVDC较UPS少了一级逆变过程，电池配置在近负载侧，停电时真正实现不间断供电。
- HVDC电能耗因子更小，建设成本较UPS更低。负载小于80%时HVDC的电能耗因子小于UPS，前述可知在AIDC中常设置2N冗余，变压器的负载率在正常情况下一般不高于50%，HVDC在相同情况下能耗更低。并且成本也较UPS有一定优势，建设一个120kVA的UPS供配电系统和2套50kVA的HVDC，HVDC成本有70%左右降低，占地面积也会大量减少，系统运营成本降低20%左右。

图表：传统交流UPS全链路供电架构及效率



资料来源：《运营商全直流供电方案》维谛技术，华安证券研究所

图表：HVDC特点以及HVDC与UPS能耗对比

HVDC特点	
可靠性	HVDC在直流配电的末端，能够利用多母线冗余技术保证系统供电的可靠性。而且在系统中存在电力电子变换器，这种变换器能够在系统内部形成一个具有自我保护的区域，在这个区域内如果出现故障，系统会进行自修护，不会影响在这个区域外各系统的正常工作。
高效性	直流供电系统简化系统结构，在电源结构和服务器的架构上减少了一个直流变交流的逆变器和交流变直流的整流器，从而有效地提高了整个系统的供电效率，同时件和结构还从根本上降低了系统由于发热造成的电能损耗，还降低了空调损耗，这样保证了系统的高效性。
节电性	因为高压直流供配电技术供电方式的改变，与传统的UPS系统相比，大约节约电能20%左右，这样就可以节约大量的电费。
能耗因子	负载率 (%)
	40                  60                  80                  100
UPS	0.436              0.211              0.145              0.095
HVDC	0.167              0.106              0.081              0.066

资料来源：《数据中心HVDC供配电技术探讨》，华安证券研究所

### 3.1.3 巴拿马电源增加空间利用率，输出侧同时输出交直流

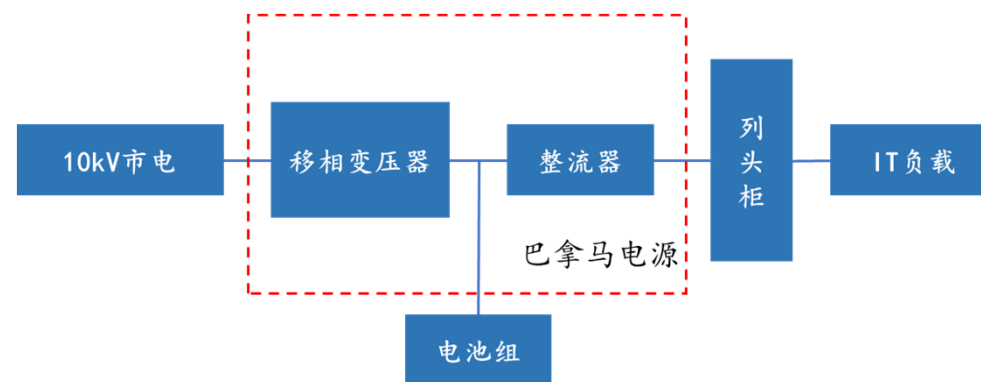
- 巴拿马电源次级同时输出直流、交流，一体化设计更方便安装、输出。巴拿马电源把传统交流10kV输入方式变换为直流240V/336V电源，替代10kV交流配电及变压器等配套设施。系统次级侧直接输出高压直流供电，同时考虑机房仍有部分空调末端采用交流供电，次级侧也能提供部分380V交流输出。巴拿马电源和传统电源有着本质差异，维护人员必须明确掌握新旧电源在输入特性、输出特性、整体特性、可维护性4方面的具体应用情况。

图表：巴拿马电源方案特性

巴拿马电源特性	
输入特性	巴拿马电源本质上属于一套10kV输入系统，在输入10kV市电情况下，巴拿马电源可以在9.3~10.7kV电压波动范围内保持稳定运行工况，符合《电能质量供电电压偏差（GB/T12325—2008）》等现行标准要求，而传统电源在输入电压与额定电压偏差较大时难以维持稳定工况条件。
输出特性	巴拿马电源以240V/360V作为直流电压输出范围，无论是输出范围、压降情况、峰值杂音都和传统直流供电系统较为相似，且悬浮供电方式及电缆颜色标志保持一致。
整体特性	巴拿马电源的输入电压值为10kV，略高于传统电源输入电压，进而对效率、功率因素、稳压精度及输入电压谐波成分造成明显影响。以效率为例，在额定负载率处于10%~100%范围内，巴拿马电源的供电效率略高于传统电源，如在50%~60%额定负载率期间，传统240V直流供电系统的平均效率约为96%，而巴拿马电源系统的平均效率则超过97.5%。
可维护性	可维护性。传统电源系统由大量元器件组成，整体结构较为复杂，如果任意部件出现故障问题，都需要停机开展检修作业，锁定故障点、更换或修复故障元器件后，再把供电系统恢复至正常工况，维护难度较高、维护周期时间长。相比之下，巴拿马电源采取一体化设计方式，把大量模块集中在单台设备上，通过减少多级配电设备台数降低维护难度。同时，采取模块化结构形式，如果设备出现故障问题，维护人员直接更换故障模块即可。

资料来源：《数据中心巴拿马电源技术实践研究》，华安证券研究所

图表：巴拿马电源架构



资料来源：《巴拿马供电技术白皮书》ODCC，华安证券研究所

### 3.1.3 巴拿马电源增加空间利用率，输出侧同时输出交直流

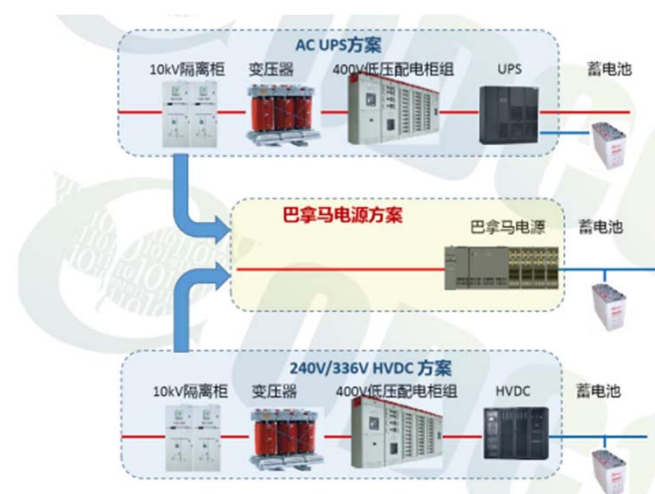
- 巴拿马电源整合变压、配电设备，增加数据中心空间利用率与供电效率。在传统供电系统，架构由10kV外电输入、中压配电、变压器、低压配电、不间断电源、精密列头柜、IT负载等部分组成。而采用巴拿马电源的方案中，架构仅由巴拿马电源、精密列头柜、IT负载构成。巴拿马电源柔性集成了10kVac的配电，隔离变压，模块化整流器和输出配电等环节，采用移相变压器取代工频变压器，并从10kVac到240Vdc整个供电链路做到了优化集成。具有高效率，高可靠性，高功率密度，高功率容量，兼维护方便等特点。相比传统数据中心的供电方案，占地面积减少50%，其设备和工程施工量可节省40%，其功率模块的效率高达98.5%，架构简洁可靠性高。蓄电池单独安装，系统容量可以根据需求进行灵活配置。

图表：巴拿马电源方案组成单元



资料来源：《巴拿马供电技术白皮书》ODCC，华安证券研究所

图表：从传统供电方案到巴拿马供电方案



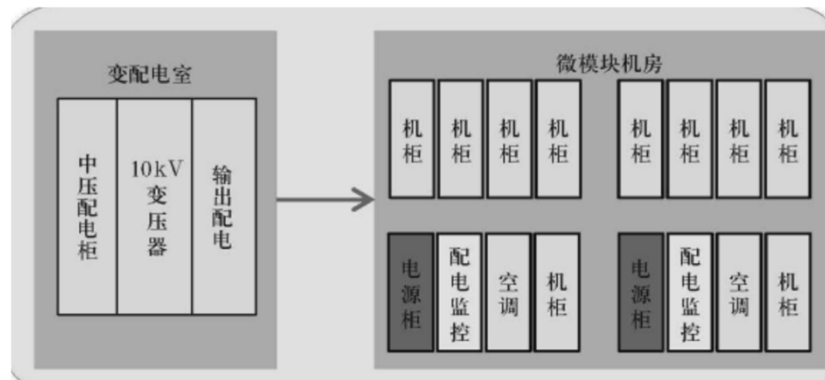
资料来源：《巴拿马供电技术白皮书》ODCC，华安证券研究所



### 3.1.4 分布式电源满足灵活扩容需求，减少集中电力室建设

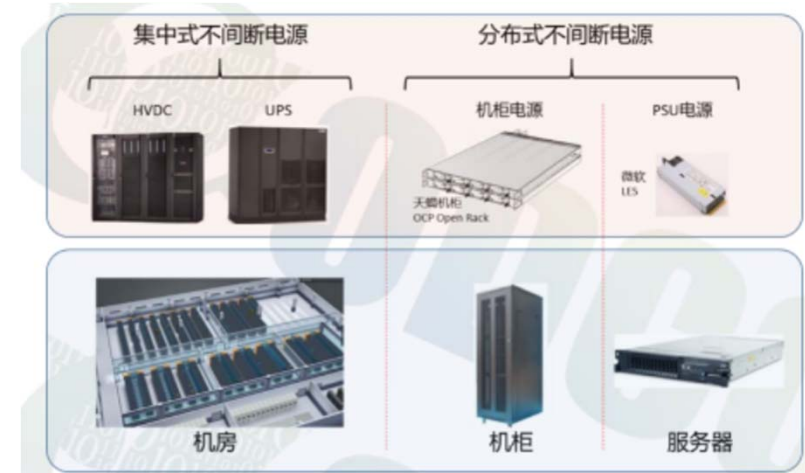
- 分布式灵活扩容，减少集中电力室建设。** 分布式供电电源系统深入负荷中心的供电模式，电源系统模块直接集成在IDC机柜内部。分布式电源模块有多种配置方式，如市电加UPS锂电、市电加高压直流锂电、UPS锂电加UPS锂电。每个机架可按需提供所需电力。由于市电加高压直流锂电方案配置效率较高，这种方案在数据中心的分布式电源方案中占了主导。这种方案采用高压直流技术，主要由输入输出单元、充电模块、锂电池组和输出切换装置等部分组成。市电正常时，由市电和高压直流给负载供电；市电异常或断电时，由后备锂电池给负载提供高压直流电源。可以满足客户灵活扩容的需要，减少集中电力室的建设。但由于配电层级较多，整体效率仍无法做到最高。

图表：分布式电源示意



资料来源：《巴拿马电源在数据中心的应用分析与建议》，华安证券研究所

图表：集中式与分布式不间断供电



资料来源：《巴拿马供电技术白皮书》ODCC，华安证券研究所

### 3.1.5 各不间断电源技术路线各有千秋，HVDC等渗透率有望提升

- **分布式灵活扩容，减少集中电力室建设。**未来随着AIDC对电源稳定性和能效转换效率的不断提升，对高可靠性的HVDC，以及低能耗的巴拿马电源等需求有望提升。HVDC在电压转换环节上减少，可靠性更强，备用电池组可以直接为IT负载供电。巴拿马电源节省配电设备，占地面积更小，供电效率更高。分布式电源则为数据中心扩容改造提供新的解决方案。

图表：数据中心各类电源对比

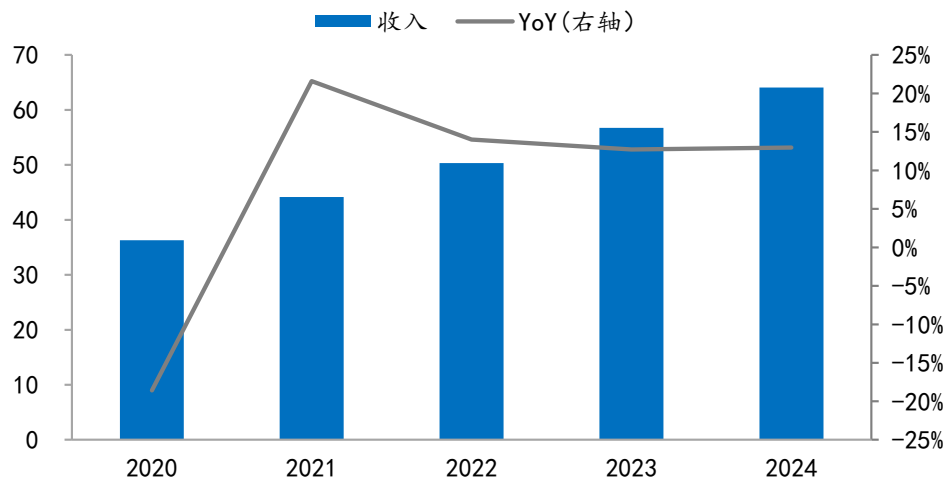
电源分类	集中式电源		分布式电源		一体化电源
典型模式	HVDC	UPS	机柜分布式电源	巴拿马电源	一体化电力模块
配电层级	多	多	较多	少	少
电源损耗	5.0%	5.0%	5.0%	2.5%	3.0%
优点	电压转换环节少，可靠性高	兼容性强	灵活柔性扩容	投资较少，供电效率高，占地面积小	供电效率高，占地面积小，兼容低压油机和母联
缺点	投资大，损耗相对高	投资大，损耗相对高	建设周期长，损耗相对高	不兼容低压油机，不易做低压侧母联	需要做好谐波补偿

资料来源：《巴拿马电源在数据中心的应用分析与建议》，华安证券研究所

## 3.2 柴发价格未来有望提升，或迎量价齐升

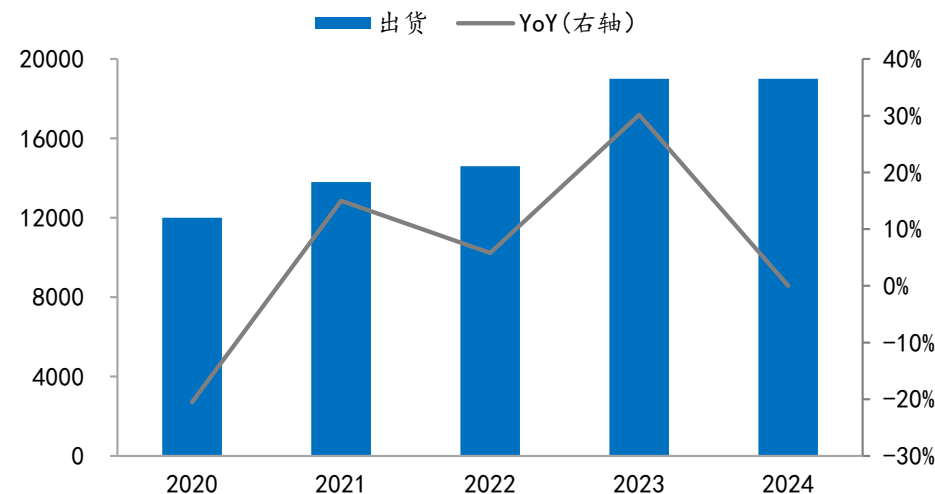
- 柴发价格未来有望替身，或迎量价齐升。根据康明斯2024年业绩交流，公司在发电系统业务上营收创纪录达到64亿美元，同比增长13%，主要受发电机需求的驱动，特别是数据中心市场的需求。预计此部分的增长得益于公司销售发电机容量、发电机价格的上涨和公司经营管理效率的提升。应对强劲的需求，公司计划在美国、英国和印度的生产制造基地投资2亿美元。随着AIDC需求的增长，单机柜的提升，带动整体数据中心功率的提升，考虑到A级数据中心一般采用“N+X”的架构，对柴发的数量需求有望进一步加强，叠加大厂短期内新产能落地需要时间，柴发环节有望迎量价齐升。

图表：康明斯发电系统业务收入（单位：亿美元）



资料来源：Bloomberg，华安证券研究所

图表：康明斯发电业务发货量（单位：个）

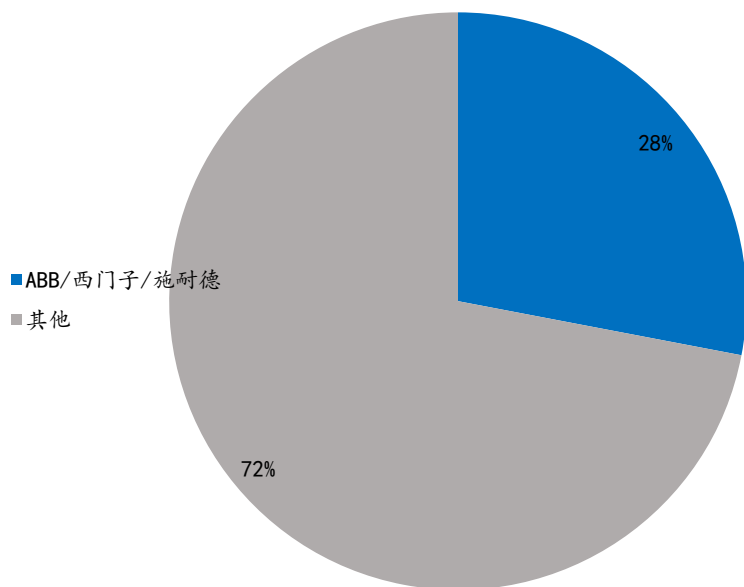


资料来源：Bloomberg，华安证券研究所

### 3.3 开关柜关注下游客户与国产替代，变压器关注固态变压器新方向

- 开关柜市场较为分散，关注国产替代。数据中心传统配电系统技术路线中10kV高压开关柜、低压配电柜没有常用的不同技术路线，但AIDC在冗余配置上一般选用A级数据中心的2N设计，冗余度上的提升，预期将带动开关柜数量需求的成倍增长。开关柜中一般国际品牌厂等授权方向被授权方提供开关柜基本设计方案，由本土成套开关设备厂商进一步完成应用设计、制造、试验等主要工作。根据DCMap数据，2022年国内数据中心开关柜市场份额主要被海外ABB、西门子和施耐德占据，市场格局较为分散，在市场需求扩大下，国内厂商有望通过国产替代，扩大自己份额。

图表：2022年国内数据中心开关柜市场份额



资料来源：DCMap，华安证券研究所

图表：固态变压器在配电系统中的应用

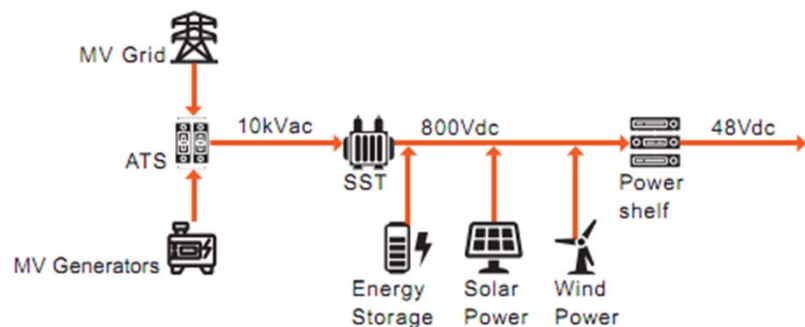
授权第三方名称	产品名称	
施耐德	明阳电气	BLOKSET开关柜、OKKEN 智能低压开关柜、Mvnex中压开关柜
	威腾电气集团股份有限公司	BLOKSET开关柜
	金盘科技	Mvnex中压开关柜、BLOKSET开关柜
	白云电器	BLOKSET开关柜、OKKEN 智能低压开关柜、Mvnex中压开关柜
	法腾电力科技有限公司	BLOKSET低压开关柜、Mvnex中压开关柜
	华核电气股份有限公司	MVnex 高压开关柜、BLOKSET低压开关柜
ABB	明阳电气	MNS 2.0低压开关柜
	安徽得润电气技术有限公司	MNS 2.0低压开关柜
	北京供电福斯特开关设备有限公司	MNS 2.0低压开关柜
	宁波天安(集团)股份有限公司	MNS 2.0低压开关柜
	江苏香江科技股份有限公司	MNS 2.0低压开关柜
	上海汉泰电气有限公司	MNS 2.0低压开关柜
西门子	明阳电气	SIVACON-8PT低压开关柜
	金盘科技	SIVACON-8PT低压开关柜
	白云电器	SIVACON-8PT低压开关柜
	福建森源电力设备有限公司	SIVACON-8PT低压开关柜
	广东华力电气股份有限公司	SIVACON-8PT低压开关柜
	吉林省金冠电气股份有限公司	SIVACON-8PT低压开关柜

资料来源：明阳电气招股书，华安证券研究所

### 3.3 开关柜关注下游客户与国产替代，变压器关注固态变压器新方向

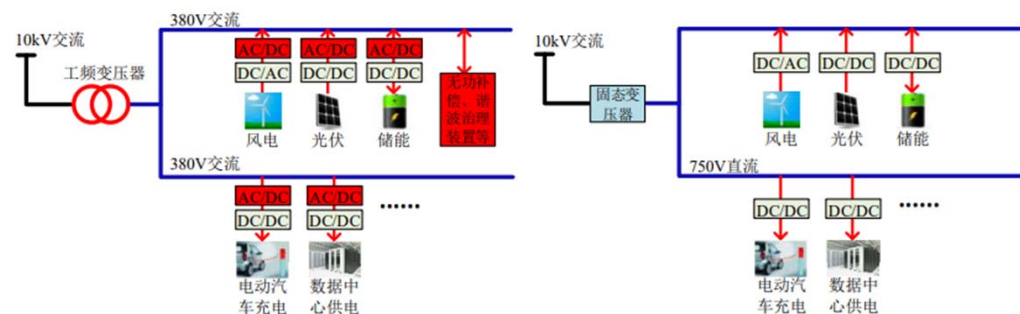
- 固态变压器具备无功调节等优点，适配新能源数据中心。**随着数据中心节能减碳力度的加大，尤其是“零碳”、“近零排放”等发展趋势下，新能源将成为数据中心未来电力能源的基础。新能源是直流供电系统，其具有控制快速灵活、系统效率高、供电容量大、线路损耗小、电能质量高、具有无功补偿能力等优点，更适合于分布式电源、储能装置和直流负载的灵活接入，是数据中心电源系统发展的重要方向。为解决智算中心的新能源供给问题，提升空间利用效率，经过多年技术发展，高压直流（HVDC）、巴拿马电源以及固态变压器（SST）等10kV中压直流电源解决方案不断涌现。固态变压器本质上是一类具备中压高频隔离能力的大功率电力电子装置，可以作为中压电网与低压电网之间的接口。由于具备无功调节、潮流控制、谐波抑制和故障保护等功能，它可以灵活地将可再生能源与负荷接入电网。SST还可以减少电压变换的中间环节，提高系统效率。同时，固态变压器一般采用高频变压器来实现电气隔离与电压变换，其工作频率通常为几十甚至几百 kHz，能够大幅度减小隔离变压器的体积和重量，减少配电系统的占地面积。因此SST可广泛应用于：数据中心供电、电动汽车快充电站、中压光伏系统、高铁牵引供电、全电舰船等领域。

图表：直流环节固态变压器



资料来源：《智算中心基础设施演进白皮书》维谛技术，华安证券研究所

图表：固态变压器在配电系统中的应用



资料来源：《固态变压器 AC/DC 级软开关变换技术研究》，华安证券研究所



## 4.投资建议与产业链相关公司梳理

## 4.1 数据中心各环节电力设备价值量测算

- 基于数据中心供配电2N冗余结构，以及各个环节的单位价值量（未考虑单位价值量变化），以及不间断电源各个技术环节的渗透率变化假设，2025年预计不间断电源全球市场空间在241亿美元左右，其中UPS/HVDC/巴拿马电源/一体化电源/分布式电源市场分别为104/39/19/22/58亿美元，柴发环节市场空间在181亿美元左右，开关柜、变压器市场空间分别为151/121亿美元。

图表:各环节市场空间测算

	2023	2024	2025	2026	2027	2028
数据中心总功率预测 (GW)	49	60	75	96	119	145
YoY		23.00%	25.00%	27.43%	24.00%	22.00%
新增数据中心总功率预测 (GW)		11	15	21	23	26
2N架构所需电力设备功率 (GW)	98	121	151	192	238	290
2N架构新增电力设备功率 (GW)		23	30	41	46	52
不同环节单位造价 (百万美元/MW)						
不间断电源	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
开关柜	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
变压器	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
柴油发电机	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
配电单元与母线	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
不同环节市场空间预测 (亿美元)						
不间断电源		180	241	331	369	419
不同技术不间断电源渗透率						
UPS	54%	49%	43%	38%	32%	27%
HVDC	12%	14%	16%	18%	20%	22%
巴拿马电源	6%	7%	8%	9%	10%	11%
一体化电源	6%	8%	9%	11%	12%	14%
分布式电源	22%	23%	24%	25%	26%	27%
UPS		87	104	124	118	111
HVDC		25	39	60	74	92
巴拿马电源		13	19	30	37	46
一体化电源		14	22	35	44	57
分布式电源		41	58	83	96	113
开关柜		113	151	207	230	262
变压器		90	121	165	184	210
柴油发电机		135	181	248	276	314
配电单元与母线		45	60	83	92	105

资料来源: Semianalysis, BofA, 《巴拿马电源在数据中心的应用分析与建议》, 华安证券研究所

## 4.2 产业链公司梳理

- 开关柜
  - (1) 明阳电气：成功中标互联网头部企业字节跳动的火山引擎数据中心项目，提供电力模块等输配电产品。
- 变压器
  - (1) 三变科技：2024年在美国投资设立了全资子公司，之后主变走进了马斯克xAI超级计算机中心。
  - (2) 金盘科技：变压器系列产品满足数据中心使用要求，广泛应用于百度、华为、阿里巴巴等。
  - (3) 伊戈尔：巴拿马电源产品已供应客户试用及验证，积极推进该项业务。
- 不间断电源
  - (1) 中恒电气：公司作为数据中心高压直流（HVDC）绿色供电技术方案先行者，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》。
  - (2) 科华数据：与腾讯、燧原科技、沐曦、亿铸科技等企业均有合作，推出 AI 裸金属租赁、GPU 算力池、云上弹性算力、AI 算力服务平台等多种算力的行业解决方案。
  - (3) 科士达：公司的IDM 是一种机房预制化解决方案，它将空调、UPS、机柜以及所有布线等关键设施在工厂内完成预制和集成。
- 柴油发电机
  - (1) 泰豪科技：公司从事的应急装备发电机组产品作为备用电源，可在市电突发故障时为相关设施提供后备供电。
  - (2) 科泰电源：公司发电机组产品，可以广泛应用在通信机房、数据中心、电力、高端制造等对供电可靠性要求较高的领域。

图表：相关公司业绩一致预期（截至2025年2月21日）

公司代码	公司简称	市值 (亿元)	归母净利润 (亿元)			P/E (x)		
			2024E	2025E	2026E	2024E	2025E	2026E
301291.SZ	明阳电气	172.3	6.7	8.4	10.4	25.8	20.6	16.6
002112.SZ	三变科技	47.1	-	-	-	-	-	-
688676.SH	金盘科技	192.4	6.5	9.5	11.4	29.4	20.2	16.9
002922.SZ	伊戈尔	85.9	3.8	5.1	6.5	22.4	16.8	13.3
002364.SZ	中恒电气	105.3	-	-	-	-	-	-
002335.SZ	科华数据	218.8	5.4	7.5	9.4	40.6	29.1	23.4
002518.SZ	科士达	170.4	5.3	7.5	9.1	31.9	22.7	18.8
600590.SH	泰豪科技	71.3	-	-	-	-	-	-
300153.SZ	科泰电源	92.5	-	-	-	-	-	-

资料来源：Wind，各公司公告，华安证券研究所



## 5.风险提示



## 5 风险提示

- 互联网大厂资本开支不及预期：国内外互联网资本开支如不能如期落地，或者推进进度不及预期，将影响智算中心在内的数据中心建设进度，进而影响数据中心电力设备需求；
- 新技术推进不及预期：目前包括不间断领域各个技术路线，如交流UPS，HVDC，巴拿马电源，分布式电源等各下游在应用上仍存在分歧，有技术路线渗透率不及预期的风险，将会影响对应环节的设备需求；
- 原材料价格涨价风险：原材料价格波动将会对对应公司的产品成本产生影响，若相关公司不能传导原材料波动带来的产品价格波动，预计其业绩有波动风险。



## 重要声明

### 分析师声明

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，以勤勉的执业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来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接收任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

### 免责声明

华安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。本报告中的信息均来源于合规渠道，华安证券研究所力求准确、可靠，但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证，据此投资，责任自负。本报告不构成个人投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。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。华安证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经华安证券研究所书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。如欲引用或转载本文内容，务必联络华安证券研究所并获得许可，并需注明出处为华安证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司并保留追究其法律责任的权利。

## 投资评级说明

以本报告发布之日起6个月内，证券（或行业指数）相对于同期沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

### 行业评级体系

增持：未来6个月的投资收益率领先沪深300指数5%以上；

中性：未来6个月的投资收益率与沪深300指数的变动幅度相差-5%至5%；

减持：未来6个月的投资收益率落后沪深300指数5%以上；

### 公司评级体系

买入：未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数15%以上；

增持：未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数5%至15%；

中性：未来6-12个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至5%；

减持：未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数5%至15%；

卖出：未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数15%以上

无评级：因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。市场基准指数为沪深300指数。



# 谢谢！