

AIDC深度报告：智能算力需求兴起，把握核心环节技术迭代契机

评级：推荐(维持)

李航(证券分析师)

S0350521120006

lih11@ghzq.com.cn

邱迪(证券分析师)

S0350522010002

qiud@ghzq.com.cn

李昂(证券分析师)

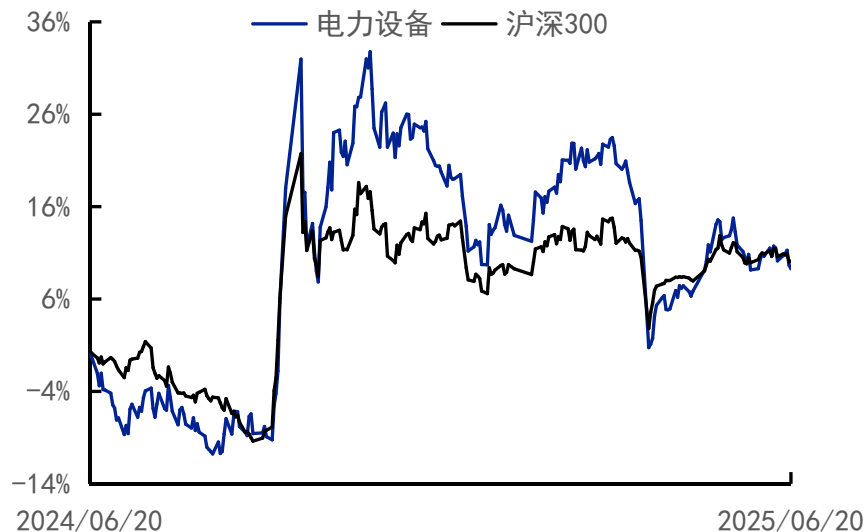
S0350525030002

lia@ghzq.com.cn

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

最近一年走势



相对沪深300表现

表现	1M	3M	12M
电力设备	-3.8%	-11.0%	9.0%
沪深300	-1.3%	-3.2%	9.8%

相关报告

《电力设备行业周报：光伏贱金属替代趋势强化，分布式储能需求增长明确（推荐）*电力设备*李航，邱迪，王刚，严语韬，李昂》——2025-06-15

《人形机器人行业周报：国内养老机器人试点政策落地，Skild AI获英伟达等融资加持（推荐）*电力设备*李航，邱迪，李铭全，李昂》——2025-06-14

《电力设备行业周报：小储电芯涨价逐步落地，展会临近关注光伏新技术催化（推荐）*电力设备*李航，邱迪，王刚，严语韬，李昂》——2025-06-08

重点关注公司及盈利预测



重点公司代码	股票名称	2025/6/20 股价（元）	EPS（元）				PE（倍）				投资评级
			2024A	2025E	2026E	2027E	2024A	2025E	2026E	2027E	
688676	金盘科技	31.37	1.26	1.76	2.31	2.79	24.90	17.82	13.58	11.24	增持
301291	明阳电气	37.17	2.12	2.76	3.44	4.21	17.52	13.47	10.81	8.83	未评级
002922	伊戈尔	15.00	0.74	1.07	1.41	1.76	20.27	14.02	10.64	8.52	买入
300693	盛弘股份	27.94	1.37	1.79	2.45	3.03	20.39	15.61	11.40	9.22	买入
002706	良信股份	8.60	0.28	0.39	0.49	0.61	30.95	22.05	17.55	14.10	未评级
002518	科士达	21.10	0.68	1.04	1.35	1.59	31.16	20.29	15.63	13.27	未评级
002335	科华数据	38.88	0.68	1.30	1.70	2.03	56.94	29.91	22.87	19.15	未评级
603063	禾望电气	32.04	0.97	1.41	1.68	2.05	33.03	22.72	19.07	15.63	买入
002484	江海股份	18.15	0.77	0.97	1.18	1.37	23.58	18.71	15.38	13.25	未评级
002851	麦格米特	45.94	0.80	1.11	1.43	1.84	57.43	41.39	32.13	24.97	买入
300870	欧陆通	111.35	2.65	3.07	4.19	5.20	42.05	36.25	26.59	21.40	未评级
000880	潍柴重机	32.18	0.56	0.98	1.52	1.97	57.64	32.84	21.17	16.34	未评级
002837	英维克	28.57	0.61	0.90	1.17	1.43	46.98	31.74	24.42	19.98	买入
301018	申菱环境	34.70	0.43	1.00	1.28	1.60	79.88	34.70	27.11	21.69	未评级
300499	高澜股份	16.50	-0.16	0.18	0.33	0.42	-	91.67	50.00	39.29	未评级
300990	同飞股份	44.10	0.91	1.59	2.57	3.49	48.69	27.74	17.16	12.64	买入
872808	曙光数创	56.74	0.31	0.51	0.72	0.97	184.76	111.25	78.81	58.49	未评级

◆ 算力需求高增，全球数据中心建设迎高景气

- ✓ **全球：**AIDC向大规模、高功率密度、高能耗三大趋势发展，SemiAnalysis预计2023-2028年全球AIDC新增装机CAGR高达40.4%。2024年，北美四大云厂商/国内阿里巴巴及腾讯控股，资本开支合计同比增速分别为57%/169%，2025年国内外云厂商计划进一步加大数据中心资本开支，有望迎全球AIDC建设元年。发达市场数据中心布局集中，新兴市场数据中心建设增速快，中国企业出海多元化、自主化驱动长期发展。
- ✓ **中国：**截至2023年底，中国智能算力规模占全球比例约为29%，仅次于美国的34%。根据IDC、浪潮信息预测，2023-2028年中国智能算力规模CAGR达46.2%，国内需求增速快。同时国内本土AI芯片供应占比持续提升，2024年达30%，在2025年英伟达H20芯片遭出口管制的背景下，国产算力芯片有望加速崛起。此外“双碳”背景下，国内数据中心PUE管控政策频出，催化能耗较大环节如冷却、电源系统技术迭代升级。

◆ 供电系统：数据中心柴发供需错配驱动新增长，国产替代正当时

- ✓ 伴随数据中心向模块化发展，高压柴发渗透率有望提升，高端产品产能紧缺程度有望提升。海外康明斯、卡特比勒等企业积极扩产，但受2025年中美关税问题影响，新增产能有望以海外基地为主，国内柴发市场短期供需错配有迎涨价潮，供应链格局改善以及大缸径、高压共轨技术迭代进步，催化柴油发动机以及上游机体、燃油系统等核心环节头部企业加速国产替代。

◆ 配电系统：向预制模组化、智能化方向发展，龙头卡位优势显著

- ✓ 配电系统是确保数据中心稳定运行的核心基础设施之一，由于智算中心交付需求时间普遍短于传统数据中心，因此预制化供配电模组有望凭借电力室面积小、交付周期短等优势成为未来发展方向之一。具体来看，数据中心对变压器、开关柜等可靠性、经济性要求更高，目前全球中低压变配电企业仍以外资为主，但海外变压器巨头短期存在产能瓶颈，交付周期拉长。国内配电龙头企业产品矩阵丰富，数据中心项目经验充足，有望持续拓展市场份额。

◆ 电源系统：功率提升为核心驱动，看好HVDC、BBU等发展

- ✓ **机柜外电源：**上游端，我们预计2024-2028年国内AIDC铅酸电池市场空间CAGR为45%，头部企业产能扩张节奏较缓，短期有望迎供需紧平衡，开启新一轮涨价周期。中游端，伴随AIDC能量密度提升及用电量增长，高压、高效成为重要趋势，我们预计2028年海外/国内HVDC渗透率有望分别提升至60%/30%，2023-2028年市场空间CAGR分别达128%/100%，巴拿马电源、SST方案有望逐步落地。此外，储能系统可在数据中心起到配合新能源接入、作为备用电源等作用，有望受益数据中心需求增长为储能各环节提供新增量。
- ✓ **机柜内电源：**单机柜功率密度逐步提升至40kw以上，驱动服务器电源通过SiC、GaN替代Si基功率器件实现技术迭代，大陆电源企业后来居上，有望通过持续研发投入深化技术竞争优势。此外，英伟达GB300将BBU、超级电容列为标配，创造新增量市场，国内电芯企业正积极拓展BBU领域布局，有望实现“ $\alpha + \beta$ ”双轮驱动。

◆ 冷却系统：液冷为重要趋势，冷板式率先应用，浸没式静待花开

- ✓ 冷却系统的价值量在非IT设备中占比较高，2022年我国数据中心能量消耗中的43%用于散热冷却，冷却成本高，节能潜力大，在单机柜功耗超过20kW时，风冷向液冷切换需求迫切。冷板式液冷凭借材料相容性好等优势率先实现应用，且除GPU、CPU液冷外，内存、硬盘亦具备创新性冷却方案。浸没式液冷散热效率更高，渗透率有望提升，其中氟化液为核心瓶颈，国产企业绿色环保技术逐步成熟，静待浸没式方案应用提升。此外，在数据中心低PUE的背景下，高效节能的磁悬浮压缩机渗透率有望快速提升。

◆ 投资建议及风险提示

- ✓ 行业评级：伴随AI大模型升级及智算需求提升，2025年有望成为全球AIDC建设元年，全球主要云厂商资本开支有望迎来放量，产业链多环节技术迭代空间广阔，部分环节存在短期供需错配，国内龙头企业充分受益，行业基本面预计向好，首次覆盖，给予AIDC行业“推荐”评级。
- ✓ 投资建议：
 - ✓ 供电系统：国内AIDC建设需求旺盛，国际宏观形势影响国内柴发供给端，供应链有望向国内转移，建议关注【潍柴重机】等。
 - ✓ 配电系统：预制化、集成化为主要趋势，龙头企业卡位优势显著，建议关注【金盘科技】、【伊戈尔】、【明阳电气】、【盛弘股份】、【良信股份】等。
 - ✓ 电源系统：AIDC向高功耗方向发展，驱动机柜外电源向高压直流切换，同时提升机柜内电源竞争技术壁垒，伴随GB300放量，BBU及超级电容需求有望提升，建议关注【禾望电气】、【科士达】、【科华数据】、【麦格米特】、【欧陆通】、【江海股份】等。
 - ✓ 液冷系统：机柜功率密度提升驱动AIDC冷却从风冷向液冷渗透，冷板式方案率先应用，浸没式方案静待花开，建议关注【英维克】、【申菱环境】、【高澜股份】、【同飞股份】、【曙光数创】等。
- ✓ 风险提示：全球数据中心建设进度不及预期风险；下游互联网厂商资本开支不及预期风险；下游需求不及预期风险；市场竞争加剧风险；海外市场拓展不及预期风险；原材料波动风险；全球各国对数据安全等政策监管超预期风险。

- 一、智能算力需求高增，全球数据中心建设迎高景气
- 二、供电系统：数据中心柴发供需错配驱动新增长，国产替代正当时
- 三、配电系统：向预制模组化、智能化方向发展，龙头卡位优势显著
- 四、电源系统：功率提升为核心驱动，看好HVDC、BBU等发展
- 五、冷却系统：液冷为重要趋势，冷板式率先应用，浸没式静待花开
- 六、投资建议及风险提示

一、智能算力需求高增，全球数据中心建设迎高景气

1.1 全球数据中心市场分析

- 1.1.1 智能算力是数字经济时代重要支撑，推理算力占比有望提升
- 1.1.2 全球数据中心向大规模、高功率密度、高耗电量三大趋势
- 1.1.3 云厂商自建数据中心比例有望提升
- 1.1.4 全球互联网巨头加大数据中心资本开支，AIDC开启招标大年
- 1.1.5 发达市场数据中心建设密集，中国企业有望加速突破海外新兴市场

1.2 中国数据中心市场分析

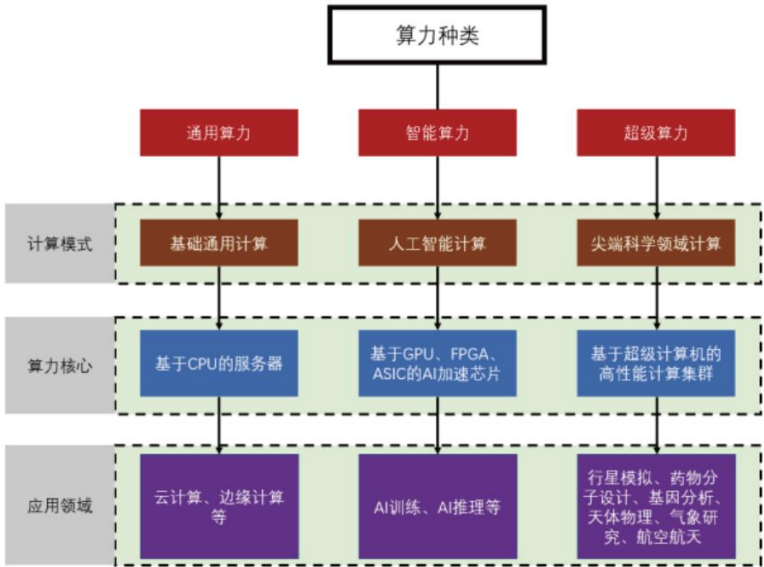
- 1.2.1 预计2023-2028年中国智能算力规模CAGR达46.2%
- 1.2.2 2021-2023年数据中心运营商市占率较高，互联网商自建比例有望提升
- 1.2.3 “双碳”背景下，低PUE是数据中心的政策导向和标准要求
- 1.2.4 英伟达H20芯片遭出口管制，国产芯片份额有望持续增长

1.3 数据中心核心环节梳理

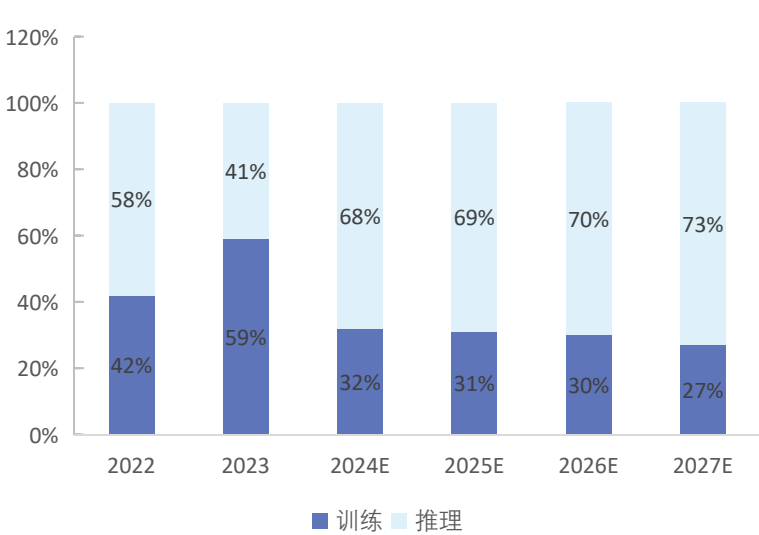
1.1.1智能算力是数字经济时代重要支撑，推理算力占比有望提升

- 智能算力是面向人工智能应用，提供人工智能算法模型训练与模型运行服务的计算机系统能力。智能算力通常由GPU（图形处理器）、ASIC（专用集成电路）、FPGA（现场可编程逻辑门阵列）、NPU（神经网络处理器）等各类专用芯片承担计算工作，在人工智能场景应用时具有性能更优、能耗更低等优点。智能算力是数字经济时代的重要支撑，为人工智能、大数据、物联网等新兴技术的数据处理、模型训练和决策推断提供了强大的计算能力。
- 智算业务发展趋势：推理算力占比有望提升。2023年部署的智算算力里，训练算力占比为41%，推理算力占比达到59%；预计到2027年，推理算力的占比将会提升到73%，训练算力降低到27%，随着推理算力的普及，生成式人工智能（AIGC）的应用将引起范式革命。
- 根据Precedence Research预测，全球AI市场规模有望从2023年的1.2万亿元增长至2030年的11.5万亿元，CAGR超过35%。

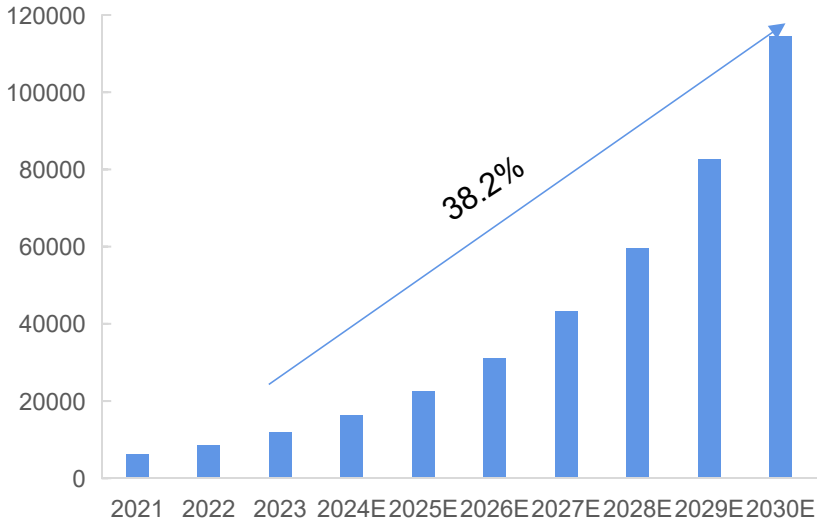
图：算力的三种分类



图：人工智能服务器推理和训练工作负载预测

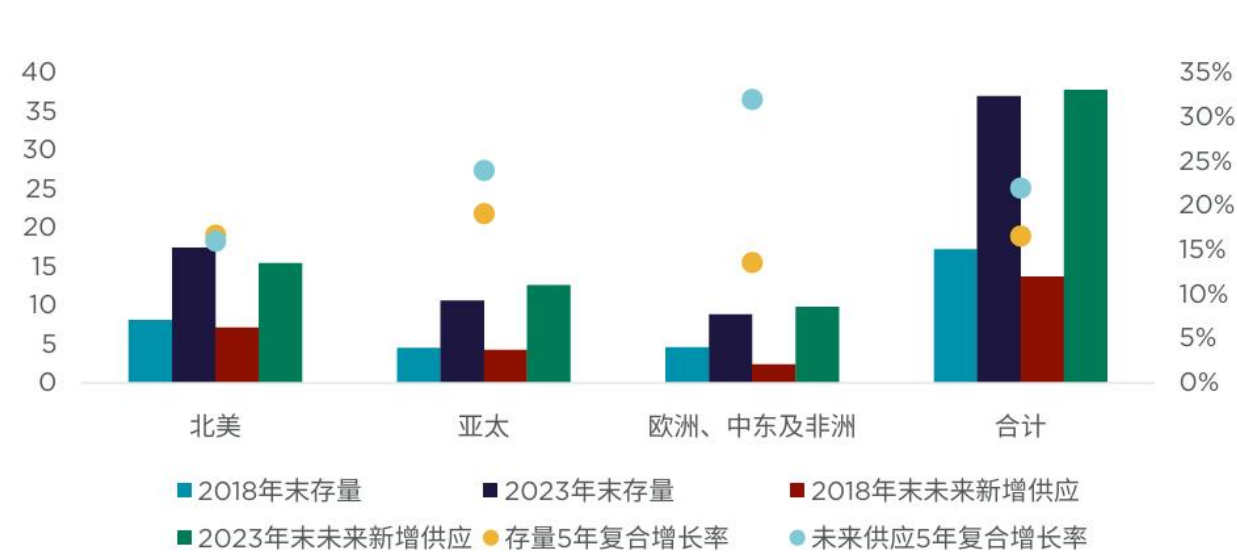


图：全球AI市场规模及预测（亿元）

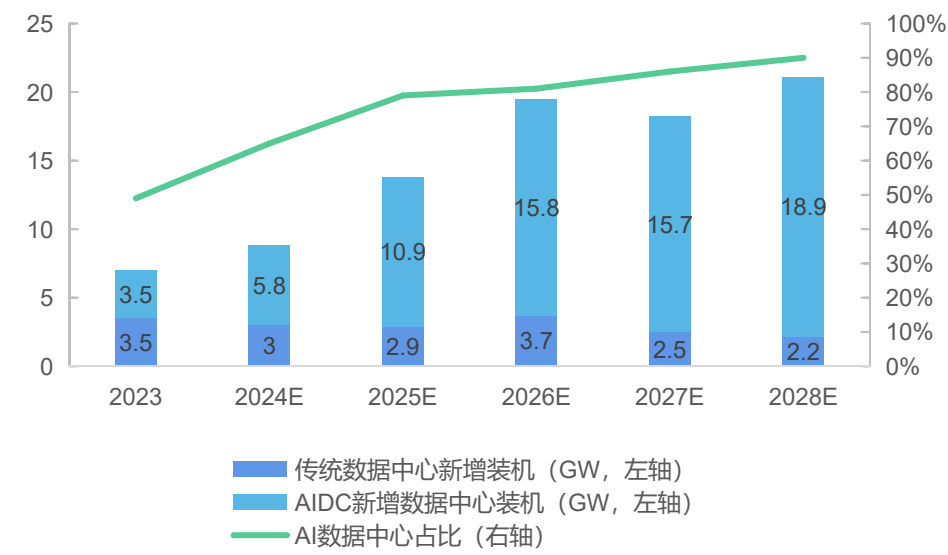


- **趋势一：智算中心需求高增驱动数据中心规模增长。**
- **存量维度：**根据DCbyte数据，2018年末全球数据中心的总存量供应约为17.2GW，2023年末规模已激增至37GW，2018-2023年CAGR高达16.6%。且以2023年末为基准，待建数据中心（包括在建和已规划项目）的总规划供应量高达37.8GW，相当于当前存量的一倍，未来数据中心规模有望保持快速增长态势。
 - **增量维度：**根据SemiAnalysis数据，2025年全球数据中心新增装机约为13.8GW，其中AIDC累计新增装机10.9GW，到2025年AIDC累计新增装机占全球数据中心新增装机比例预计提升至79%。2023-2028年全球数据中心新增装机CAGR为24.5%，其中传统数据中心的增速略有下降，而AIDC的CAGR将会高达40.4%。

图：数据中心存量及新增供应量情况（GW）



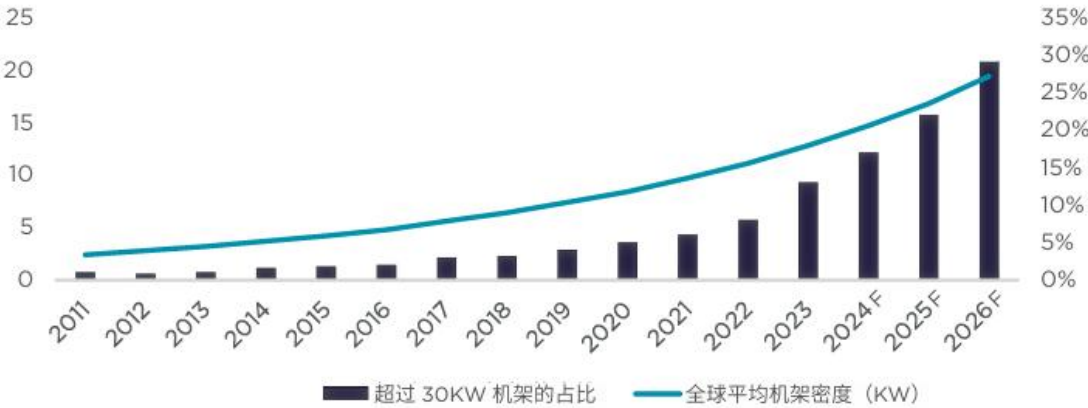
图：全球数据中心算力需求激增



1.1.2全球数据中心向大规模、高功率密度、高耗电量三大趋势

- 趋势二：数据中心逐步向高密度、高能效方向发展。随着AI技术的飞速发展和对算力需求的增加，数据中心必须部署更多如GPU等高性能服务器以满足计算密集型任务。根据CDCC，2021年中国功率密度为8-12KW机柜占比8%，12KW以上占比4%，高密度机柜占比相对较小，而智算中心需求的迅速增长有望加速向更高功率密度的机柜演进。根据戴德梁行，全球数据中心平均单机架功率已从2017年的5.6KW/机架提升至2023年的12.8KW/机架，超算、智算中心的单机柜功率甚至需超过30KW，高功率密度化成为数据中心发展重要趋势。
- 趋势三：人工智能大模型技术的研发和应用带来了更高的能耗需求。根据IDC，2025年人工智能数据中心IT能耗（含服务器、存储系统和网络）增至77.7TWh，是2023年的两倍，2027年增长至146.2TWh，2022-2027年CAGR为44.8%。

图：全球平均机架功率密度及预测（KW）



表：不同类型英伟达显卡的功率计算速度对比

GPU显卡类型	要求最大功率 (kW)	计算速度 (PetaFLOPS)
英伟达DGXA100架构系统	6.5	10
英伟达DGXH100架构系统	10.2	32
英伟达DGXB200架构系统	14.3	72

注：以上计算速度在FP8/INT8精度条件下

图：2022-2027年全球数据中心及人工智能数据中心能耗预测



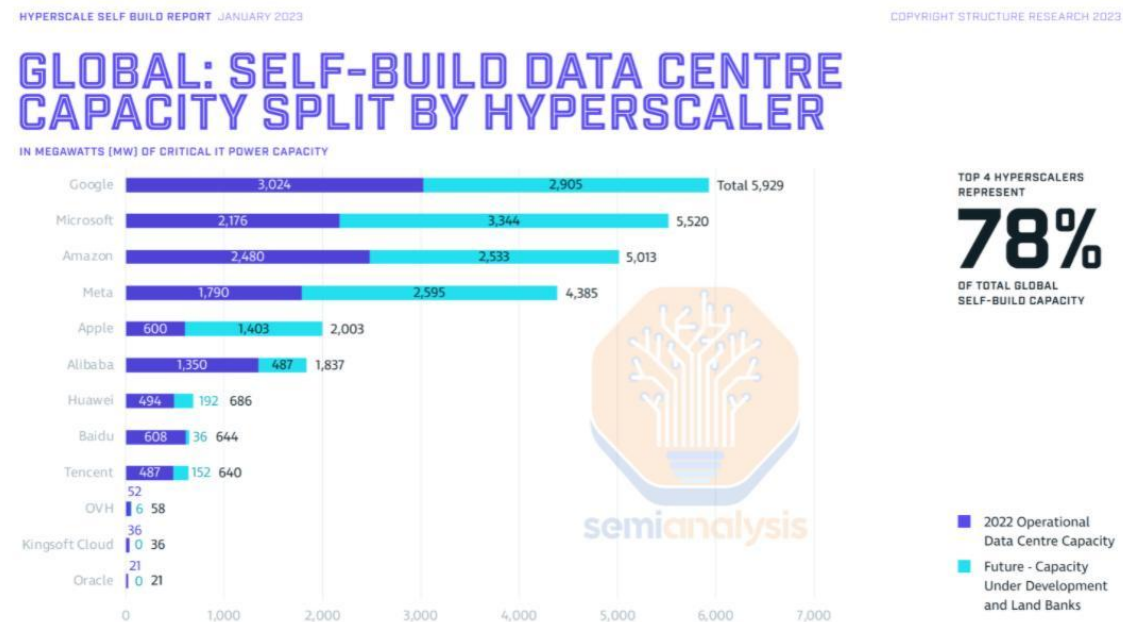
1.1.3云厂商自建数据中心比例有望提升

- 目前第三方数据中心占比高，云服务商自建增速更快。截至2023年末，全球存量数据中心中，第三方数据中心提供商占主导地位，占比约63%。在自建数据中心阵营中，云服务提供商如亚马逊云、微软Azure和谷歌云平台是主要力量，合计占全球数据中心供应量的21.8%。从增长趋势看，自用型数据中心未来新增速度将较快，主要系新建的大规模智算中心多用于企业训练大型模型，且智算中心投资主要集中于GPU等服务器。此外，根据SemiAnalysis，全球头部云厂商Google/Microsoft/Amazon2022年经营性数据中心产能分别为3/2.2/2.5GW，预计未来三家产能可分别达5.9/5.5/5GW，自建数据中心有望成为主流。

图：左图为全球自用型/第三方数据中心占比及增速，右图为2018-2023年数据中心存量CAGR



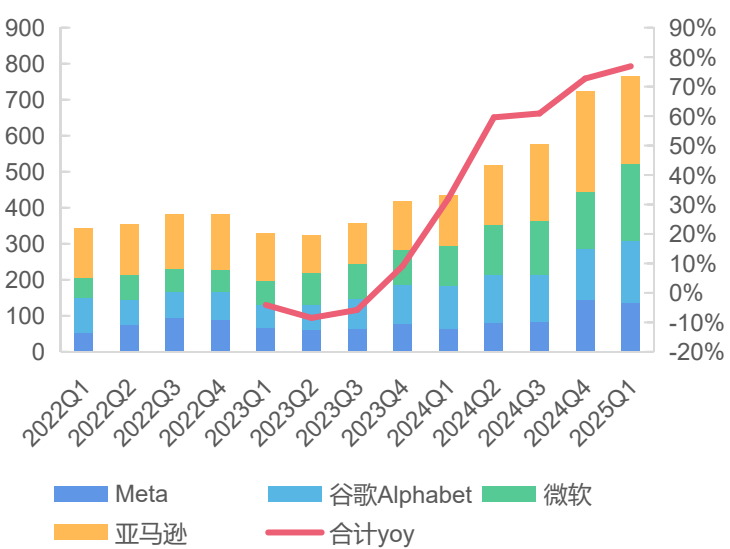
图：2022年全球云厂商数据中心产能及预测（MW）



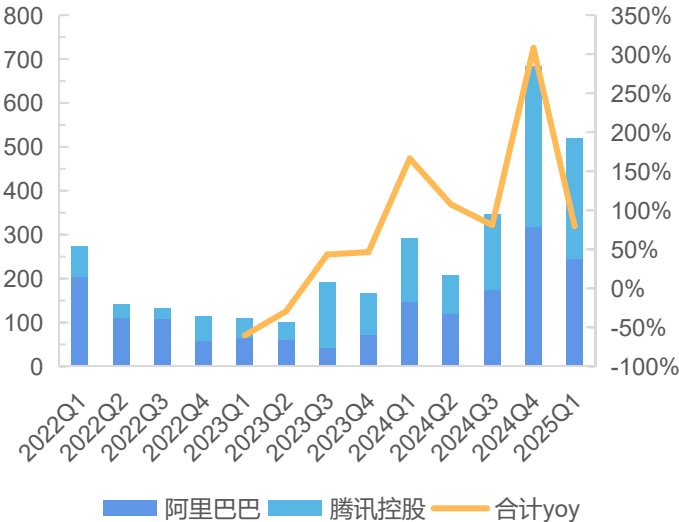
1.1.4全球互联网巨头加大数据中心资本开支，AIDC开启招标大年

- 2024年美国四大云厂商资本支出高达2248亿美元，国内阿里巴巴、腾讯控股支出超1500亿元。国外四大云计算厂商亚马逊、微软、谷歌、Meta加大投资用于数据中心建设，2024年，四家厂商合计资本开支同比增加57%。国内腾讯控股、阿里巴巴等互联网厂商引领中国AIDC建设，两大巨头2024年合计资本支出高达1526亿元，同比增长169%。
- 全球互联网厂商巨头加大数据中心中长期资本开支，产业链有望持续受益。OpenAI&Oracle&日本软银预计未来四年共投资5000亿美元，用于“星际之门”的AI基础设施。国内互联网巨头紧随其后，阿里巴巴计划未来三年在云和AI基础设施上的投入将超过过去十年的总和；字节跳动预计花费1600亿人民币打造自建数据中心集群，AIDC开启招标大年。

图：北美四大云计算厂商数据中心投资情况（亿美元）



图：阿里巴巴、腾讯控股数据中心投资情况（亿元）



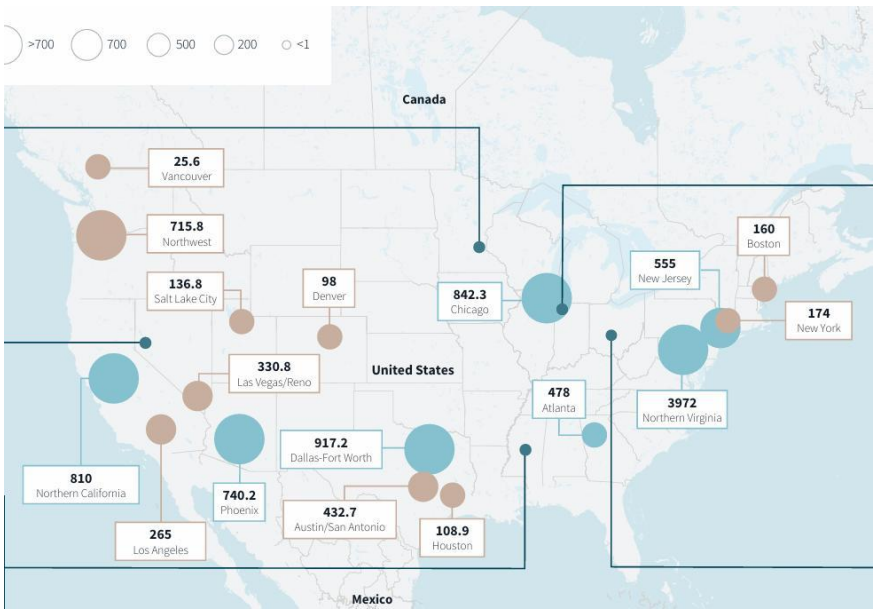
表：全球核心运营商/云厂商资本开支计划

地区	公司	资本开支计划
海外	Amazon	计划在2025年投入1000亿美元，主要用于云计算业务（AWS）和AI技术的研发
	Microsoft	计划在2025年投入800亿美元，用于扩建数据中心和AI模型训练
	Google	计划在2025年投入750亿美元，主要用于服务器和数据中心投资
	OpenAI&Oracle&日本软银	预计四年共投资5000亿美元，用于在美国建设名字为“星际之门”的AI基础设施
国内	阿里巴巴	未来三年，计划在云和AI基础设施上的投入将超过过去十年的总和
	腾讯控股	2025年计划投资150亿美元用于AI基础设施，包括专用AI芯片、服务器和数据中心等
	字节跳动	花费1600亿人民币打造自建数据中心集群
	中国联通	2025年预计固定资产投资约550亿元，其中算力投资同比增长28%
	中国移动	2025年资本开支1512亿元，其中算力开支373亿元，占比提升至25%
	中国电信	2025年资本开支836亿元，其中算力相关资本开支同比增长超20%

1.1.5发达市场数据中心建设密集，中国企业有望加速突破海外新兴市场

- 美国AI云厂商加速扩产，用电量有望大幅增长。OpenAI在训练集群中已经计划部署数十万个GPU，CoreWeave计划在德克萨斯州投资16亿美元作为数据中心基础设施。根据SemiAnalysis预测，美国数据中心用电量有望从2023年的196TWh增加至2028年的672TWh，用电占比从4.5%增长至14.6%。
- 美国目前在建的数据中心区域相对集中，区域性冲击有望显著。根据JLL Research数据，2023年下半年美国在建的数据中心规模为5.3GW，其中约82%在一线市场。由于数据中心用电具有不可调特性，因数据中心建设带来功率的增长将直接带动最高负荷提升，提升整体系统缺电风险。此外，南美和拉丁美洲数据中心增长迅速，坎皮纳斯、巴鲁埃里、里约热内卢三个主要城市已拥有超过700MW的数据中心市场。

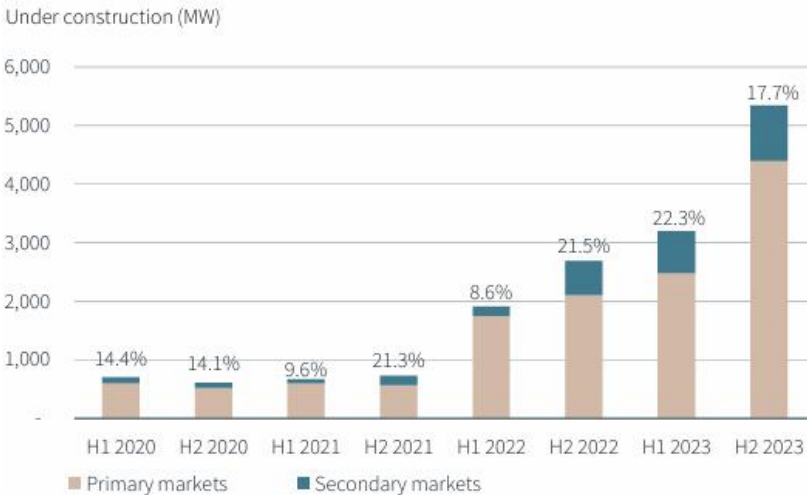
图：美国数据中心市场分布



图：2023H2美国数据中心约82%位于一线市场

表：美国数据中心用电量情况

Data Center Power Usage in the United States										
	Units	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
AI Data Center Critical IT Power	MW	318	640	1,102	3,332	8,499	16,356	28,140	41,337	56,280
Non-AI Data Center Critical IT Power	MW	14,231	16,395	18,376	19,221	19,798	21,382	23,520	25,637	27,175
Critical IT Power	MW	14,550	17,035	19,478	22,553	28,297	37,738	51,660	66,974	83,455
Utilization Rate	%	65%	66%	66%	67%	70%	72%	73%	74%	75%
Critical IT Power Consumed	MW	9,505	11,169	12,826	15,159	19,668	26,983	37,800	49,733	62,688
Power Usage Effectiveness (PUE)	Ratio	1.59	1.56	1.53	1.47	1.40	1.34	1.30	1.26	1.22
Data Center Utility Power Consumed	MW	15,142	17,407	19,660	22,323	27,538	36,263	48,957	62,521	76,684
Data Center Actual Power Usage, per year	TWh	133	152	172	196	241	318	429	548	672
As % of United States Power Generation	%	3.3%	3.7%	4.0%	4.5%	5.5%	7.1%	9.5%	12.0%	14.6%



资料来源：JLL Research，SemiAnalysis 注：地图中黄色代表二线市场，浅蓝色代表一线市场，深蓝色代表即将发展市场；一线市场包括德州达拉斯、芝加哥、亚特兰大、新泽西等

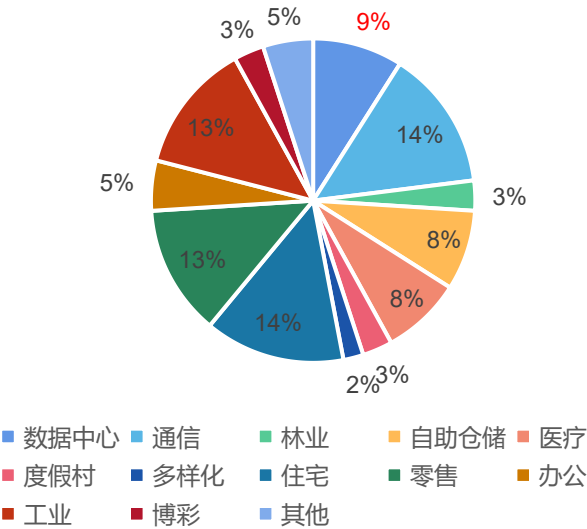
1.1.5发达市场数据中心建设密集，中国企业有望加速突破海外新兴市场

- 截至2024年8月31日，根据NAREIT统计数据显示，富时美国权益REITs指数成份股共有137支，总市值达到1.4万亿美元，其中美国上市的IDC REITs共有两支，数量占比仅为1%，但市值占比约9%，**显示出显著的头**
部集中效应。
- 近年来，受技术进步、可持续性追求、市场需求变动驱动，数据中心提供商通过并购扩展业务，增强协调性和市场份额。从EV/EBITDA交易倍数高可以得出，**大部分上市REIT被高价收购，表明市场对数据中心资产需求强烈。**

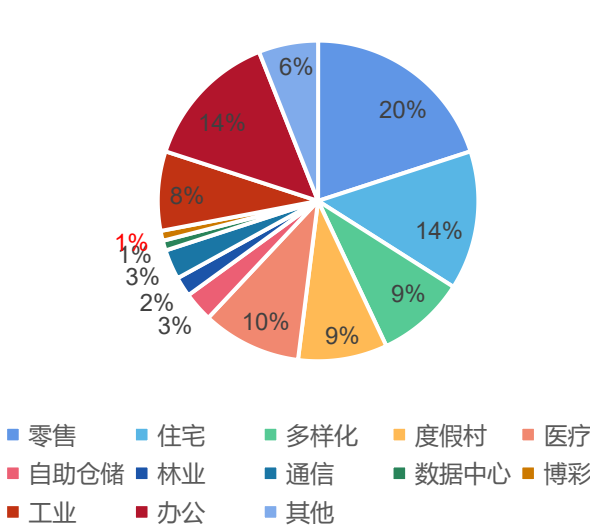
表：IDC REIT收购兼并情况

时间	收购方	被收购方	类型	交易规模 (亿美元)	EV/EBITDA
2021	KKR	CyrusOne	PE收购上市REIT	151.56	23x-25.5x
2021	AmericanTower	CoreSiteRealty	上市REIT收购上市REIT	102.81	27x-29x
2021	Blackstone	QTSRealty	PE收购上市REIT	78.67	29.7x
2021	DigitalColony	LandmarkInfra-structure	上市REIT收购上市REIT	9.72	13.9x
2022	DigitalBridge	Switch	上市REIT收购公司	110	27.5x-31x

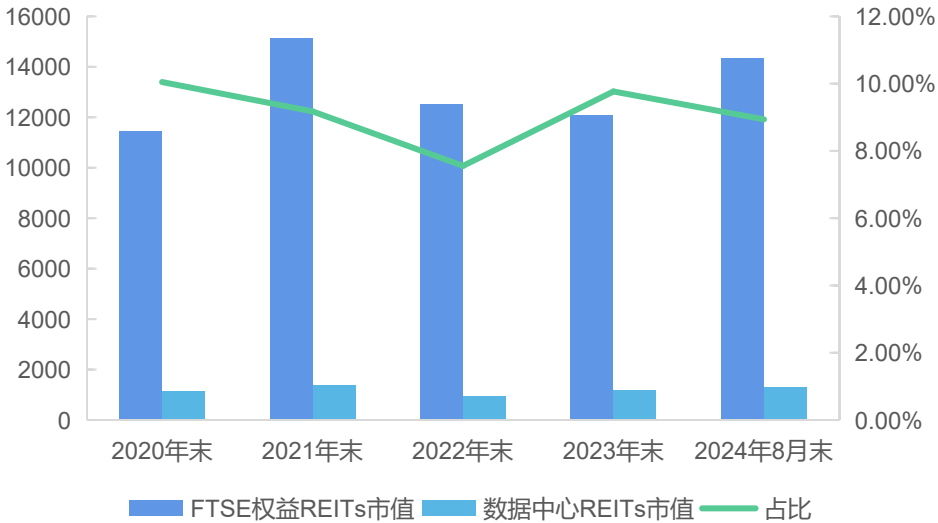
图：美国IDC REITs市值占比



图：美国IDC REITs数量占比



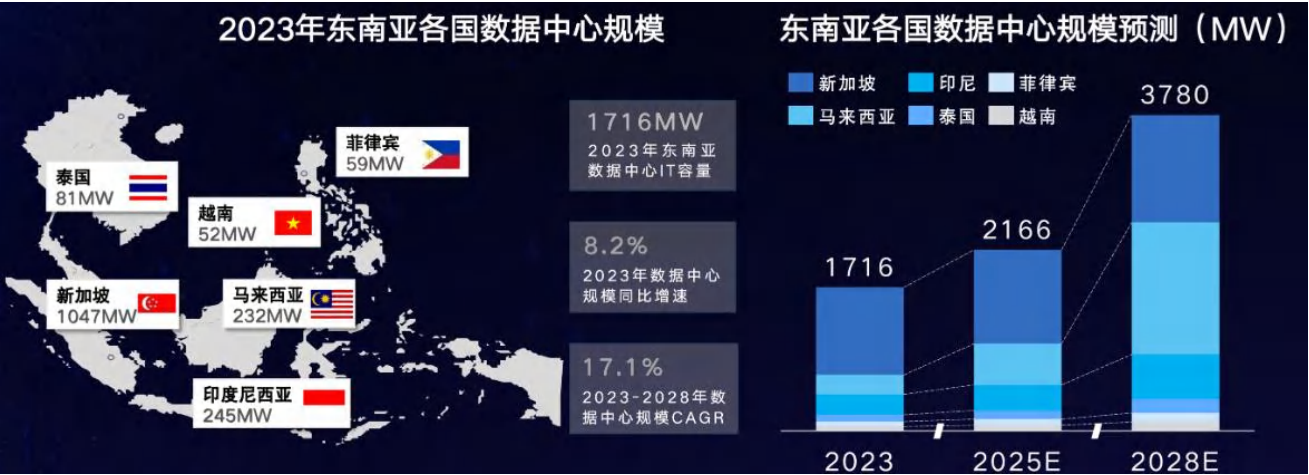
图：美国数据中心REITs市值变化及占比（单位：亿美元）



资料来源：戴德梁行，NAREIT，HOYA capital，Dgtl Infra，国海证券研究所 注：2020年上市的数据中心REIT共有5支，2021年为4支，2022年之后为两支；Digital Bridge和Landmark Infrastructure为非纯数据中心REIT，Digital Bridge于2022年由REIT转变为C-Corporation

□ 海外新兴市场数据中心规划充分，在中国市场竞争加剧的背景下，国内企业有望加快国际化步伐。根据科智咨询数据，2023年下图东南亚六国数据中心IT容量合计1.7GW，同比增长8.2%，其中新加坡为东南亚目前最成熟的数据中心市场，印尼和马来西亚有望凭借庞大的人口基数和不断提升的互联网渗透率，吸引了大量国内外资本的涌入，提升数据中心未来投资，预计下图东南亚六国2023-2028年数据中心规模CAGR有望为17.1%，至2028年达到3.8GW。此外，中东地区也为国内服务商海外扩展的重要方向，根据Mordor Intelligence预测，未来五年，整个中东数据中心市场预计将呈现近15%的年均增速，阿联酋、沙特需求有望更盛，新兴市场数据中心增长潜力可观。我们认为，在国内服务商国际化过程中，出海模式也将从依赖生态伙伴推动市场进入，到独立自主拓展国际市场，出海多元化、自主化成为驱动国内企业长期发展核心要素之一。

图：2023年东南亚各国数据中心规模及预测



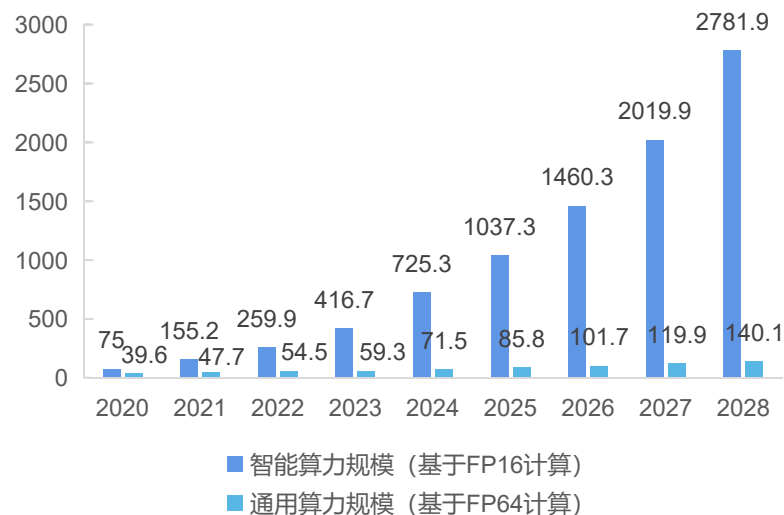
图：中东数据中心规模及预测



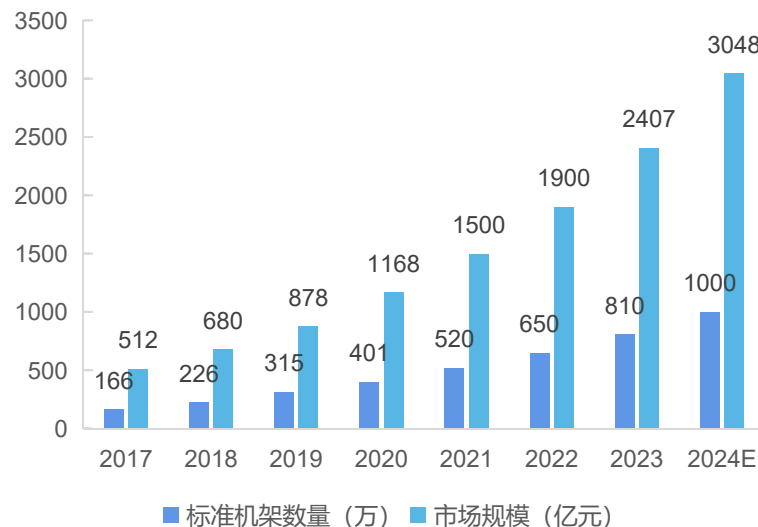
1.2.1 预计2023-2028年中国智能算力规模CAGR达46.2%

- 受新基建、数字化转型及数字中国远景目标等国家政策支持，中国内地数据中心市场规模持续高速增长。截至2023年底，中国智能算力规模占全球智能算力规模的比例约为29%，仅次于美国的34%，位居全球第二且与美国的差距正在缩小。根据IDC、浪潮信息预测，中国智能算力/通用算力规模在2025年将达到1037.3/85.8EFLOPS，到2028年分别达到2781.9/140.1EFLOPS，**预计2023-2028年中国智能算力/通用算力规模CAGR分别为46.2%/18.8%**，未来伴随国内各地区、行业数字化转型的深入推进，市场空间有望持续扩大。
- **中国超大型数据中心占比有望进一步提升**。2024年超大型与大型数据中心项目规模在整体新增市场中的占比接近95%，随着云计算、大数据和人工智能等技术快速发展对数据处理和存储的需求日益增长，未来超大型数据中心占比将会逐步进行扩大，有望涌现出规模达GW级的项目。

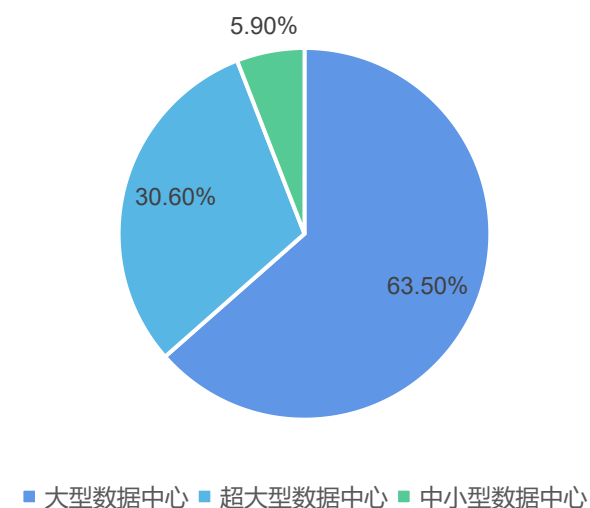
图：2020-2028年中国智能算力和通用算力规模及预测（EFLOPS）



图：2017-2024年中国内地数据中心在运营标准机架数量及市场规模



图：2024年新增数据中心项目规模分布

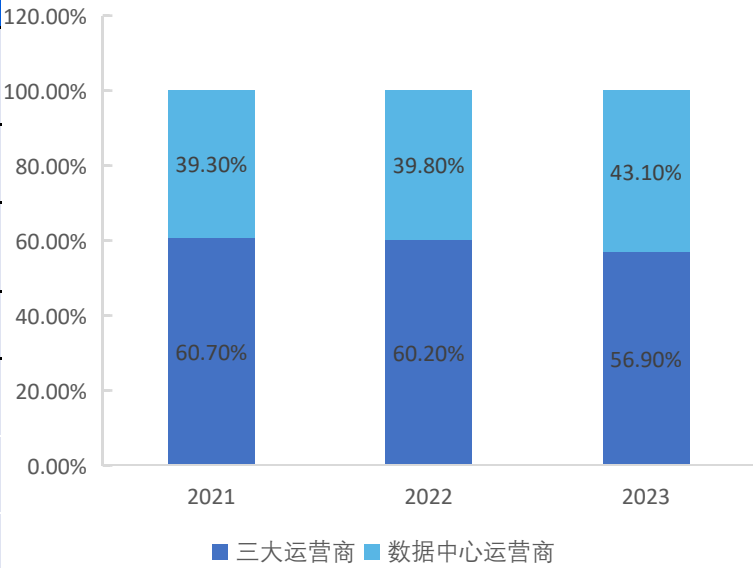


- 中国内地数据中心行业市场竞争参与主体主要包括以下三类：基础电信运营商、数据中心运营商、互联网企业自建。
- 2021-2023年国内数据中心运营商的市场份额持续增长，采购数据中心运营商服务市场为目前主流选择。2021至2023年数据中心运营商的市场份额分别为39.3%、39.8%和43.1%，呈现出稳定增长的态势。由于此前互联网业务增长趋稳，数据中心需求放缓，现有资源基本能够满足新增业务需求，近年来互联网企业逐渐减少自建数据中心，更多依赖租赁数据中心运营商服务，以降低前期投入、灵活应对需求。但2025年来，国内互联网商纷纷加大数据中心资本开支规划，互联网自建规模有望提升。
- 在中国内地数据中心行业逐步进入新发展阶段的背景下，头部运营商依托其充沛的资金储备、专业的运维能力以及核心资源优势，不断扩大市场份额。中国内地Top5服务商的市场份额从2022年的49%提升至2023年的51%以上，市场集中度不断提升。

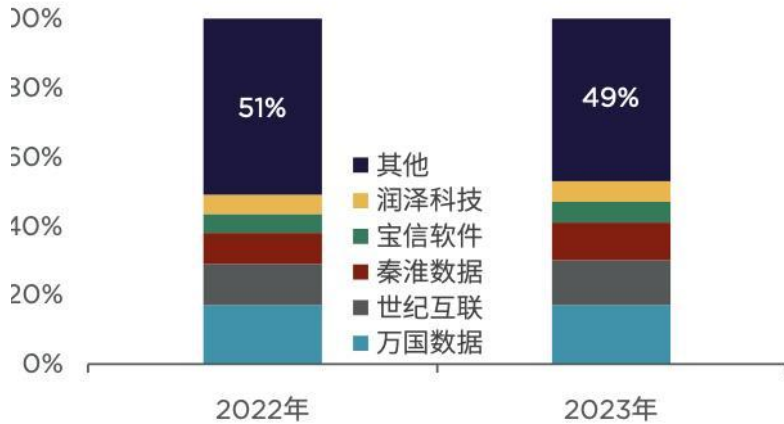
表：国内数据中心提供商对比

	基础电信运营商	数据中心运营商	互联网企业自建
代表企业	中国移动 中国电信 中国联通	万国数据、世纪互联、数据港、润泽科技、光环新网	字节、京东、快手、百度、阿里、腾讯等
面向客户	主要为政府国企客户	互联网企业、云厂商、金融公司	企业自用
宽带成本	依靠自有网络资源	较高，需从基础运营商处租赁	较高，需从基础运营商处租赁
资金能力	较强	较弱	较强
部署范围	全国各地部署	以一线及周边城市为主	根据业务需求布局
网络连接	单一	较灵活	较灵活
产品种类	单一、以宽带租赁为主	丰富，大多提供定制化增值服务	企业自用，较为单一

图：2021-2023中国数据中心服务商市场占有率对比



图：2022-2023年中国内地数据中心运营商市占率分布



1.2.3 “双碳”背景下，低PUE是数据中心的政策导向和标准要求

国内数据中心绿色低碳政策频出，对设备能耗管控要求提升。2024年7月，国家发展改革委等部门印发《数据中心绿色低碳发展专项行动计划》，规定到2025 年底，全国数据中心布局更加合理，平均电能利用效率降至1.5以下，新建及改扩建大型和超大型数据中心电能利用效率降至1.25 以内，国家枢纽节点数据中心项目电能利用效率不得高于1.2。（注：PUE=数据中心总能耗/IT设备能耗，在相同IT 功耗下，PUE值越接近1，表明其非IT功耗越低，能源利用率越高）

表：八大节点数据中心能效限定值及能效等级标准

	京津冀	长三角	粤港澳	成渝	甘肃	贵州	宁夏	内蒙古
区域内平均PUE	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.3	1.2	1.3
集群内平均PUE	1.25	1.25	1.25	1.25	1.2	1.2	1.2	1.2

表：中国数据中心关于PUE目标政策梳理

政策名称	发布时间	相关内容	PUE限制
《新型数据中心发展三年行动计划（2021-2023年）》	2021年7月	用3年时间，基本形成布局合理、技术先进、绿色低碳、算力规模与数字经济增长相适应的新型数据中心发展格局。总体布局持续优化，全国一体化算力网络国家枢纽节点、省内数据中心、边缘数据中心梯次布局。能效水平稳步提升，电能利用效率（PUE）逐步降低，可再生能源利用率逐步提高。	新建大型及以上数据中心PUE≤1.3（严寒地区≤1.25）
《贯彻落实碳达峰碳中和目标要求推动数据中心和5G等新型基础设施绿色高质量发展实施方案》	2021年12月	到2025年，数据中心和5G基本形成绿色集约的一体化运行格局。数据中心运行电能利用效率和可再生能源利用率明显提升	新建大型/超大型数据中心PUE≤1.3（国家枢纽节点≤1.25）
《工业能效提升行动计划》	2022年6月	到2025年，重点工业行业能效全面提升，数据中心等重点领域能效明显提升，绿色低碳能源利用比例显著提高，节能提效工艺技术装备广泛应用	新建大型/超大型数据中心PUE≤1.3
《数据中心绿色低碳发展专项行动计划》	2024年7月	强化“东数西算”规划布局刚性约束，新建大型和超大型数据中心应优先布局在全国一体化算力网络国家枢纽节点数据中心集群范围内，梯次有序布局国家枢纽节点、省内数据中心、边缘数据中心。	新建及改扩建大型/超大型数据中心PUE≤1.25（国家枢纽节点≤1.2）

国海证券
SEALAND SECURITIES

图：英伟达公告H20芯片被列入出口管制

NVIDIA CORPORATION (Exact name of registrant as specified in its charter) 0-23985 (Commission File Number) 94-3177549 (IRS Employer Identification No.)					
2788 San Tomas Expressway, Santa Clara, CA 95051 (Address of principal executive offices) (Zip Code) Registrant's telephone number, including area code: (408) 486-2000 Not Applicable (Former name or former address, if changed since last report)					
Check the appropriate box below if the Form 8-K filing is intended to simultaneously satisfy the filing obligation of the registrant under any of the following provisions: ☐ Written communications pursuant to Rule 425 under the Securities Act (17 CFR 230.425) ☐ Soliciting material pursuant to Rule 14a-12 under the Exchange Act (17 CFR 240.14a-12) ☐ Pre-commencement communications pursuant to Rule 14d-2(b) under the Exchange Act (17 CFR 240.14d-2(b)) ☐ Pre-commencement communications pursuant to Rule 13e-4(c) under the Exchange Act (17 CFR 240.13e-4(c))					
Securities registered pursuant to Section 12(b) of the Act: <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center; vertical-align: top;"> Title of each class Common Stock, \$0.001 par value per share </td> <td style="width: 33%; text-align: center; vertical-align: top;"> Trading Symbol(s) NVDA </td> <td style="width: 33%; text-align: center; vertical-align: top;"> Name of each exchange on which registered The Nasdaq Global Select Market </td> </tr> </table>			Title of each class Common Stock, \$0.001 par value per share	Trading Symbol(s) NVDA	Name of each exchange on which registered The Nasdaq Global Select Market
Title of each class Common Stock, \$0.001 par value per share	Trading Symbol(s) NVDA	Name of each exchange on which registered The Nasdaq Global Select Market			
Indicate by check mark whether the registrant is an emerging growth company as defined in Rule 405 of the Securities Act of 1933 (§230.405 of this chapter) or Rule 12b-2 of the Securities Exchange Act of 1934 (§240.12b-2 of this chapter). Emerging Growth Company ☐ If an emerging growth company, indicate by check mark if the registrant has elected not to use the extended transition period for complying with any new or revised financial accounting standards provided pursuant to Section 13(a) of the Exchange Act. ☐					
Item 8.01 Other Events. On April 9, 2025, the U.S. government, or USG, informed NVIDIA Corporation, or the Company, that the USG requires a license for export to China (including Hong Kong and Macau) and D-5 countries, or to companies headquartered or with an ultimate parent therein, of the Company's H20 integrated circuits and any other circuits achieving the H20's memory bandwidth, interconnect bandwidth, or combination thereof. The USG indicated that the license requirement addresses the risk that the covered products may be used in, or diverted to, a supercomputer in China. On April 14, 2025, the USG informed the Company that the license requirement will be in effect for the indefinite future. The Company's first quarter of fiscal year 2026 ends on April 27, 2025. First quarter results are expected to include up to approximately \$5.5 billion of charges associated with H20 products for inventory, purchase commitments, and related reserves.					

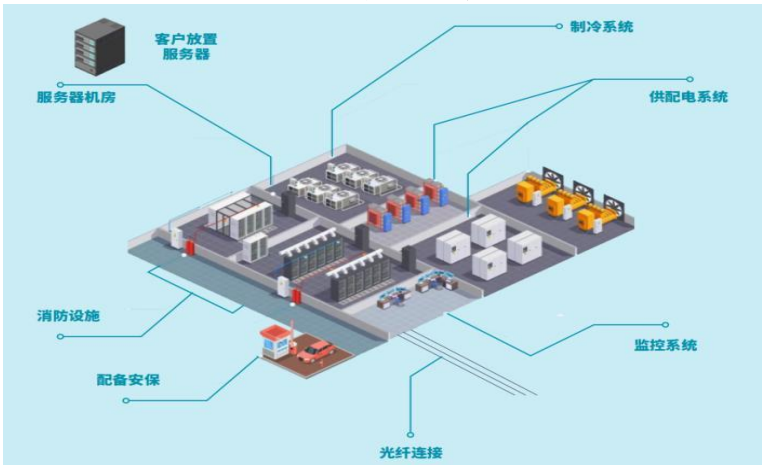
表： 华为910C CloudMatrix 384与英伟达GB200 NVL72对比

标准	单位	GB200	Asecnd 910C	Huawei vs 英伟达
BF16密集型每秒千万亿次浮点运算能力	PFLOPS	180	300	1.7x
高带宽内存容量	TB	13.8	49.2	3.6x
高带宽内存带宽	TB/s	576	1229	2.1x
向上扩展带宽	Gb/s uni-di	64800	134400	2.1x
向上扩展域规模（GPU数量）	GPUs	72	384	5.3x
向外扩展带宽	Gb/s uni-di	28800	153600	5.3x
系统总功耗	W	145000	559378	3.9x
每FLOP BF16运算功耗	W/TFLOP	0.81	1.87	2.3x
每TB/s内存带宽功耗	W per TB/s	251.7	455.2	1.8x
每TB内存容量功耗	kW/TB	10.5	11.4	1.1x

1.3 数据中心核心环节梳理

□ 供配电系统、冷却系统为数据中心配套设备核心环节。数据中心为服务器、存储设备、网络设备等计算机系统，提供放置、电力、冷却、安全和监控等基础设施的专用空间。数据中心建设主要成本包括主设备投资（80-90%占比）和配套设备投资（10%-20%占比），其中供配电系统、冷却系统在配套设备中成本占比分别为43.5%、21.5%。

图：数据中心构造及服务器机房内部示意图



表：数据中心各环节核心设备及主要参与企业（括号内为成本占比）

一级分类	二级分类	三级分类	设备功能	未来驱动因素	主要国内参与企业
配套设备投资 (10%-20%)	供配电系统 (43.5%)	UPS/HVDC (14.3%)	UPS：“不间断电源”是一种含储能装置，以整流器、逆变器为主要组成部分 HVDC：相比于UPS去掉了DC-AC逆变环节，效率提高	UPS向HVDC、巴拿马电源、SST高压直流方案迭代，HVDC从240V向800V升级	科华数据、科士达、中恒电气等
		柴油发电机 (12.8%)	以柴油作为燃料，将化学能转化为机械，具备高可靠性、一次性投资较少、启动快、可全天候发电等优势	高功率柴发向大缸径、高压共轨技术发展，短期国内市场有望供需紧平衡	玉柴、潍柴、泰豪科技、科泰电源
		开关柜 (9.7%)	通过开合开关和配电保护装置来对电力系统进行控制和保护，保证电力系统的正常运行	数据中心变配电系统向预制化、模组化、智能化方向发展	金盘科技、明阳电气、伊戈尔、盛弘股份、良信股份等
		配电设备 (6.7%)	负责输送、控制和分配电能的设备		
	冷却系统 (21.5%)	冷凝器、CDU、机房空调等	对数据中心进行散热，可以分为风冷和水冷	数据中心高功率密度趋势下，冷却系统从风冷向液冷转换，浸没式液冷方案渗透率有望提升	英维克、申菱环境、高澜股份、同飞股份、曙光数创
	管理系统+基建 (35%)	机柜密封、管道系统、外壳、监控、照明等	其他功能	提高数据中心的能源效率、降低运营成本	-
主设备投资 (80%-90%)	IT算力设备等	服务器、存储、网络安全设备等	服务器是数据中心的计算核心设备，承担数据的处理、存储和分发重任	服务器向高功率密度、低能耗方向发展	浪潮信息、新华三等

二、供电系统：数据中心柴发供需错配驱动新增长，国产替代正当时

- 2.1 柴油发电机应用领域广泛，国内企业有望后来者居上
- 2.2 AIDC驱动柴发需求增长，国际宏观形势波动影响国内供给端
- 2.3 柴油发动机技术持续迭代，产业链上游多环节受益

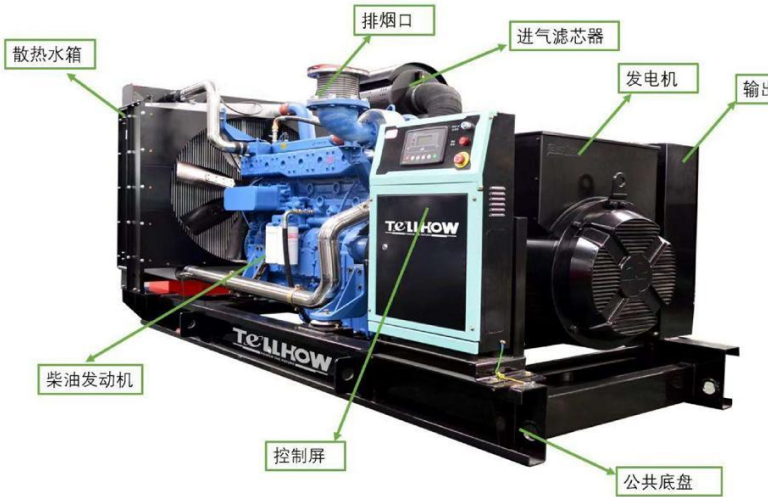
2.1 柴油发电机应用领域广泛，国内企业有望后来者居上

- ❑ 柴油发动机是指以柴油作为燃料，将化学能转化为机械能的热机。柴油机的经济性能比汽油机好，同排量下能产生更大的扭矩。尽管目前已有其他应急备电的手段（UPS和双回路供电等），但不能取代柴油发电机组的作用，**主要系柴油发电机组具备高可靠性、一次性投资较少、启动快、供电平稳、受地理环境影响小、可全天候发电等优势。**
- ❑ 柴油发电机结构较为简单，主要由柴油机、发电机、控制模块三大件组成。柴油机作动力带动发电机发电，柴油机成本占比约65%，主要生产商包括康明斯、MTU、玉柴、上柴等；发电机成本占比15%，主要生产商包括利莱森玛、斯坦福、马拉松以及柴发企业自制。

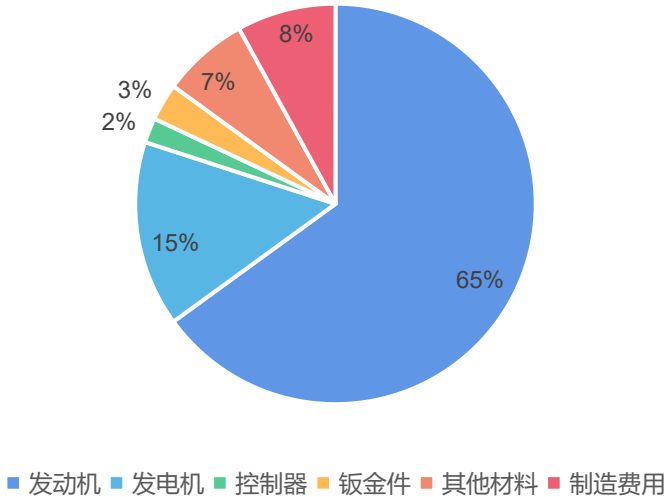
表：不同备用电源对比

	柴油发电机	UPS	BBU	超级电容器
功能介绍	以柴油作为燃料，将化学能转化为机械能的热机	“不间断电源”是一种含储能装置，以整流器、逆变器为主要组成部分	电池备份单元，确保在电力中断时有足够的时间来保存重要数据	能够存储大量电荷的器件，具有更高的功率密度和更快的充放电速度
放电时长	可长期持续	10-20分钟	几分钟	几秒-几分钟

图：柴油发电机核心组件示意图



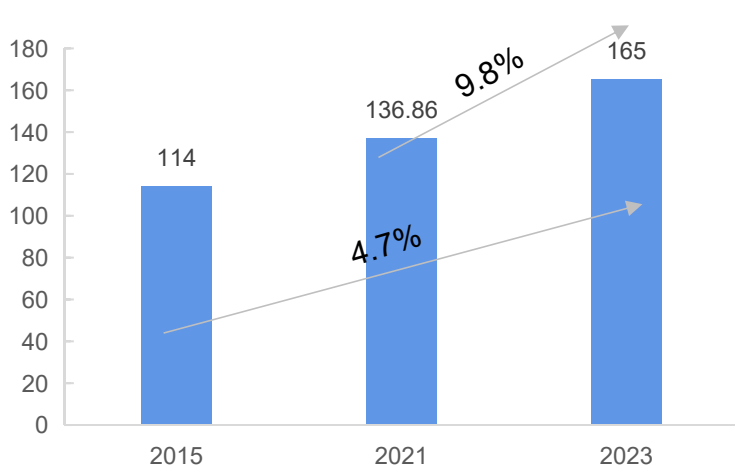
图：柴油发电机成本拆分



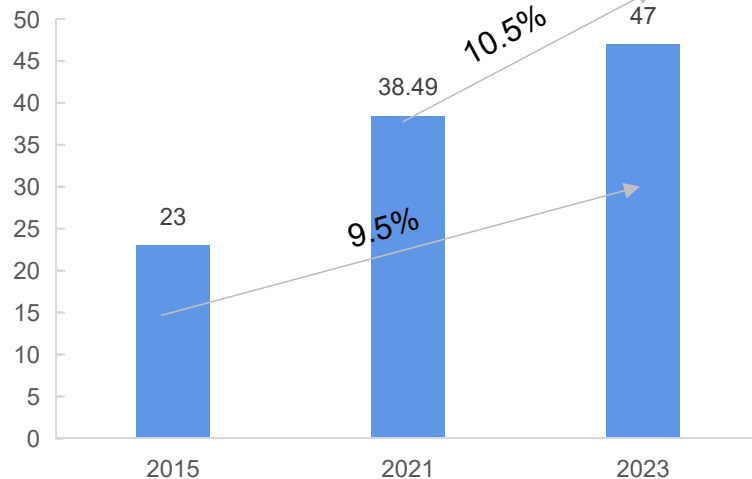
2.1 柴油发电机应用领域广泛，国内企业有望后来者居上

- **柴油发电机市场加速增长，中国市场占比提升。** **全球：**根据Frost&Sullivan和思瀚产业研究院，2015-2023年全球柴油发电机市场规模由114亿美元增至165亿美元，CAGR为4.7%；疫情后全球柴发市场增速加快，2021-2023年全球柴发市场规模CAGR为9.8%。**中国：**2015-2023年中国市场规模由23亿美元增至47亿美元，CAGR达到9.5%，中国在全球规模占比从2015年的19.8%提升至2019年的27.8%，近年来逐渐稳定在28%左右。根据Global Info Research数据，**目前中国为全球最大的柴发组装生产地区，约占59.9%份额**，北美占比15.2%位居第二，中国柴发市场规模快速提升。
- **柴油发电机组具有功率大、稳定性高、成本低、建设周期短等优点，因此在短期内成为不可替代的备用电源。**柴油发电机已被广泛应用于各种车辆、机械设备和发电机组中，根据下游应用领域拆分，2020年国内柴油内下游应用于乘用车/摩托车/农业机械/商用车/发电机的占比分别为40%/33%/9%/8%/3%。

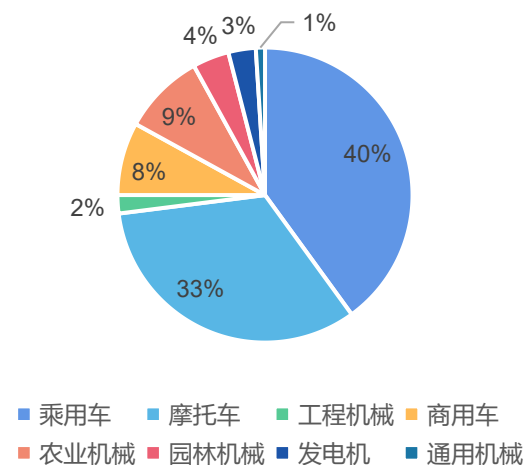
图：全球柴油发电机市场规模（亿美元）



图：中国柴油发电机市场规模（亿美元）



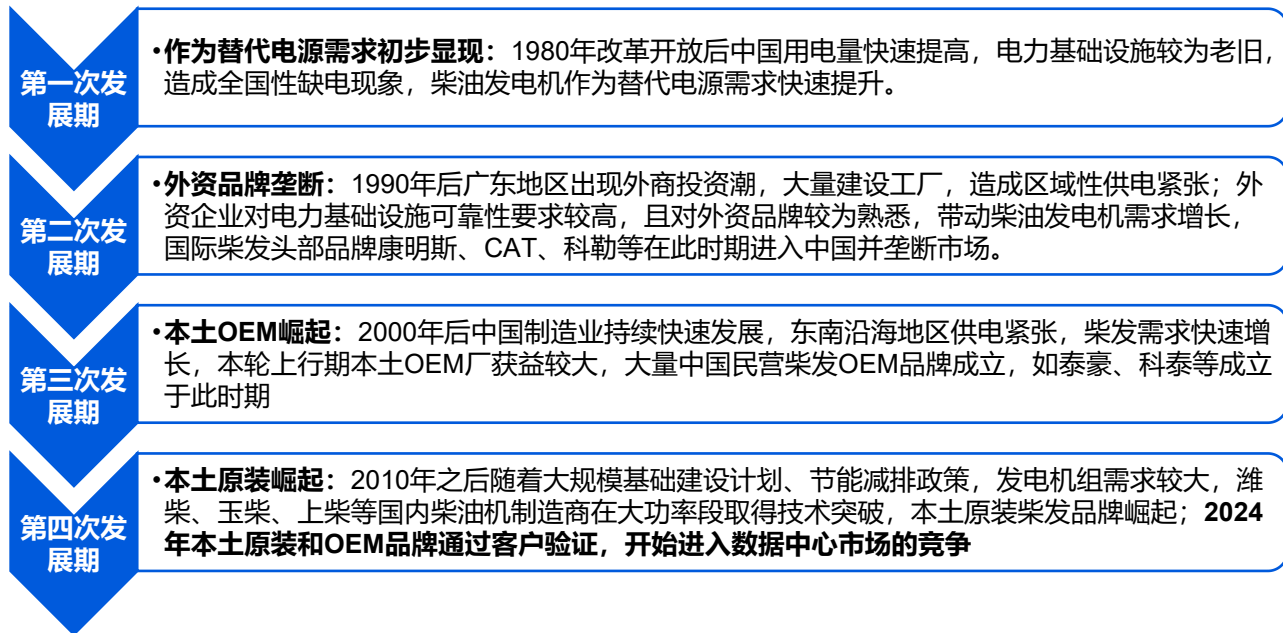
图：2020年中国柴油发电机细分市场应用占比结构（按销售额）



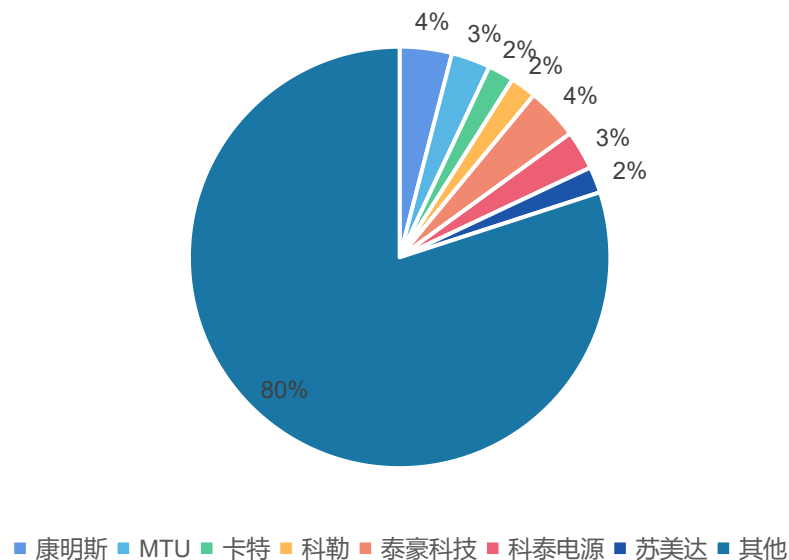
2.1 柴油发电机应用领域广泛，国内企业有望后来者居上

- 国产品牌柴油发电机主要从上世纪80年代开始发展，相对欧美发达国家较为滞后。上世纪90年代初，鉴于当时我国电力短缺现象加剧以及资金和技术双重匮乏的情况，我国政府部门决定在柴油发电机组行业引进外资。2000年后中国制造业快速发展，大量国内柴油发电机OEM品牌成立，并逐步实现国际化发展，内资份额有望逐步提升。
- 柴油发电机市场竞争激烈，市场集中度较低。根据泰豪科技数据，2021年中国柴油发电机市场外资头部品牌与中国头部品牌份额接近，泰豪科技、科泰电源、苏美达市占率分别为4%/3%/2%，后面仍有80%为中小企业，市场较为分散。**我们认为，AIDC对柴发可靠性、功率要求更高，在行业建设高景气背景下，头部企业具备更优质供应商资源、更好的成本管控能力以及更快扩产能力，未来国内柴发市场集中度有望持续提升。**

图：中国柴油发电机发展历程



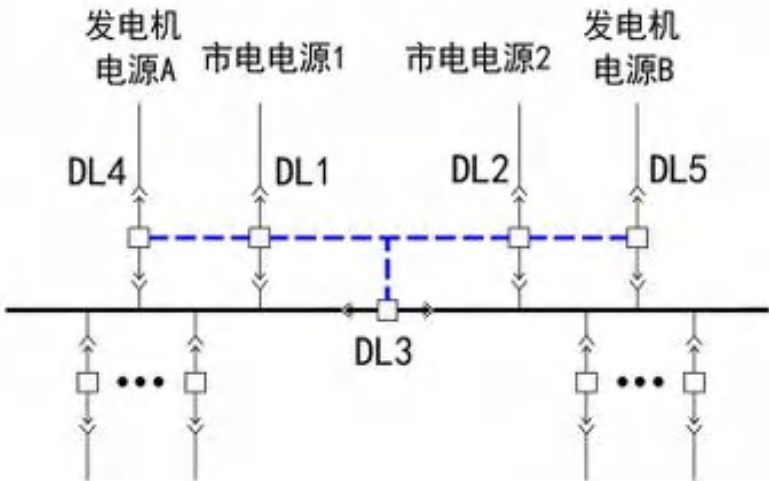
图：2021年中国柴油发电机市场竞争格局



2.2 AIDC驱动柴发需求增长，国际宏观形势波动影响国内供给端

- **AIDC供配电系统需具备高可靠性，柴油发电机为备用电源优质选择。**根据国标《数据中心设计规范》GB50174规定：**A级数据中心应由双重电源供电，并应设置备用电源。备用电源宜采用独立于正常电源的柴油发电机组**，也可采用供电网络中独立于正常电源的专用馈电线路，当正常电源发生故障时，备用电源应能承数据中心正常运行所需要的用电负荷。柴油发电机系统是目前绝大多数数据中心最稳定、最可靠的后备电源，因此绝大多数国标A级数据中心均设有N或N+1容量的柴油发电机系统。
- **高压柴油发电机组有望成为AIDC发展趋势。**未来数据中心逐渐向模块化数据中心、集装箱式数据中心发展，优势在于具有高可靠性标准模块、分期快速部署、大大缩短建设周期等。室外高压集装箱型柴油发电机组具有防雨、低噪音、便于快速移动、能缩短建设周期等特点，契合数据中心的发展及供电要求，有望成为未来发展方向之一。

图：发电机与市电投切系统图



表：高压柴油发电机与低压柴油发电机技术特性比较

发电机组	低压机组	高压机组
安装场地选择	宜设置在接近负荷中心的位置	可以设置在机房楼外，可解决多台发电机组同时运行时的振动、噪声和发电机房的进、出排风问题，可远离负荷中心
容量	单机容量基本在2000kW及以下，可单机或多台机组并联运行，单机、并机容量过大时受输出电源的限制	单机容量基本在2000kW及以上，可单台或多台机组并联运行，机房可集中建设
输送距离	可短距离输电，长距离输送不经济，电压降大	可长距离输电
损耗	在输配电中线路损耗较大	在输配电中线路损耗较小，不存在输送发热问题，高压输电电流较小
配置	配置较为简单，输配电基本为标准低压柜等	配置较复杂，尤其发电机及输出配电柜全部为高压设备
并机运行	受低压配电设备电流限制，并机容量小，受非线性负载影响大	方便实现大功率机组并联成大容量系统，受非线性负载影响小
发展趋势	小功率段保持传统市场，大功率段有被高压系统替代趋势	大功率段采用高压系统为应用趋势，需求逐渐增大
与市电切换	采用ATS，电流大、ATS数量多，占地面积大，成本高	可在10kV母线处通过综保或PLC控制开关集中切换，占地面积小，成本低

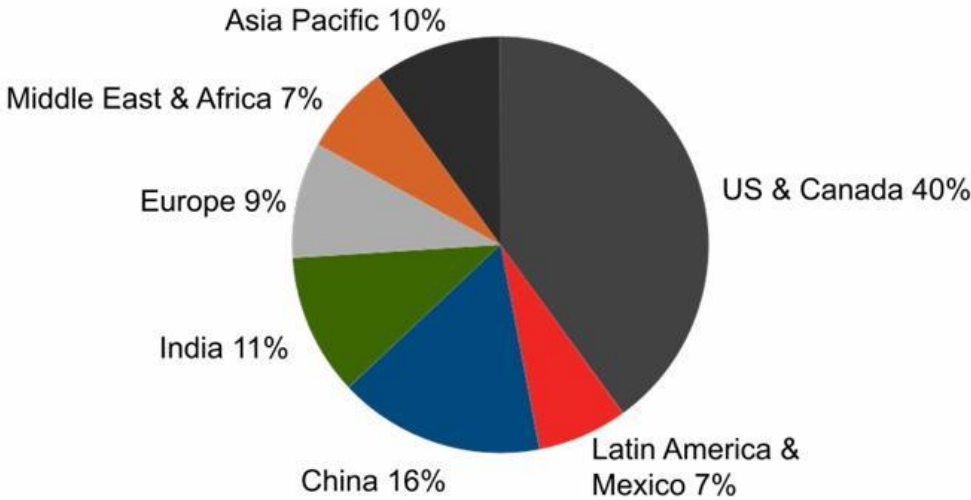
2.2 AIDC驱动柴发需求增长，国际宏观形势波动影响国内供给端

中国柴发市场供给侧受中美贸易战减少，需求侧受益AIDC建设高景气快速提升，国产柴发品牌有望开启涨价潮。根据国务院关税税则委员会4月11日公告，中国对原产于美国的进口商品关税由84%提高至125%，尽管后续在5月13日对关税进行短期下调，但我们认为仍会对美国发动机进口产生一定影响。根据前文国内柴发竞争格局，2021年美国企业康明斯、卡特彼勒合计占比6%，参考国内各企业市占率，此轮关税上涨预计对两家柴油发动机产品及上游核心零部件进口中国影响较大。此外，叠加海外企业销售区域以海外为主（如康明斯2024年电源业务中国收入仅占16%），且海外企业扩产到产能释放具备一定时间周期，我们认为短期国内柴发市场有望迎供需紧平衡。

表：全球柴油发电机头部企业数据中心业务梳理

公司名称	企业总部	数据中心业务情况
康明斯	美国	2024年动力系统事业部收入达64亿美元，息税折旧摊销前利润率提高18.4%，得益于销售定价优势和较低的运营费用，预计2025年EBITDA进一步提升
MTU (Rolls Royce控股)	德国	电力系统受数据中心影响产品定价、成本均有提升。2024年收入18亿英镑，同比+6%，营业利润1.9亿英镑，同比+56%，营业利润率增至10.3%
三菱重工	日本	公司专注于应急发电机为核心的电源系统、助力节能的冷却系统。数据中心是2024事业计划中增长速度最快的领域之一

图：康明斯2024年电源系统部门收入分区域拆分



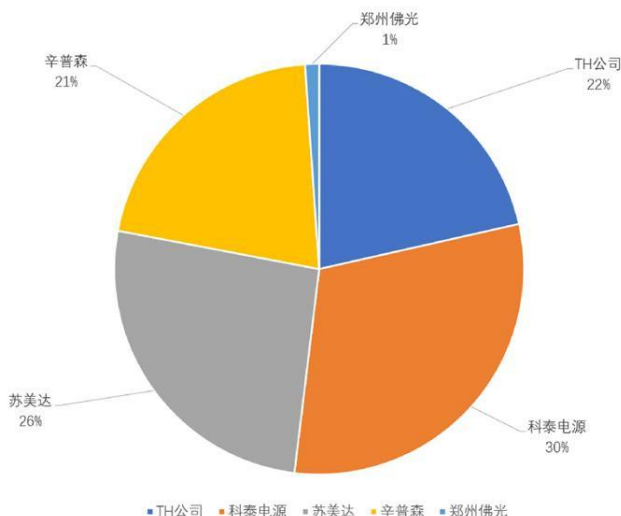
2.2 AIDC驱动柴发需求增长，国际宏观形势波动影响国内供给端

- 从产品性能层面，中国品牌产品性能参数已与国际巨头接近，技术进步有望助力市场份额进一步突围。在振动隔振率、噪音以及电压恢复时间参数上，以1800kW/10.5kV高压集装箱机组为例，泰豪科技产品性能已完全优于科勒。在机组燃油消耗率方面，泰豪科技已超越国际头部企业。
- 从数据中心市场份额层面，2019年后国产原装和OEM厂开始进入IDC供应链，未来有望持续受益算力需求激增。以中国移动2019-2022年IDC数据中心中标为例，该项目高压柴发需求量约20亿元，通信行业柴发市场份额已被国内企业占据。伴随数据中心功率密度提升，柴发作为备用电源的容量要求愈发提高，叠加数据中心柴发向户外高压集装箱式发展，此类高附加值、高技术准入门槛的中高端柴油发电机存在利润增长空间，国内企业有望充分把握此次供需紧平衡契机，加速实现数据中心柴发国产替代。

表：产品性能指标对比情况（以1800kW，10.5kV高压集装箱机组为例）

对比内容	单位	可比公司			
		卡特彼勒	康明斯	科勒	泰豪科技
振动隔振率	%	96.7	96.5	95	96
噪音（1m空载）	dB(A)	≤80	≤80	≤85	≤80
电压恢复时间	S	≤3	≤4	≤4	≤3
机组燃油消耗率	g/（kW·h）	215	210	215	205

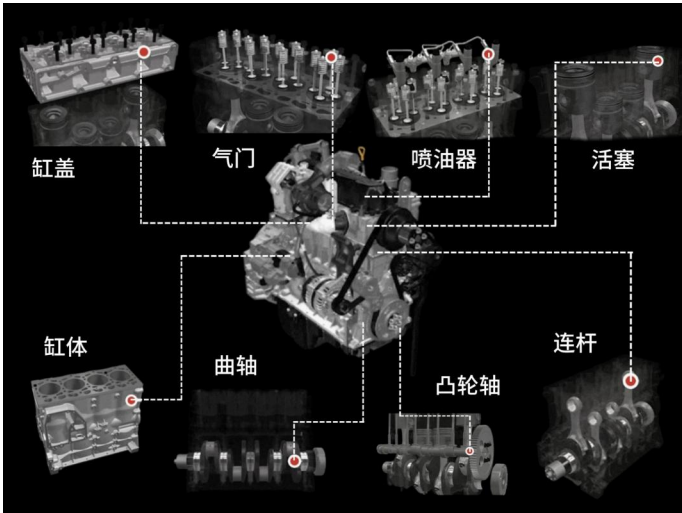
图：2019-2022年中国移动IDC数据中心高压柴油发电机组供应商份额



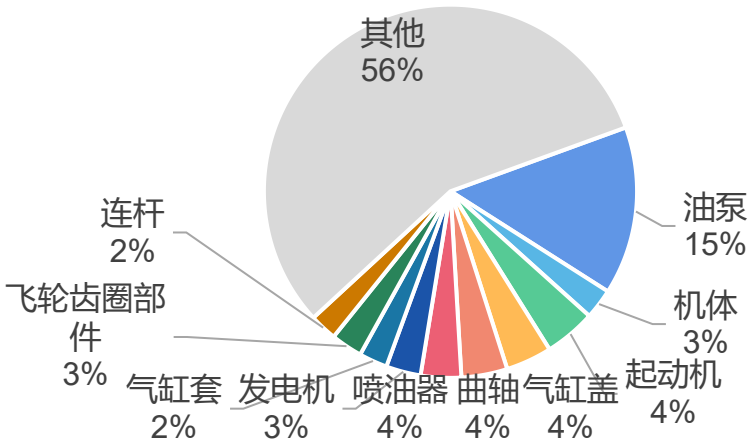
2.3 柴油发动机技术持续迭代，产业链上游多环节受益

- ❑ **柴油发动机由多零部件组成，成本占比分散。**柴油机的基本工作原理是采用高压喷射压缩发火，使燃料在气缸内部燃烧，以高温、高压的燃气在气缸中膨胀推动活塞做往复运动，再通过活塞连杆-曲柄将往复运动变成曲轴的回转运动，从而带动机械工作。
- ❑ 根据新柴股份招股书，柴油发动机成本可大致拆分为：油泵15%，气缸盖4%、缸体3%，曲轴4%、连杆2%，以及其他零部件等，整体看成本占比较为分散，各零部件之间的精确协作配合曲轴确保发动机的不同汽缸处于不同的冲程，以便发动机的平稳运行。

图：柴油发动机零部件拆解示意图



图：柴油发动机零部件成本占比



表：柴油发动机各零部件功能

系统名称	零部件名称	功能
机体	缸体	包含了燃烧过程相关的所有零件。每个汽缸中都有一个敞开的空间,在此处进行燃烧过程
	缸盖	缸盖安装在缸体的上部，从上部密封汽缸并构成燃烧室。在内燃过程中,缸盖需要承受很大的热负荷和机械负荷。
曲柄连杆机构	曲轴	曲轴把燃烧产生的往复直线运动转化为旋转运动
	连杆	连杆连接曲轴和活塞，传递燃烧产生的动力
	活塞	每根连杆顶部都连着一个活塞。活塞构成了燃烧室的底部，发动机工作时，活塞在汽缸内上下往复运动
燃油供给系统	喷油器	喷油器负责向汽缸内喷射燃料，是燃烧系统中最复杂的部分。喷油器需要以精准的喷油定时，把定量的燃油喷入汽缸顶部的燃烧室
配气机构	凸轮轴	大多数发动机仍然依靠机械系统打开和关闭气门,还有部分发动机仍通过机械传动(非电控)的方式控制燃料喷射。通过凸轮轴和曲轴之间的相位角来控制气门开启和闭合

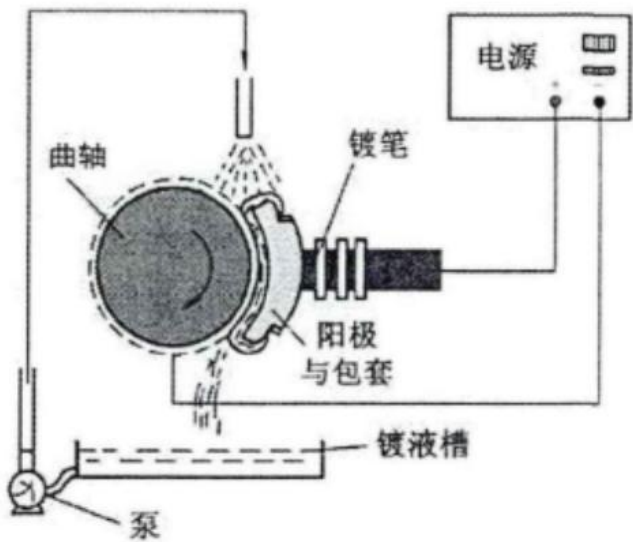
资料来源：康明斯中国公众号，新柴股份公司公告，国海证券研究所 注：零部件成本占比为新柴股份2020年采购成本占比

- ❑ 技术迭代方向一：发动机向大缸径技术延伸，对机体、曲轴提出更高要求。
- ❑ 大缸径高端柴油机（缸径150mm以上）具有更高的功率、更大扭矩、较低的燃油消耗、较低的机械损失等优势，其原理为缸径增加进而燃烧室直径以及进排气门尺寸增加，提高空气流动能力。
- 机体（缸体、缸盖）：大缸径柴油机体积和质量大，机体和缸盖铸件结构复杂。机体存在砂芯数量多、缩尺控制不精确的问题，且机体铸件目前以手工制芯生产为主，铸件尺寸精度一般控制在CT11级无法满足要求，进而对企业生产工艺及自动化设备提出更高要求。
- 曲轴：由于曲轴为柴油机最核心的运动环节零部件之一，受到多种力矩冲击，容易失效。而大缸径柴油机维修时间长、维修质量低，因此对曲轴的修复工艺为研发方向之一。采用电镀刷方案修复曲轴，优势在于镀层均匀、沉积速率快，刷镀后可直接精磨抛光，镀层厚度可控，在保证曲轴修复后正常运行前提下，可保持原有件的通用性和可替换性。

表：大缸径技术中机体制造的痛点及解决方案

制造痛点	产生原因	解决方案	具体解决措施
组装间隙累计偏差较大	传统工艺装备落后，制芯通常采用分体制芯工艺，增加了组装间隙累计偏差	一体化制芯	通过分层填砂工艺、装备设计，将机体大缸芯轴承挡砂芯与缸筒砂芯由原来的分体制芯改为一体制芯
下芯时不易操作导致砂芯磕碰	大型机体铸件砂芯多达30余颗，传统工艺均单独下芯导致间隙尺寸偏差大、箱中操作下芯不方便操作	模块组芯与整体下芯	采用专用组芯胎具将侧边芯、进水道芯、回水道芯等砂芯预组装成3~4个模块化芯组
铸件尺寸精度一致性差	大缸径发动机机体铸件生产多为人工操作	自动组芯	开发专用组芯胎具、取芯夹具，结合视觉识别等技术实现大缸径机体铸件机器人自动组芯
		自动起模机构	为保证起模垂直度，在模板上设计起模机构，造型后砂箱垂直与模板脱离，实现砂型无损造型
		砂芯转运吊具	开发自硬砂砂芯取芯翻转吊具，采用一套机械式锁紧、翻转机构，辅助人工取芯和翻转

图：采用电镀刷技术修复曲轴原理图



2.3 柴油发动机技术持续迭代，产业链上游多环节受益

- 技术迭代方向一：发动机向大缸径技术延伸，对机体、曲轴提出更高要求。
- 玉柴：公司YC16VC柴油发动机功率覆盖范围可达2005kW~3608kW，其排量、功率转速等指标要更优于中小功率发动机。2020年玉柴3000马力YC16VC双主机首配我国万吨级工程船在福建海域顺利吉水，**为我国万吨级工程船高速主机首次使用国产船舶动力，打破了2000千瓦以上大马力高速船用主机长期被国外品牌垄断的局面。**
- 潍柴：公司M33/M55系列大缸径高端发电产品，满足客户对高端化、节能高效、更大功率、高功率密度等需求，在全球5G大数据中心、矿区、医院等全球高端动力市场的竞争力持续提升。潍柴动力2024年M系列大缸径发动机销售8100余台，收入同比增长20%，其中数据中心产品销售同比增长148%，达到近400台。公司预计2025年M系列大缸径发动机及数据中心产品实现同比高速增长。

表：玉柴、潍柴大缸径柴油发动机技术指标对比

企业	机型	缸数-缸径×行程mm	排量L	单缸气门数	进气方式	常用功率/转速kW/(r/min)	排放技术路线	外特性最低燃油消耗g/kW·h
玉柴	YC16VC3000-D31	16-200×210	105.56	4	增压中冷	2005/1500	电控单体泵	≤195
	YC12VC2070-D31	12-200×210	79.17	4	增压中冷	1380/1500	电控单体泵	≤196
	YC6C1020-D31	6-200×210	39.58	4	增压中冷	680/1500	电控单体泵	≤195
潍柴	20M55	20-180-215	104.9	4	增压中冷	4140/1500	电控	-
	20M33	20-150-185	65.4	4	增压中冷	1850/1500	电控	-

图：2024年12月玉柴自主研发的高端大功率发电动YC16VC亮相巴黎数据中心展览会

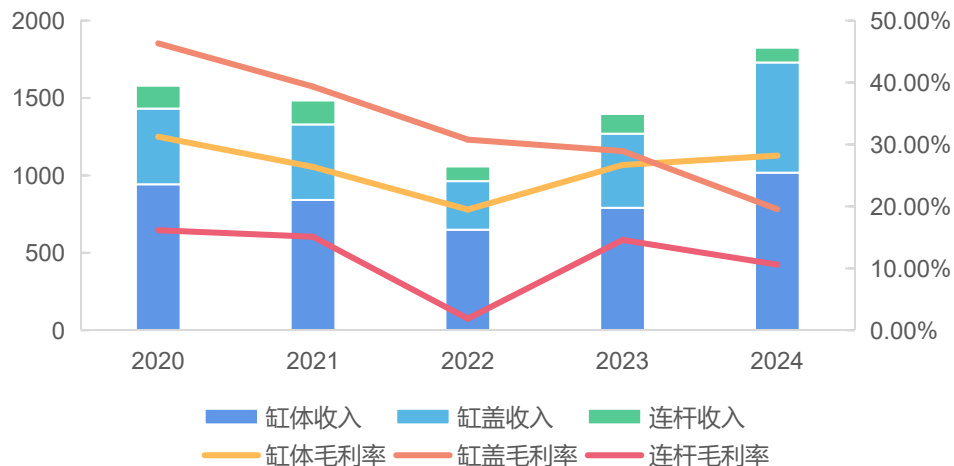


2.3 柴油发动机技术持续迭代，产业链上游多环节受益

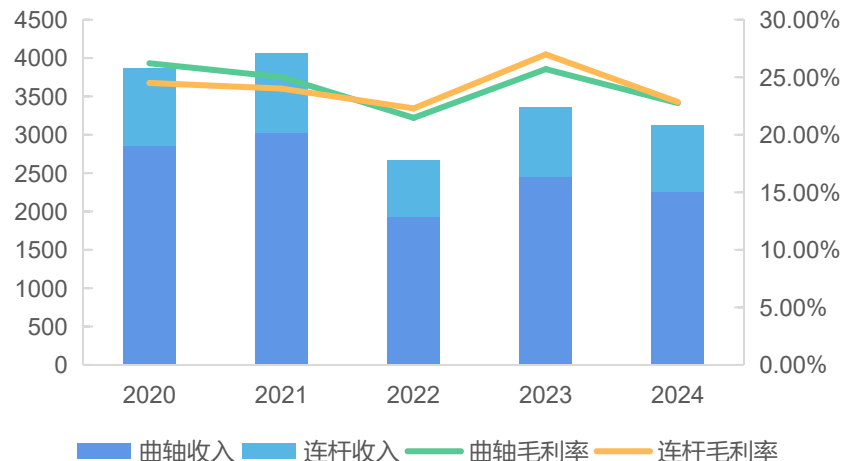
□ 技术迭代方向一：发动机向大缸径技术延伸，对机体、曲轴提出更高要求。

- **长源东谷**：公司专注于发动机机体研发制造，2024年缸体、缸盖、连杆收入合计占比达95%，缸体毛利率达28.2%。公司下游应用场景主要为商用车、新能源混动，已与福田康明斯、东风康明斯等大型发动机整机厂商长期深度合作，利用品牌优势拓展广西玉柴、比亚迪、赛力斯等。2025年1月，公司与玉柴集团子公司共同出资成立玉柴长源科技，公司持股49%，合资公司聚焦算力中心发动机缸体零部件等业务。公司绑定数据中心发动机头部企业，有望受益客户数据中心业务起量驱动业绩增长。
- **天润工业**：公司是国内最大的曲轴专业生产企业、中重型商用车胀断连杆生产企业，目前已积累潍柴、康明斯、一汽锡柴、玉柴、卡特彼勒等发动机头部客户。公司亦向上游延伸，具备曲轴、连杆等发动机类铸锻件毛坯业务，可全面提升零部件产品的成本竞争优势。

图：长源东谷各业务营业收入及毛利率情况（百万元）



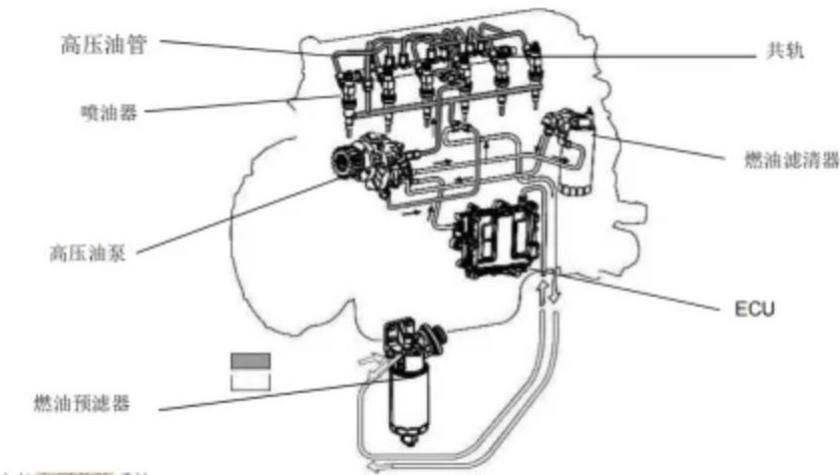
图：天润工业各业务营业收入及毛利率情况（百万元）



2.3 柴油发动机技术持续迭代，产业链上游多环节受益

- 技术迭代方向二：燃喷系统在发动机中价值量占比较高，高压共轨技术为新方向。
- 高压共轨燃油喷射系统是一种先进的燃油喷射技术，其核心是共轨管将供油泵提供的高压燃油分配到各喷油器中，ECU根据工况实时调控喷油量、喷油时刻和喷油压力，实现燃油喷射的精细化操作（喷射压力的产生和喷射过程完全分开），可以实现更高的喷油压力，提高燃油雾化效果，从而提高发动机的性能和可靠性。

图：高压共轨技术示意图



表：传统发动机与高压共轨发动机比较

比较项目	传统发动机	高压共轨发动机
高压燃油产生方式	喷射泵或单体泵	高压供油泵
燃油计量方式	机械式油量计量装置，依转速及复合进行预设喷油量的调整	ECU接受来自各个传感器的信号，判断发动机目前的工作状况，进行压力控制、喷射控制
喷射阶段	单次喷射	多次喷射包括预喷、主喷、后喷
喷油嘴内压力变化	燃油压力与燃油喷射同步，转速升高时喷油量增加喷射压力也随之增高，喷油结束后压力下降	喷油压力由高压油泵提供，与燃油喷射独立分开；喷油结束后喷油嘴内仍然保持高压
燃烧与废弃排放情况	发动机转速的高低对燃烧影响很大，即燃烧效率变动大，空气污染严重	预喷射可以提升气缸内温度及压力，使主喷射发生时的燃烧效率提升，功率增加后喷射迫使气缸内的气体完全燃烧，减少空气污染

表：高压共轨技术硬件设计需考虑的因素

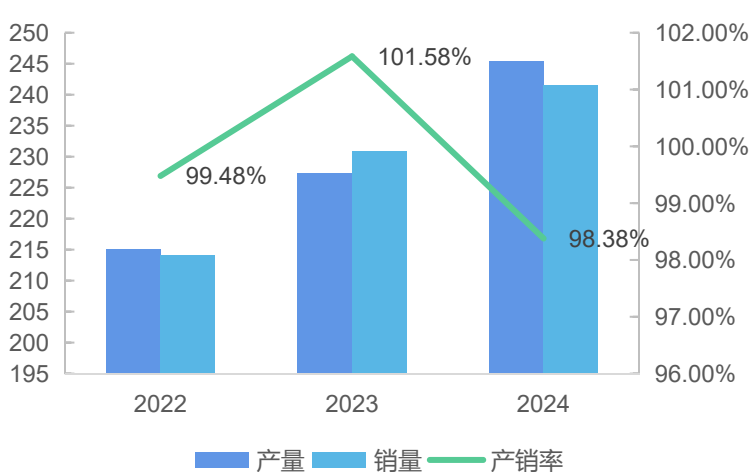
核心零部件	高压共轨发动机
燃油泵	需要选择能够提供足够压力的燃油泵，以确保燃油能够被喷射到气缸中
共轨	为该技术核心部件，需足够的强度与密封性，以承受高压燃油的压力
喷油器	喷油器的设计需要考虑喷油的精度、速度以及喷雾形状等因素，以实现最佳的燃烧效果
传感器	系统中的传感器用于监测发动机的工作状态与参数，如转速、负荷以及温度等，以便控制系统能做出准确的喷射决策
电子控制单元ECU	ECU是控制系统大脑，负责处理传感器信号并控制喷油器的工作

2.3 柴油发动机技术持续迭代，产业链上游多环节受益

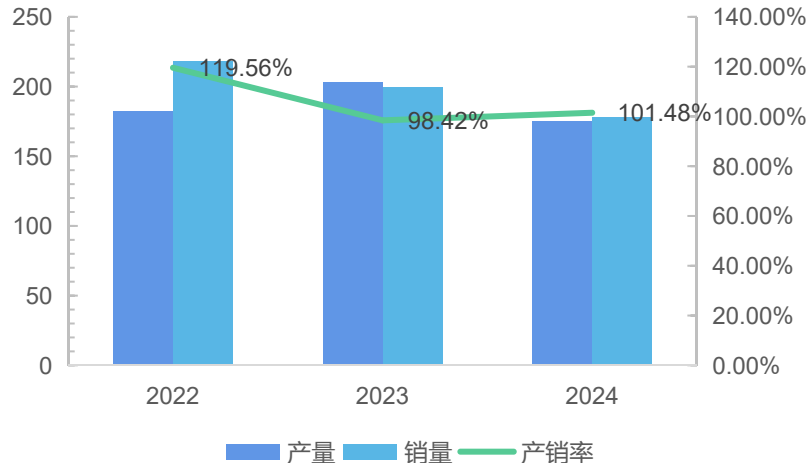
□ 技术迭代方向二：燃喷系统在发动机中价值量占比较高，高压共轨技术为新方向。

- **美湖股份**：公司专注于泵类产品研发，是中国最早具备同主机配套企业“协同开发设计、独立制造”能力的行业领先企业，2023年公司柴油机机油泵销量230万台，市占率约45%。公司已重点开发康明斯、卡特彼勒、潍柴、玉柴等国内外柴油发动机头部客户，积极开发技术难度高的中大马力泵类产品，如中大型智算中心发电机组（1000kW以上）、船用发电机组（500kw-10000kW）。
- **威孚高科**：公司于1984年开始与博世合作，2004年与博世合资成立博世动力总成有限公司（RBCD），2024年在博世及RBCD销售额占比30%。柴油发动机相关业务包括**柴油燃油喷射系统**（高压油泵、高压油轨、喷油器等）、**尾气后处理系统**（柴油增压器）、**进气系统**（柴油增压器），产品矩阵丰富，核心产品燃油喷射系统、进气系统已实现发电机组场景应用。公司积极研发满足欧七排放标准高压共轨泵产品，部分型号已进入客户应用，有望提升公司未来竞争力。

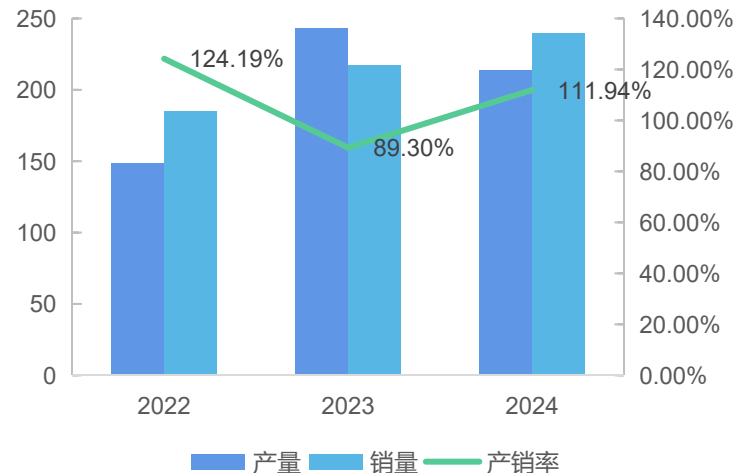
图：美湖股份柴油发动机油泵近年产销量情况（万台）



图：威孚高科柴油发动机油泵近年产销量情况（万台）



图：威孚高科柴油发动机喷油器近年产销量情况（万套）



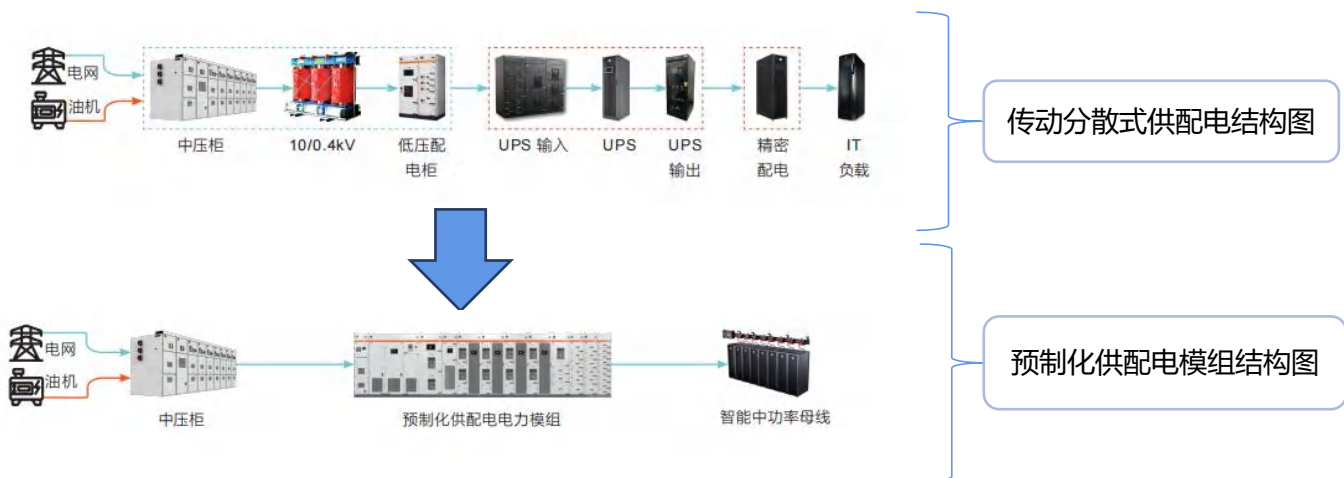
三、配电系统：向预制模组化、智能化方向发展，龙头卡位优势显著

- 3.1 配电系统向预制模组化、智能化方向发展
- 3.2 变压器：中低压配电重要环节，多因素导致海外短期供给紧缺
- 3.3 ATS&开关柜：市场格局分散，外资品牌占据主导
- 3.4 电能质量：数据中心提出更高要求，市场集中度有望提升

3.1 配电系统向预制模组化、智能化方向发展

- ❑ **数据中心配电系统发展方向之——预制模组化：**相较于通算中心传统数据中心12-15个月的建设周期，智算中心的交付需求时间在3-9个月，未来甚至会变得更短。因此项目建设需简化流程，并行开展不同阶段的任务，以便能加快建设进度。预制化供配电电力模组将中压柜、变压器、UPS、高压直流（HVDC）、制冷、馈电等预制集成交付，减少电力室面积高达30%，交付周期可缩短50%，实现更高的利用率、可扩展性和更快的部署。此外，预制供配电模组在工厂进行预装，采用标准化设计 and 专业测试，这也意味着组件设备更少、维护人员要求也低，同时也降低施工过程中的碳排放。
- ❑ **数据中心配电系统发展方向之——智能化：**智能化供配电模组内置的配电智能电力监控模块，能够将整个系统内的所有设备进行统一集中式监控管理，实时掌握系统中各个设备的实际运行状况，能够随时随地查询并进行故障处理，可靠性远远高于传统的数据中心建设模式，能够实现本地监控显示和远程管理等功能。

图：数据中心电力设备向预制模组化趋势发展



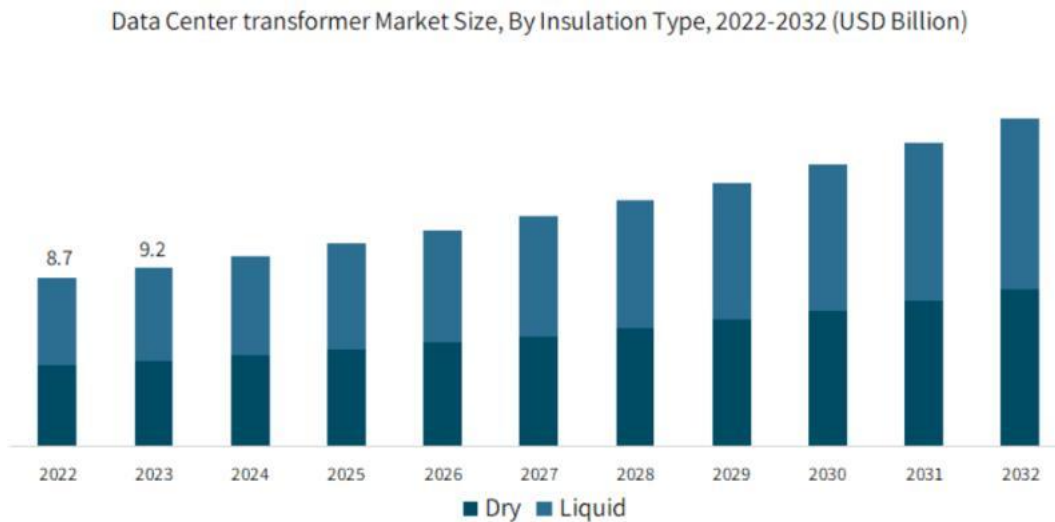
图：数据中心电力设备向智能化趋势发展



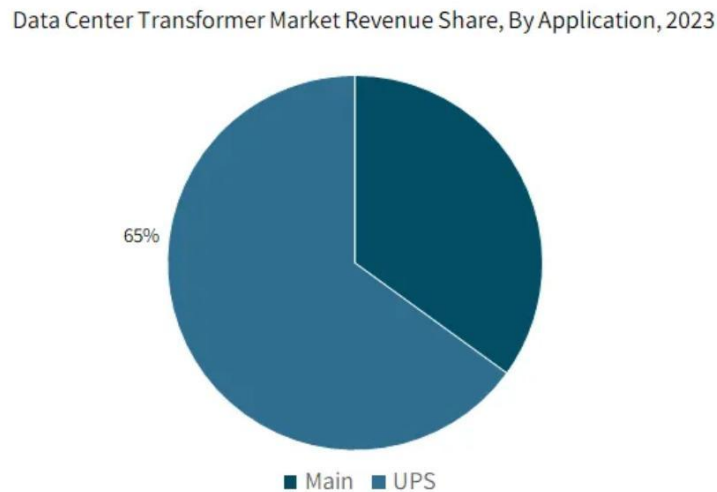
3.2 变压器：中低压配电重要环节，多因素导致海外短期供给紧缺

- **变压器在数据中心电力系统中具有重要作用。**变压器能够确保电力的稳定供应，并将电力转换为设备所需的电压。对于数据中心而言，一般采用干式变压器，主要系其高度的安全性能和可靠性。此外，相较于油浸式变压器，干式变压器无需使用油作为冷却介质，从而消除了火灾和环境污染的风险，并且由于无需定期更换和检查变压器油，维护成本较低，成为数据中心等电力供应要求极高的场所的选择。
- **2023-2032年全球数据中心变压器市场增速达7%。**根据Global Market Insights数据，2023年全球数据中心变压器市场规模为92亿美元，预计2032年市场规模将达到168亿美元，2023-2032年CAGR为6.9%，**预计未来十年数据中心变压器有望成为全球变压器的重要增长来源之一。**

图：全球数据中心变压器市场规模（十亿美元）



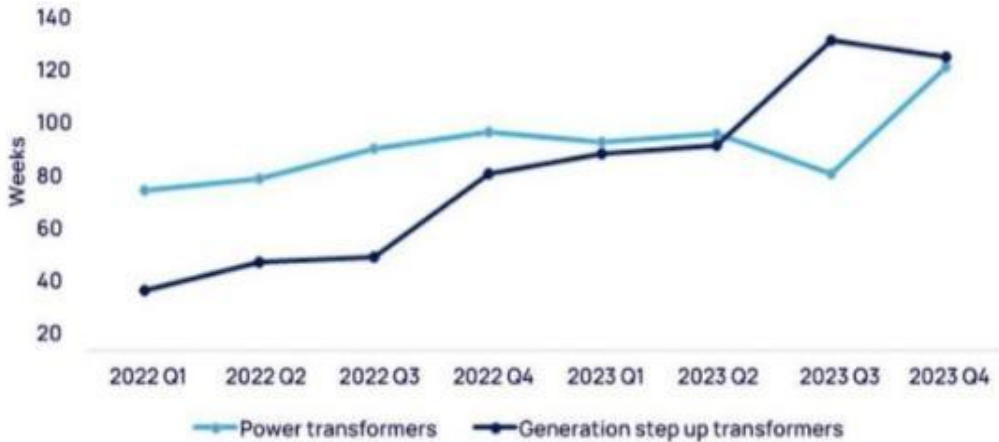
图：2023年全球数据中心变压器按应用领域市场占比



3.2 变压器：中低压配电重要环节，多因素导致海外短期供给紧缺

- **海外变压器企业交付周期拉长。**根据Wood Mackenzie，美国的电力变压器订单平均交付周期已经从2021年的50周延长至2024年的120周，容量较大的主变压器（变电站及升压变压器），交货时间为80到210周。
- **海外电气设备巨头扩产时间较长，短期有望供给紧缺，国内企业有望把握契机抢占市场份额。**目前全球变压器头部企业仍以外资为主，由于变压器为重资产行业，扩生产线需要大量资金投入，且回报周期长，海外本土厂商扩产意愿较低，且扩产进度慢导致短期内供给难以跟进。根据Global Market Insights，2023年美国数据中心变压器规模为31亿美元，全球占比34%，伴随数据中心容量扩大以及对能源效率的日益重视，北美数据中心变压器行需求有望持续增长。**我们认为，除美国外，欧洲、东南亚等区域亦具备相关需求，海外变压器供需失衡有望催化具备海外产能的国内变压器企业，逐步侵蚀外资份额。**

图：美国变压器订单平均交付周期（周）



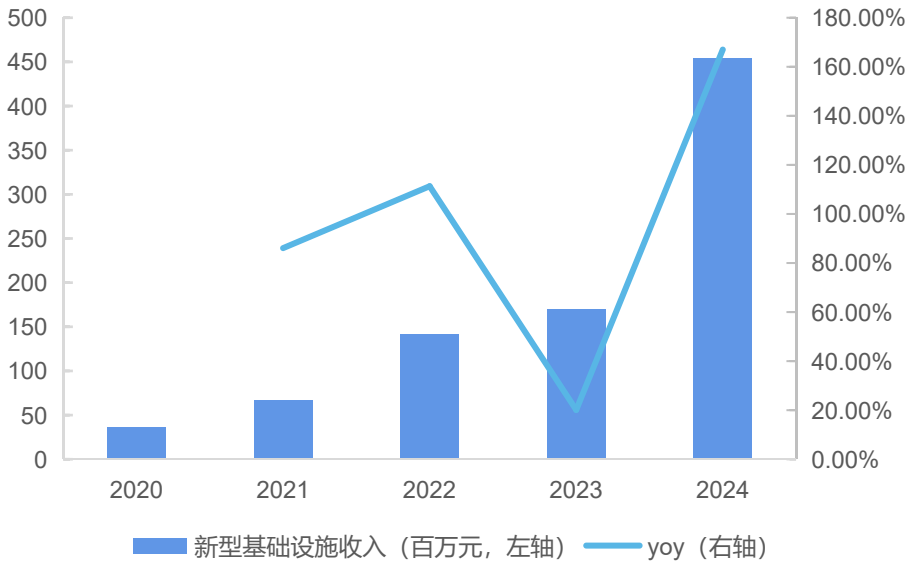
图：北美数据中心变压器市场规模（十亿美元）



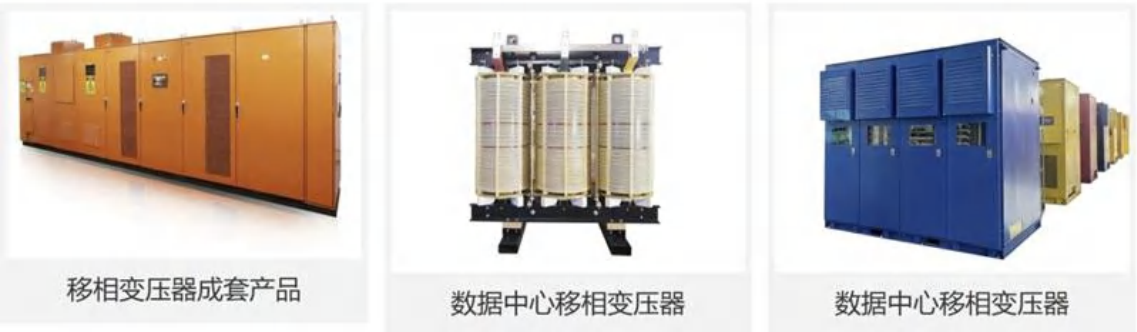
3.2 变压器：中低压配电重要环节，多因素导致海外短期供给紧缺

- 数据中心变压器对可靠性、能效要求高，具备行业壁垒，头部企业优势卡位显著。
- 金盘科技：国内干式变压器龙头，受益AIDC建设增长。根据公司互动平台信息，公司变压器系列产品凭借优于国家能效要求、低损耗，过载能力强，高可靠性，满足长期负载要求等优势，能够很好地满足国内外数据中心的使用要求，已广泛应用于百余个数据中心项目。2024年公司签订140余份数据中心订单，订单金额同比+603.7%，客户涵盖字节、阿里、百度、华为、移动、联通等。
- 伊戈尔：深耕电力电子技术，移相变压器、干式变压器应用于数据中心领域。公司数据中心业务包括配套巴拿马电源的移相变压器、配套UPS电源的干式变压器，数据中心业务已积累台达等行业核心客户，移相变压器受益下游巴拿马电源渗透率提升，公司先发优势显著。

图：金盘科技新型基础设施业务收入及同比增长率情况



图：伊戈尔数据中心相关变压器产品



图：金盘科技数据中心业务下游客户情况



3.3 ATS&开关柜：市场格局分散，外资品牌占据主导

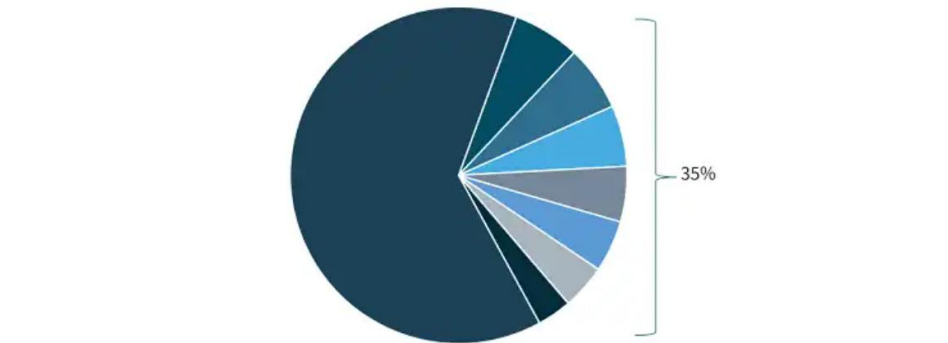
- 根据Global Market Insights，全球数据中心ATS及开关柜市场有望从2024年的37亿美元增长至2034年的99亿美元，CAGR为10.3%，市场整体竞争较为激烈，头部ABB、维谛、施耐德、伊顿等企业CR7为35%。
- 明阳电气数据中心业务经验丰富，推出MyPower电力模块巩固竞争力。目前明阳电气已向腾讯、京东、华为、字节跳动、中国移动等客户的数据中心提供成套开关设备，并形成稳定的客户合作关系。根据2024年年报，公司MyPower产品已连续中标第三方IDC运营商项目，得到用户的充分认可，产品力处于行业领先水平。

表：2022年前明阳电气数据中心业务合作客户情况

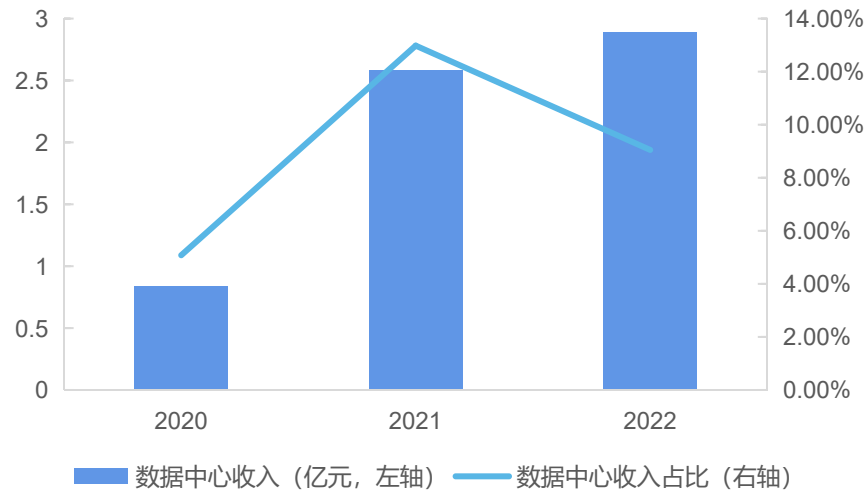
公司名称	市场地位	开始合作时间	客户开发途径	订单获取的过程
腾讯	知名互联网公司	2021	拜访客户进行产品推介	1、客户对公司进行资格预审考察； 2、公司通过考察并成为合格供应商； 3、参加客户的招投标或通过询价取得订单。
京东	知名互联网公司	2021		
中富传媒有限公司	广东省知名数据中心建设方	2020		
维谛投资有限公司	知名数据中心设计公司（EPC方），纽交所上市公司	2018之前		
广东蔚海移动发展有限公司	广东省知名数据中心建设方	2020		
中国移动	知名通讯服务商	2018之前		
易华录	知名数据中心建设方，深交所上市公司	2020		
华为技术有限公司	知名信息与通信基础设施和智能终端提供商	2020		
北京中数云天数据服务集团有限公司	知名数据中心建设方	2022	通过公开途径获取客户的招标需求	直接参与客户的招投标
中国联通	知名通讯服务商	2018之前		
中国电信	知名通讯服务商	2020		

图：2024年全球数据中心ATS及开关柜市场竞争格局

Data Center Automatic Transfer Switches and Switchgears Company Market Share, 2024



图：明阳电气数据中心相关业务收入及收入占比

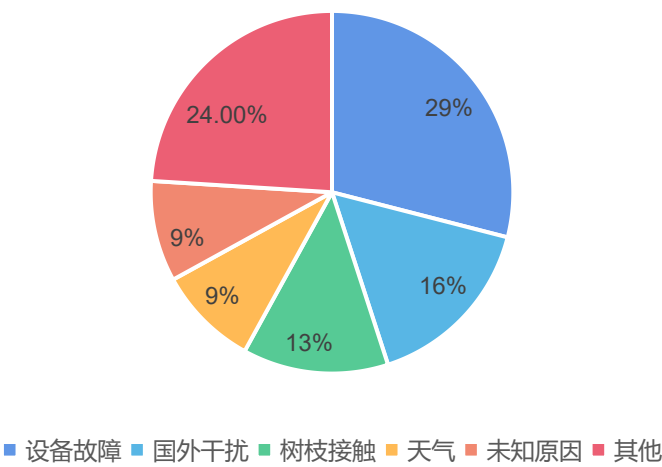


资料来源：Global Market Insights，明阳电气公司公告，明阳电气招股书，国海证券研究所 注：2023年公司未披露数据中心收入

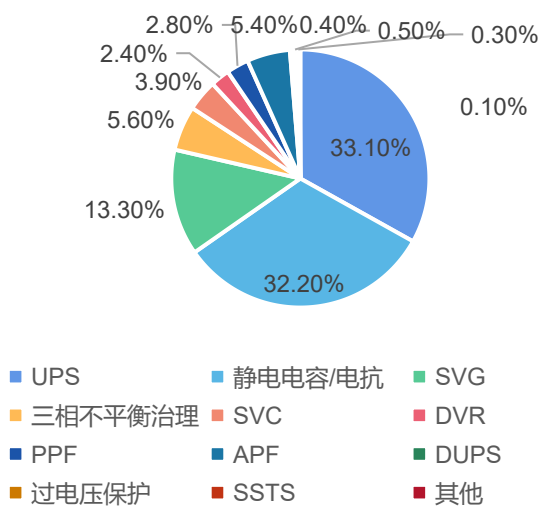
3.4 电能质量：数据中心提出更高要求，市场集中度有望提升

- 电能质量问题不可小视，数据中心对用电质量更为严苛，对低压电能质量产品的性能安全稳定性要求更高。电能质量业务可分为电能质量治理、电能质量监测、电能质量软件及服务三部分，其中电能治理产品市场规模占比较高，包括有源滤波器（APF）、静止同步补偿装置（SVG）、不间断电源（UPS）等。电能质量问题在各行各业无法避免，数据中心中的电能质量问题主要为电气设备运行中会产生谐波，谐波流入配电系统会对电网产生不同程度的污染，存在安全隐患的同时也会降低电气设备的使用寿命，增加耗电功率，因此伴随数据中心建设规模扩大，谐波治理需求逐步提升。
- 根据格物制胜Wintelligence公众号预测，全球/中国数据中心低压电能质量产品市场规模有望在2030年分别达127.5/22.5亿元，2025-2030年CAGR分别为20%/22%。在全球数据中心算力激增的背景下，驱动IT设备新增装机功率和动力侧新增装机功率（约为IT设备功率的30-40%）的不断扩大，带来配电产品需求增加，低压电能质量的市场规模随之快速扩大。

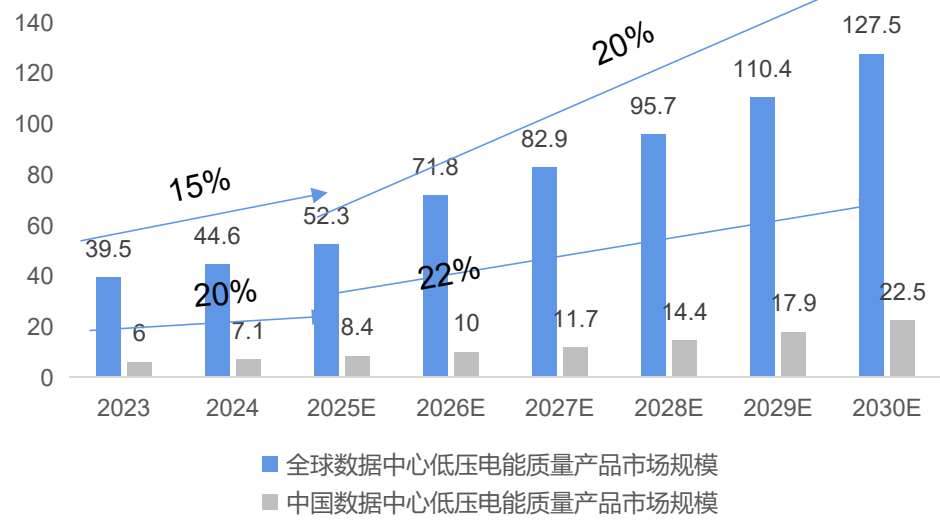
图：引发电能质量问题的原因



图：2017年电能质量分产品销售额占比



图：全球/中国数据中心低压电能质量治理产品市场规模（亿元）



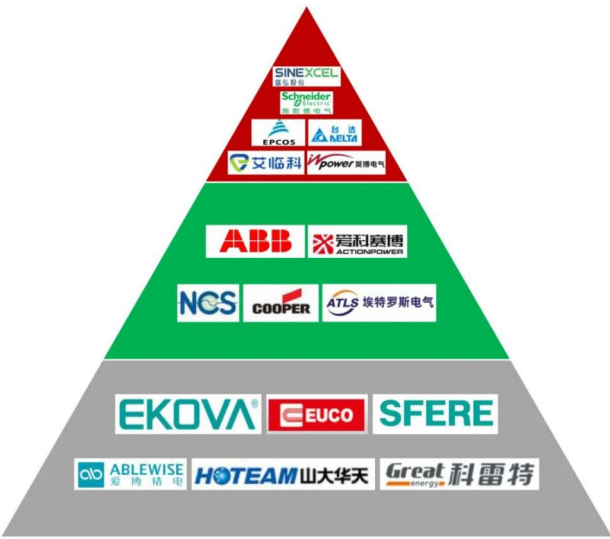
资料来源：亚洲电能质量公众号，格物制胜Wintelligence公众号，国海证券研究所

请务必阅读报告附注中的风险提示和免责声明

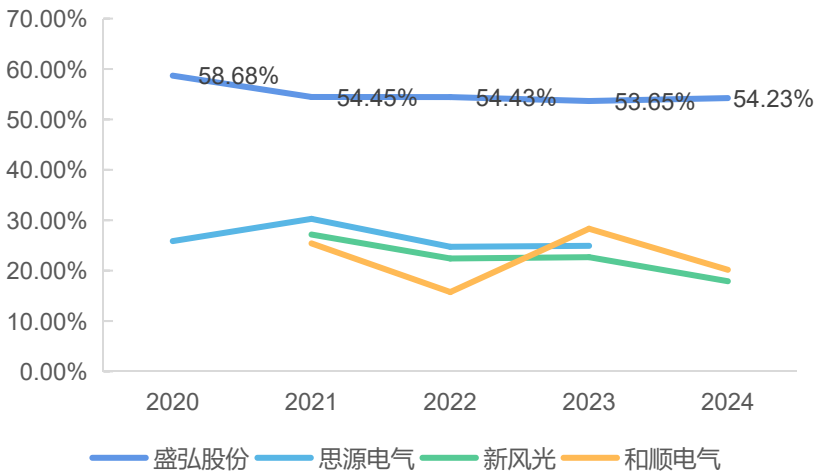
3.4 电能质量：数据中心提出更高要求，市场集中度有望提升

国内电能质量企业众多，数据中心发展有望加速头部企业市占率提升。数据中心对用电质量较其他行业更为严苛，对低压电能质量产品的性能安全稳定要求更高，一般电能质量厂商很难进入数据中心的供应商短名单，只有在行业内具有较大知名度和较好口碑的供应商才能进入业主的短名单，国内头部企业如盛弘股份、思源电气等有望实现产品新增长。从盈利角度，2021-2024年盛弘股份毛利率显著高于其他可比公司，毛利率保持50%以上的水平。盛弘股份作为电能质量领军企业，同时也是国内最早研发生产低压电能质量产品的企业之一，凭借领先的技术水平、可靠的产品性能，已多次中标或配套参与数据中心等大型项目，有望贡献业务新增量。

图：数据中心行业低压电能质量厂商竞争格局



图：国内电能质量相关企业近年电能质量业务毛利率情况



图：盛弘股份电能质量产品示意图



四、电源系统：功率提升为核心驱动，看好HVDC、BBU等发展

4.1 数据中心能效提升，机柜外电源向高压直流方案发展

4.1.1 HVDC渗透率逐步提升，巴拿马电源蓄势待发

4.1.2 SST方案有望成为数据中心供配电最优解

4.1.3 铅酸电池为备用电源上游主流方案，供需迎紧平衡

4.1.4 储能可作为数据中心部分备用电源增强可靠性，政策端持续加码

4.2 机柜功耗密度提升驱动服务器电源迭代，SiC、GaN为发展新方向

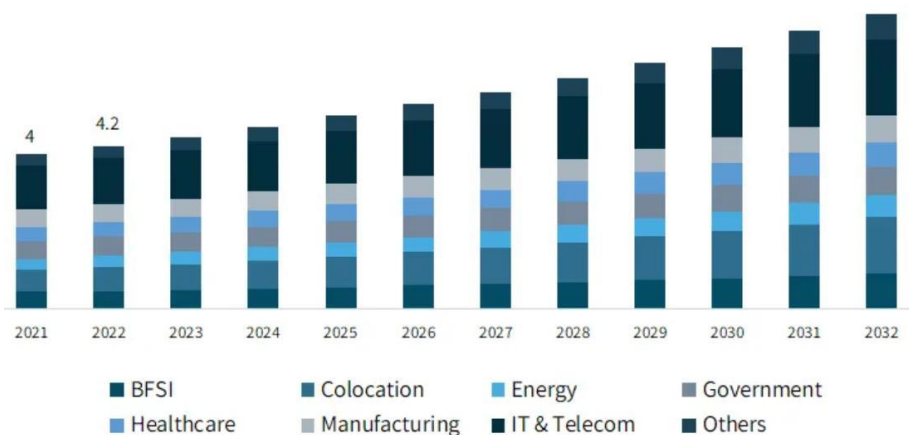
4.3 BBU、超级电容有望成为标配，创造新增量市场

4.1.1 HVDC渗透率逐步提升，巴拿马电源蓄势待发

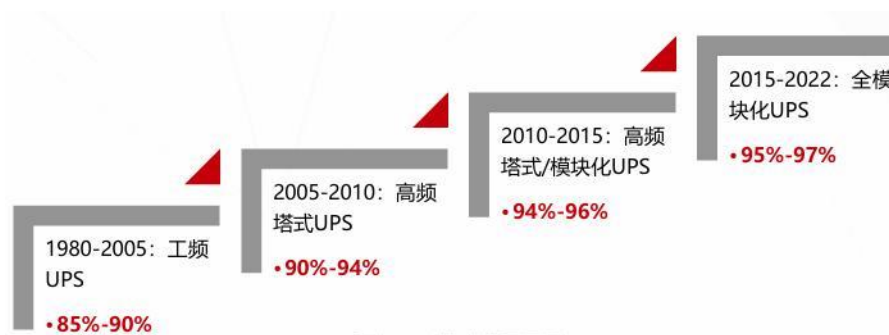
- ❑ **UPS为目前数据中心备用电源主流方案。**根据Global Market Insights数据，2022年全球数据中心UPS应用于IT和电信行业占据超20%份额，伴随未来IT和电信行业数据流量和存储需求不断增长，有望驱动全球数据中心UPS市场规模从2022年的42亿美元，以5.5%的复合增长率增长至2032年的73亿美元。根据智研咨询公众号，2013-2022年中国UPS市场规模CAGR为15.7%，预计2023/2025年市场规模分别达152/191亿元。从竞争格局看，2023年国内UPS前三名科华数据、华为、维谛市占率分别为15.6%/14.2%/12.1%。
- ❑ **近年来国内UPS效率快速提升以满足行业PUE标准，但效率逐步到达瓶颈。**根据华为《UPS智能在线技术白皮书》，以10MVA的数据中心为例，UPS每提升1%效率，可降低PUE约0.01。国内UPS已从1980-2005年的85%-90%效率提升至2015-2022年的95%-97%，但由于，**1) 拓扑限制：**考虑产品可靠性，三电平IGBT双变架构预期短期持续沿用；**2) 器件限制：**目前业界旗舰产品已经批量使用了SiC，器件损耗已降至最低；**3) 线路损耗限制：**根据欧姆定律，大功率UPS内部线路损耗难以降低，**未来UPS的在线模式效率预计受制在97%水平，进而在数据中心大功率趋势下催生HVDC等方案推广。**

图：全球数据中心UPS在不同应用领域的市场规模（十亿美元）

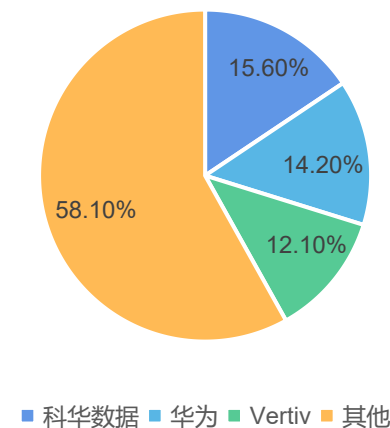
Data Center UPS Market Size, By Application, 2021 – 2032, (USD Billion)



图：我国UPS效率发展历程



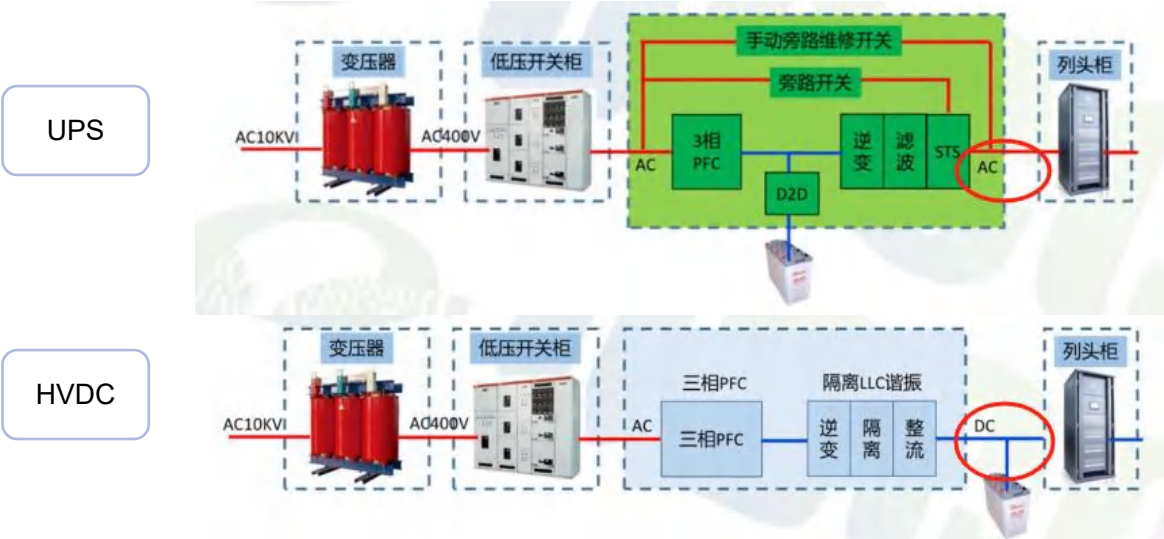
图：2023年中国UPS行业竞争格局



4.1.1 HVDC渗透率逐步提升，巴拿马电源蓄势待发

- 伴随AIDC能量密度提升及用电量增长，高压、高效成为重要趋势，HVDC渗透率有望进一步提升。240V/336V HVDC供电是目前国内数据中心供电中在大力推广的一种供电系统，DC与AC相比，其并联简单可靠，并联模块数量可以多至上百个，采用高频化的整流模块，多个模块并联组成一套供电系统，多个模块间有冗余，可热插拔，且电池直挂DC输出侧，去掉了UPS的逆变环节，系统可用性大大提升。
- 未来新一代HVDC有望提高到800V输出电压，产品准入门槛进一步提升。随着机架功率超过300kW，800VDC技术通过减少铜材使用量、降低电流等，实现更高效、集中化的电力输送。根据维谛技术Vertiv公众号2025年5月20日信息，英伟达将在下一代AI数据中心部署800VDC（800V直流供电）电源基础设施，维谛为响应其需求，计划于2026年下半年正式推出其800VDC电源产品，龙头效应有望加速高压直流在行业端渗透率提升。

图：UPS与HVDC原理对比



表：HVDC与传统UPS优劣比较

项目	HVDC	传统UPS	HVDC优点/缺点
备用电池可用性	备用电池直接负载，可用性高出传统UPS的10倍	需要通过DC-AC逆变器和STS静态开关提供，可用性差	优点
系统故障可预测性	电池故障是渐变的，可以预测的，因而是能够预防的	DC-AC和STS的故障时突变的，不可预测的，预防比较困难	
备用电池能量利用率	电池直供，无DC-AC和STS的变换损耗，利用率高出10%左右	电池需要通过DC-AC和STS才能给负载充电，有损耗	
系统效率	整个系统无DC-AC和STS部分，效率高出5%-10%左右	系统效率相对低	
系统成本	无UPS中DC-AC和STS这两个部分，系统成本降低50%左右	DC-AC和STS占整机成本超过50%	
并机可靠性	高	低	
制造与维护	因直流并联简单，制造调试容易，运行时，即使元器件参数随时间、温度、电应力变化而漂移，也不会给系统带来灾难性后果	因交流并联复杂，对元器件参数的一致性要求高，制造调试较难。运行时元器件参数随时间、温度、电应力变化而漂移，可能给并联带来灾难性后果	缺点
提供冲击电流能力	电池内阻小，能提供大电流放电，因而抗冲击电流能力强	逆变器的内阻大，提供抗冲击电流能力只能为3倍左右	
输出电缆数量	只有+、- 两极，输出电缆数量少，布线方便简单	有三相四线，电缆数量多，布线复杂困难	
负载端零地电压问题	HVDC采用高频变压器可以将输入与输出安全隔离	对于高频机和一般的传统工频机，由于存在旁路，输入输出都无电气隔离，负载侧存在零地电压偏离问题。除非将旁路或者输出增加工频隔离变压器，但会造成重量体积、成本大大提高	
机架标准化	采用模块化设计，可以采用国际通用19英寸或者23英寸标准机架，有利于整体机房布局美观	目前市面上UPS外形尺寸各种各样，没有统一规格，外观很难融入主设备机房	
输出配电器件选用	空气开关、熔断器、接触器(继电器)、接插头需要能工作在高压直流，不方便选用，成本也高出一般交流产品	低压电器产品可选择品牌型号多，获得非常容易，成本低	
输出配电安全	高压直流有被人触摸而造成电击危险，高压直流断开时容易拉弧，易造成火灾	高压交流同样会因被人触摸而造成电击危险，但交流拉弧较弱，不易造成火灾	缺点
对用户设备的新要求	高压直流输入，对保护电路和接插件要求较高	要求现成，无需改动	

资料来源：《HVDC和UPS供电系统在通信行业中的应用与分析》孙育河，ODCC《巴拿马供电技术白皮书》，国海证券研究所

4.1.1 HVDC渗透率逐步提升，巴拿马电源蓄势待发

□ 根据《HVDC和UPS供电系统在通信行业中的应用与分析》，从电源建设投资成本、电源运营成本、电源占用机房面积三重维度对比HVDC与UPS电源，**HVDC较UPS：电源建设成本低66%，运营成本每年低16.22%、占地面积少24.22%。**

表：传统型UPS和HVDC电源占地面积及建设投资成本对比

项目	传统1+1冗余120kVA UPS（100kW）						2套50kW高压直流HVDC电源（100kW）					
	占用机房面积			建设投资成本			占用机房面积			建设投资成本		
设备名称	数量	占地面积 (平方米)	占地面积 小计 (平方 米)	数量	单价 (万 元)	小计 (万 元)	数量	占地面积 (平方米)	占地面 积小计 (平方 米)	数量	单价 (万元)	小计 (万元)
主机	2台	1.5	3	2	22	44	2台	0.72	1.44	2	10	20
输入配电	3屏	1.2	3.6	6路	4	24	1屏	1.2	1.2	2路	4	8
输出配电	1屏	1.2	1.2	1	5	5	2屏	0.96	1.92	2	5	10
200Ah /6V电 池	8组	4	32	512	0.104	53.248	8组	3.2	25.6	320	0.104	33.28
电缆/辅 材	-	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	12
合计	-	-	39.8	-	-	138.25	-	-	30.2	-	-	83.28

表：传统UPS和HVDC电源耗电量对比

项目	传统UPS供电	HVDC供电系统
数据设备功耗 (kW)	10	10
数据设备整流损耗 (kW)	3.33(75%效率)	1.36(88%效率)
UPS/高压开关整流设备损耗 (kW)	2.35 (85%效率)	0.86 (93%效率)
输入功耗合计 (kW)	15.69	12.22
空调功耗 (kW) (按输入功耗x0.4计算)	6.27	4.89
合计功耗 (kW)	21.96	17.11
每年能耗 (kWh)	192376	149853
每年电费 (元) (按0.8元/度计算)	153901	119882

表：传统型UPS和HVDC电源运营成本对比

项目	传统1+1冗余120kVAUPS（100kW）	2套50kW高压直流HVDC电源（100kW）
容量 (kW)	100	100
效率	82%	95%
主机能耗成本 (万元/年)	106.83	92.21
空调能耗成本 (万元/年)	85.46	73.77
紧急故障维修费用 (万元)	0.6	0
合计 (万元)	192.89	165.98
寿命 (年)	8-10	10-12

资料来源：《HVDC和UPS供电系统在通信行业中的应用与分析》孙育河，国海证券研究所

4.1.1 HVDC渗透率逐步提升，巴拿马电源蓄势待发

□ 我们预计2023-2028年海外/国内HVDC市场空间复合增速分别高达128%/100%。

- **冗余度假设：**目前国内外仍以采用2N冗余设计的UPS供电方案为主，冗余度取2。HVDC包括单电源系统、双电源系统双路供电、市电+HVDC双路供电三种方案，其中单电源系统双路供电可靠性较低，双电源系统双路供电成本较高，而市电+HVDC双路供电可靠性与经济性并存，是当下主流的HVDC方案，随着未来HVDC渗透率提升，UPS/HVDC冗余度将从2023年的2.0逐步下降至1.9或更低。
- **单价假设：**当前国内UPS应用最广，2023年折合约0.53元/W左右，假设当前HVDC单价较UPS高25%，未来随着UPS、HVDC技术日趋成熟，二者单价逐步下滑。

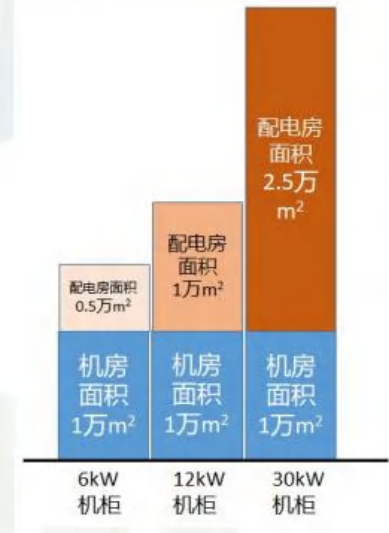
表：全球及中国HVDC及UPS市场空间测算

	2023	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E
AI数据中心装机容量 (GW)	2.7	5.6	11.8	17.0	22.0	28.0
国内%	19%	29%	25%	30%	35%	35%
UPS/HVDC冗余度	2	2	2	1.9	1.9	1.9
国内 (GW)	0.5	1.6	3	5.1	7.7	9.8
HVDC国内渗透率	15%	17%	20%	23%	25%	30%
UPS单价 (元/W)	0.53	0.52	0.5	0.49	0.47	0.46
HVDC单价 (元/W)	0.67	0.65	0.63	0.61	0.59	0.58
国内UPS电源容量 (GW)	0.9	2.7	4.8	7.5	11.0	13.0
国内HVDC电源容量 (GW)	0.2	0.5	1.2	2.2	3.7	5.6
UPS国内市场空间 (亿元)	5	14	24	37	52	60
HVDC国内市场空间 (亿元)	1	4	7	14	22	32
海外 (GW)	2.6	6.4	9	11.9	14.3	18.2
HVDC渗透率	5%	10%	20%	30%	50%	60%
UPS单价 (元/W)	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
HVDC单价 (元/W)	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2
国外UPS电源容量 (GW)	4.9	11.5	14.4	15.8	13.6	13.8
国外HVDC电源容量 (GW)	0.3	1.3	3.6	6.8	13.6	20.7
UPS国外市场空间 (亿元)	54	127	158	158	136	138
HVDC国外市场空间 (亿元)	4	18	50	88	177	249
全球UPS合计市场空间 (亿元)	59	141	182	195	187	198
全球HVDC合计市场空间 (亿元)	5	22	58	102	198	281

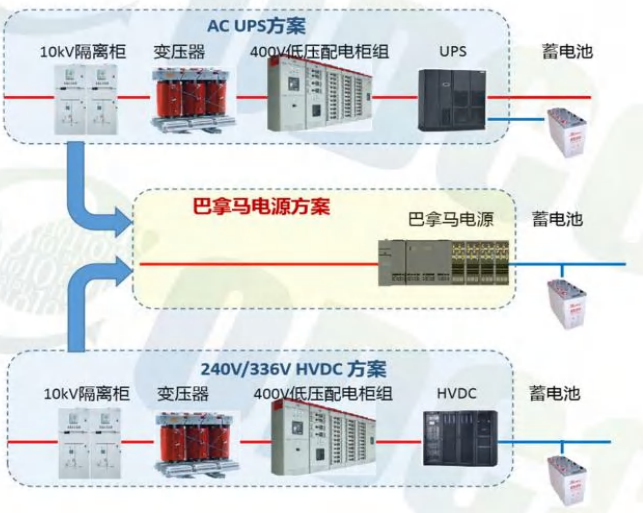
4.1.1 HVDC渗透率逐步提升，巴拿马电源蓄势待发

- 巴拿马电源核心为集成了配电、整流、变压器等环节，取消了数据中心供电全链路约50%的冗余环节。随着IT机架功率密度提高，辅助区域占地面积比例提升。2019年阿里巴巴与台达共同开发巴拿马电源品，其采用**移相变压器**（减小了变压器副边绕组的短路电流，降低其下游开关的短路电流容量）代替工频变压器，并集成配电柜、整流柜等，有望凭借性能优势及阿里巴巴作为主导方自身资本开支增加，实现渗透率提升。
- 巴拿马电源优点：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%。（30%负载率下，巴拿马电源模块比传统HVDC模块效率提升为3%；20%负载率下，效率高4%，轻载条件下优势更加明显。）
- 巴拿马电源缺点：是10kV直接转换240V/336V的不间断电源，数据中心如果采用低压柴油发电机组作为应急备用则不适合。

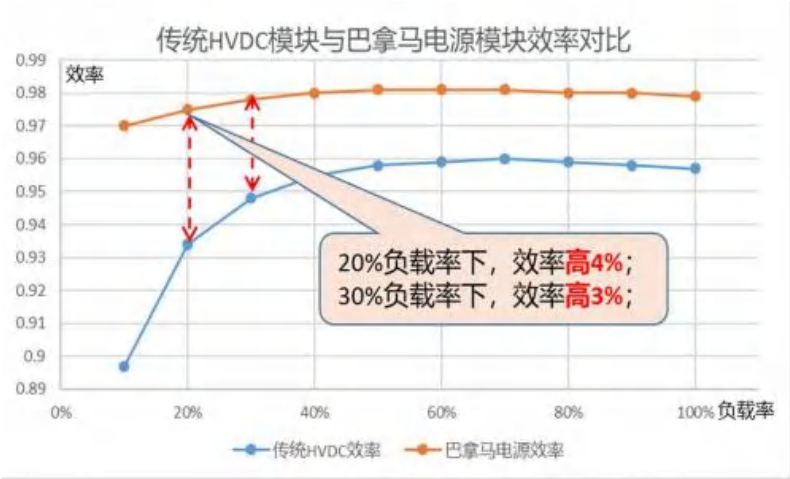
图：配电面积于IT机柜面积比



图：从传统供电方案到巴拿马供电方案示意图



图：巴拿马方案与240VDC方案效率对比



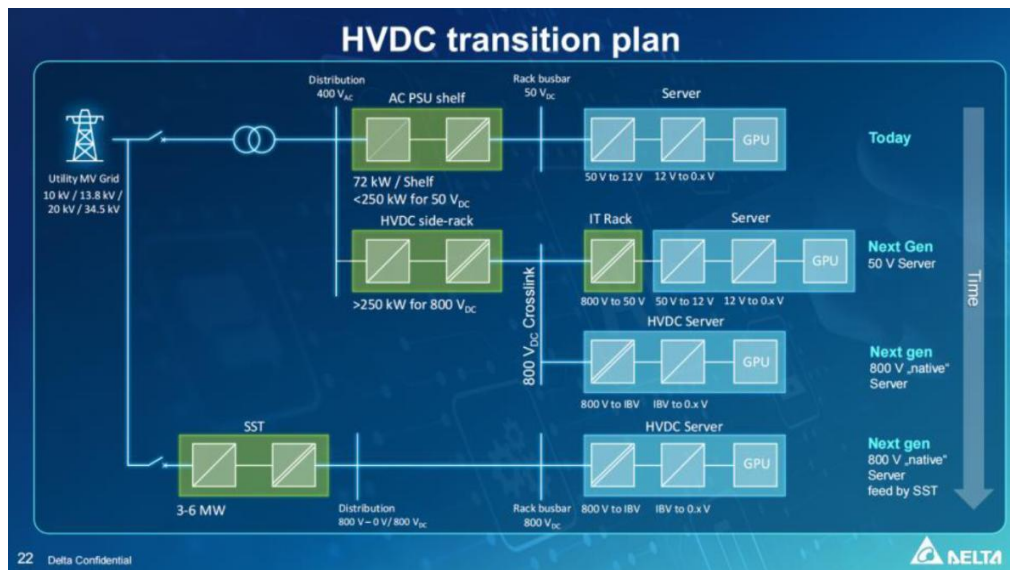
表：ACUPS、240V/336VHVDC和巴拿马电源比较

对比内容	ACUPS	240V/360VHVDC	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：2NHVDC	主流：2N，DR 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	因负载率低，93%	95%	97.5%
占地面积 (2.2MWIT)	310m²	300m²	110m²
建设周期	12个月左右	6个月左右	3个月左右

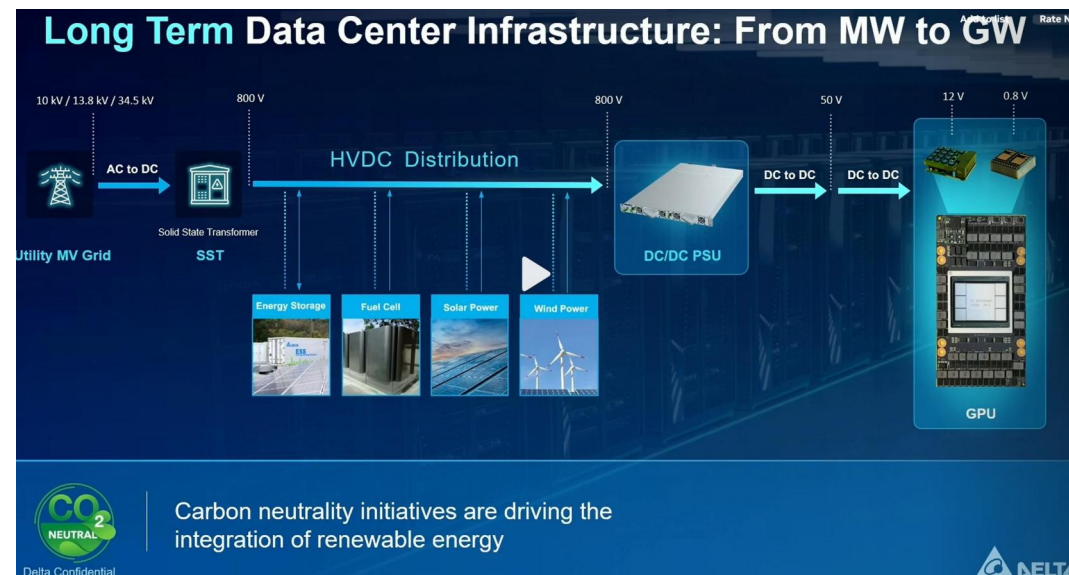
4.1.2 SST方案有望成为数据中心供配电最优解

- 2025年台达于GTC大会上的演讲指出SST方案将成为未来AIDC的供电架构。固态变压器又称电力电子变压器，主要由高频变压器、电子电力器件、通信连接等控制电路三部分组成，集电气隔离、电压变换、无功补偿等功能于一身，突出特点在于可以实现原方电流、副方电压以及功率的灵活控制，有望成为未来发展方向之一。

图：台达HVDC向SST方案迭代示意图



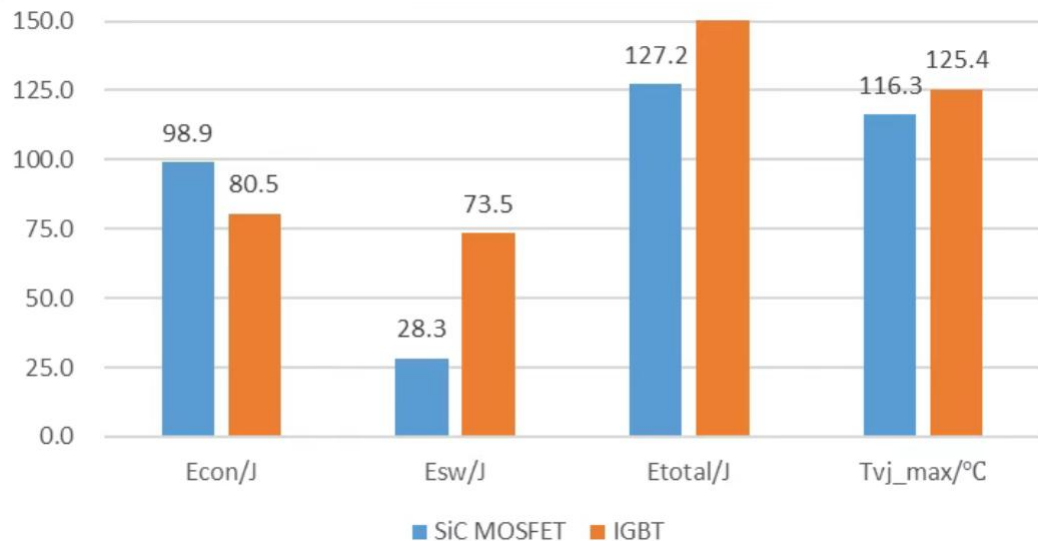
图：数据中心基础设施从MW级向GW级发展



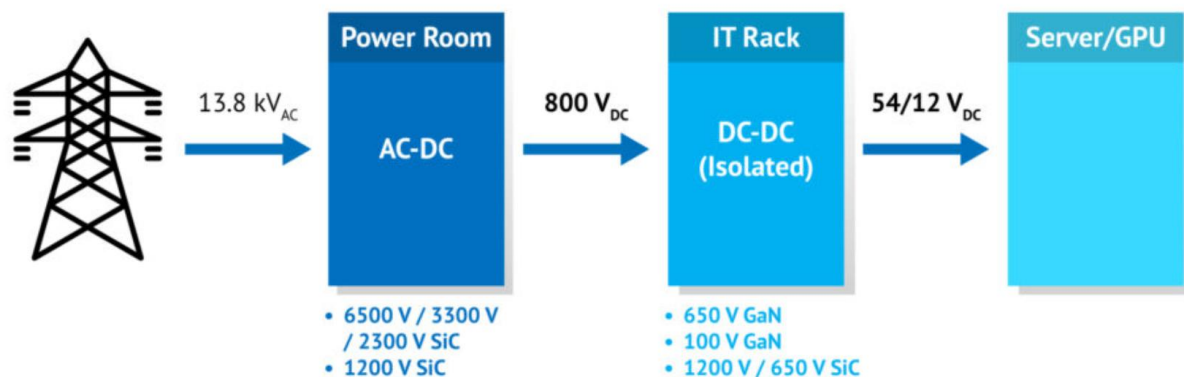
4.1.2 SST方案有望成为数据中心供配电最优解

- **采用SiC, GaN的固态变压器性能优势更加显著。** 由于本身功率大, 以及多级的变换器架构带来更多的损耗, 固态变压器的效率是其应用的重点。相较于传统的Si器件, 采用SiC, GaN等宽禁带器件可以降低开关损耗和导通损耗, 进一步提升系统的开关频率, 优化系统的性能表现。根据1200V仿真结果对比, 在相同的电路条件下, SiC MOSFET可以带来更低的损耗和更高的结温。
- **纳微半导体宣布与英伟达合作开发下一代800V高压直流架构, 第三代半导体方案性能更优。** 根据纳微半导体官网, NV计划使用固态变压器 (SST) 和工业级整流器, 在数据中心边界将13.8kV交流电网电源直接转换为 800V 高压直流电, 从而省去多个AC/DC和DC/DC转换步骤, 最大限度地提高效率和可靠性。纳微半导体通过为英伟达提供一系列中压 (80-120V) GaN器件, 进而对次级侧DC-DC转换进行优化, 未来第三代半导体的高压直流方案优势有望愈发显著。

图：1200V IGBT/SiC MOSFET仿真结果对比



图：纳微半导体的GaN和SiC技术涵盖了从电网到GPU的完整电力传输



4.1.3 铅酸电池为备用电源上游主流方案，供需迎紧平衡

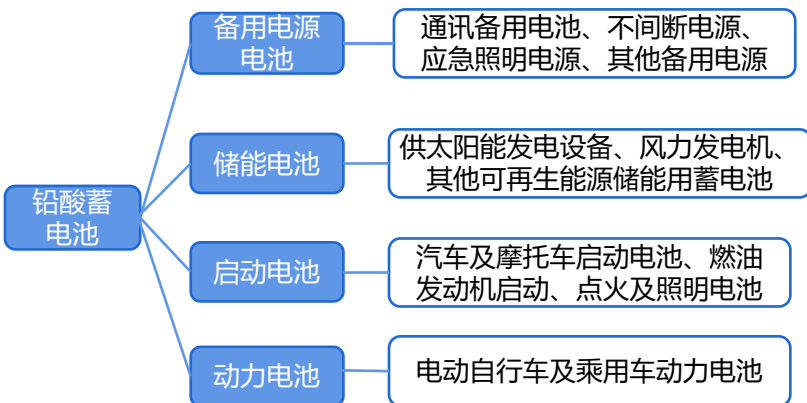
□ 目前数据中心机房UPS仍以铅酸电池为主。

➢ 从容量角度，铅酸电池有2V和12V两种规格电压，可以满足不同UPS电源厂家灵活配置、及个性化需求。且每组锂电池均有一个BMS，在电池串并联组合时由于容量、电压等参数的差异，会影响锂电池的使用寿命和性能。

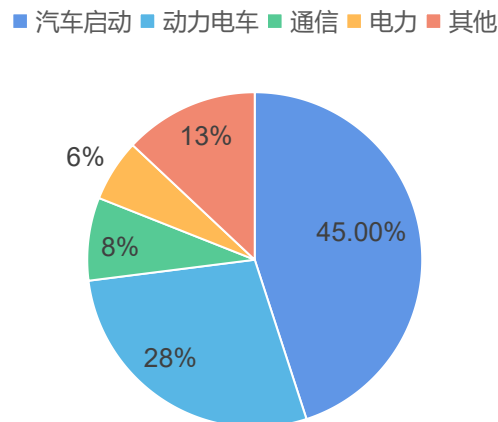
➢ 从价格角度，铅酸蓄电池价格基本在0.7-1元/Wh，锂电池价格基本在2.2-3元/Wh，因此在安装空间无限制的场景多选用铅酸电池。

□ 受新兴领域推动，近年来国内铅酸蓄电池市场需求稳步增长。受汽车、通信、电动自行车及新能源储能等领域推动，2019-2023年国内铅酸电池市场规模CAGR为3.6%，其中2021年通信市场占比约8%，对应约为138亿元规模。受益国内数据中心建设驱动备用电源、储能需求增长，未来中国铅酸电池市场规模有望进一步扩大。

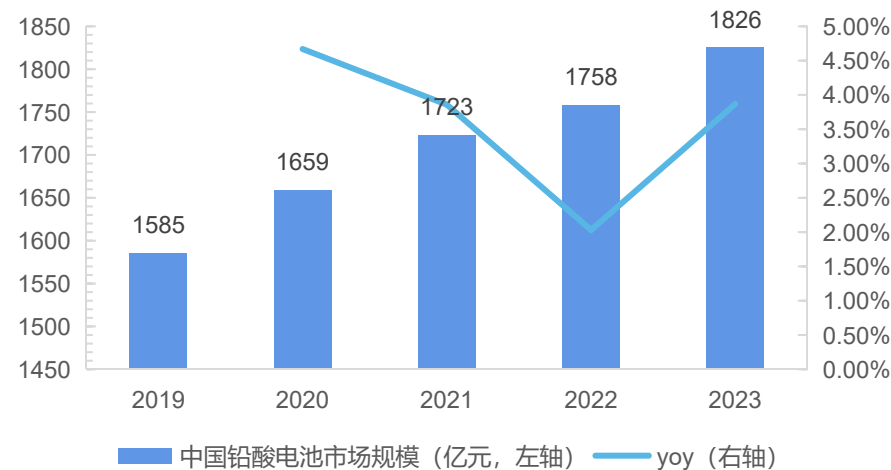
图：中国铅酸蓄电池分类及下游应用



图：中国铅酸蓄电池下游应用占比



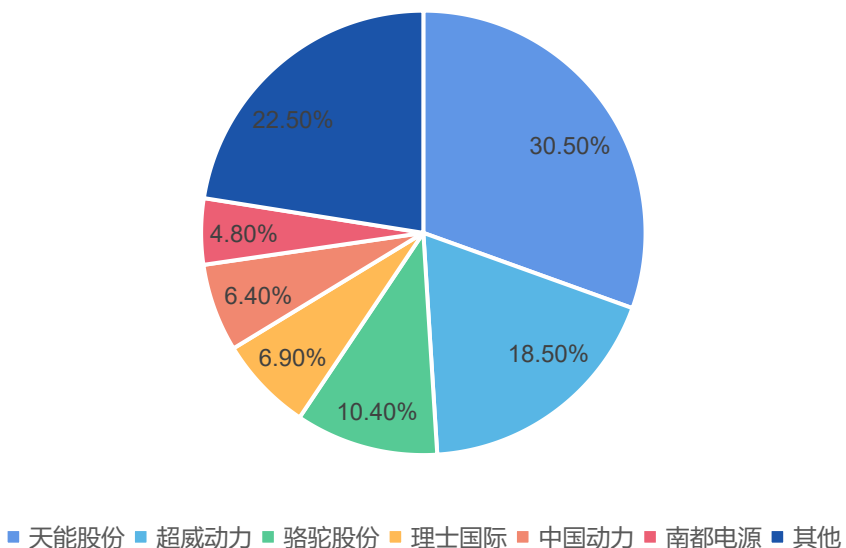
图：中国铅酸电池市场规模



4.1.3 铅酸电池为备用电源上游主流方案，供需迎紧平衡

- 国内铅酸头部企业下游以动力电池及启动电池领域为主。根据华经产业研究院数据，2021年中国铅酸蓄电池行业格局中，天能股份和超威动力合计市场份额达49%，行业CR6合计77.5%。其中，天能股份在国内电动轻型车铅蓄动力电池市占率超40%排名第一，骆驼股份在汽车启动起停电池领域市占率位居国内首位。
- 通信类铅酸电池头部企业包括理士、双登、圣阳等。2025年2月中国移动发布2025年至2027年铅酸蓄电池产品集中采购项目招标公告，集中采购2V、12V第I类铅酸蓄电池约12.97亿Ah；2V、12V高功率铅酸蓄电池约26.93亿W。根据中标结果，在标包2高功率铅蓄电池中，理士、双登、圣阳中标份额位居前三，份额分别为21.05%/17.54%/15.79%。

图：2021年中国铅酸蓄电池行业竞争格局



表：2025年中国移动铅酸蓄电池中标情况

标包	中标候选人	公司名称	投标报价（亿元，不含税）	中标份额
标包1	1	双登集团股份有限公司	12.30	21.05%
	2	江苏理士电池有限公司	12.74	17.54%
	3	湖南丰日电源电气股份有限公司	12.76	15.79%
	4	风帆有限责任公司	12.53	14.04%
	5	江苏欧力特能源科技有限公司	12.94	12.28%
	6	山东圣阳电源股份有限公司	12.97	10.53%
	7	河北奥冠电源有限责任公司	12.94	8.77%
标包2	1	江苏理士电池有限公司	7.2	21.05%
	2	双登集团股份有限公司	7.2	17.54%
	3	山东圣阳电源股份有限公司	7.14	15.79%
	4	湖南丰日电源电气股份有限公司	7.29	14.04%
	5	深圳市雄韬电源科技股份有限公司	6.99	12.28%
	6	江苏欧力特能源科技有限公司	7.41	10.53%
	7	风帆有限责任公司	7.26	8.77%

4.1.3 铅酸电池为备用电源上游主流方案，供需迎紧平衡

- ❑ **数据中心发展对铅酸电池的应用提出更高要求。**数据中心用蓄电池同传统通信类电池相比，更加侧重于大倍率短时间放电，行业内数据中心产品重要围绕备电时间由小时级向分钟级发展，蓄电池需具备高功率、高安全性、长寿命、高一致性等特点。
- ❑ **铅碳电池相较于传统铅酸电池性能升级。**铅碳电池是兼具铅酸蓄电池和超级电容特征的混合储能设备，将活性碳材料添加到负极活性物质中，或采用泡沫碳代替铅或铅合金作为负极集流体，**继承铅酸电池原材料价格较低、安全性好等优势，且负极碳材引入可以解决硫酸盐化的问题。**昆工科技（831152）于2023年6月公告与云端网络在新型大容量铝基铅碳长时储能电池等产品达成战略合作协议，并于2025年2月公告中标郑州人工智能计算中心3727万元项目，验证铅碳电池在数据中心备电场景的可行性。

表：数据中心对铅酸蓄电池提出更高要求

技术特点	具体要求
高功率	同倍率可以放出更多的容量,短时间功率性能更出色。15分钟率可以放出50%以上的电量,相当于普通电池1小时率放出的电量。 这类电池设计时,主要通过降低电池内阻、减小各环节压降、减缓电池极化、提高活性物质利用率。
高安全性	整个供电系统要求蓄电池大电流充放电使用时,电池模块不能过热,不得出现端子过热、塌陷和密封胶融化现象,电池内部连接件需经过验证测试,确保满足载流量要求。
长寿命	普通蓄电池寿命短,失效过快, 高倍率电池产品在板栅合金、铅膏配方、高性能隔膜、高强度壳体材料、电池结构等方面技术手段优化 ,蓄电池设计寿命提升至15年以上。
高一致性	数据中心供电系统一般电压等级均在240V以上,如此高的电压要多节蓄电池串联来实现,高倍率电池的性能除了由设计因素决定外,还与制造过程一致性控制有较大关系, 高倍率电池产品的自动化程度高于普通产品 ,各环节实现机械化、精细化生产,产品的各部件的精度得到大幅度的提升,产品的一致性可提高50%以上。

表：铅碳电池于传统铅酸电池性能对比

电池类型	铅酸电池	铅碳电池
最大放电倍率	2倍率	5倍率
价格（元/Wh）	<0.2	0.45~0.7
比能量（Wh/kg）	35~45	30~60
比功率（W/kg）	150	240
快充能力/h	12	1
设计寿命（混合动力型）/年	2	5
放电容量（相同温度下）	50%	66%

4.1.3 铅酸电池为备用电源上游主流方案，供需迎紧平衡

- 需求端：预计2023-2028年国内AIDC备用电源铅酸电池/锂电池市场空间CAGR分别为66%/118%，在2028年分别达49/66亿元。
- 冗余度假设：目前国内外仍以采用2N冗余设计的UPS供电方案为主，冗余度取2。随着未来HVDC渗透率提升，UPS/HVDC冗余度将从2023年的2.0逐步下降至1.9或更低。
- 单价假设：根据《磷酸铁锂电池UPS在数据中心机房的应用分析》，铅酸蓄电池价格基本在0.7-1元/Wh，锂电池价格基本在2.2-3元/Wh，分别取中间值0.85元/Wh、2.6元/Wh。考虑到行业中未来降本需求，单价假设逐年下降。
- 渗透率假设：根据双登股份招股书，铅酸电池安全性高、成本低，铅酸电池仍然是数据中心储能领域的主流选择。当前铅酸电池在我国数据中心储能领域的市场占有率超过 90%，锂离子电池渗透率不足 10%，铅酸电池短期内被锂离子电池大规模替代的可能性较低。因此，我们假设未来锂电池渗透率有望稳步提升，但国内市场仍以铅酸电池为主。

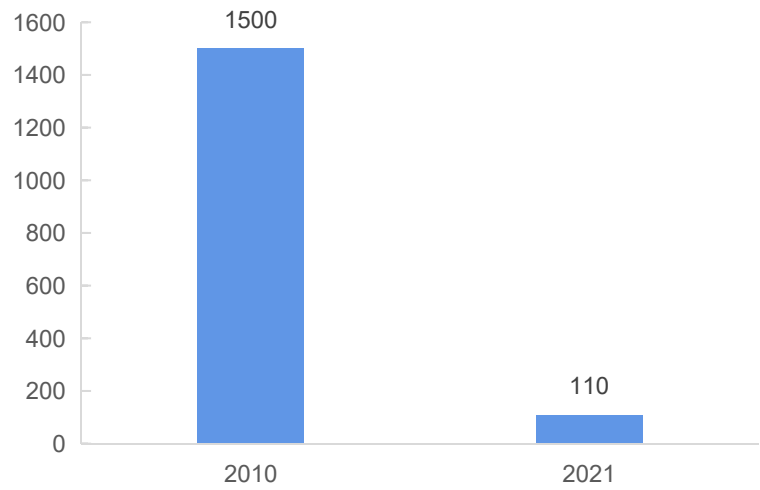
表：中国AIDC备用电源铅酸电池及锂电池市场空间测算

	2023	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E
全球AI数据中心装机容量 (GW)	2.7	5.6	11.8	17	22	28
国内占比%	19%	29%	25%	30%	35%	35%
国内AI数据中心装机容量 (GW)	0.5	1.6	3.0	5.1	7.7	9.8
UPS/HVDC 冗余度	2	2	2	1.9	1.9	1.9
备电时长 (h)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
铅酸电池渗透率	90%	85%	80%	75%	70%	70%
锂电池渗透率	10%	15%	20%	25%	30%	30%
铅酸电池单价 (元/Wh)	0.85	0.83	0.81	0.79	0.77	0.75
锂电池单价 (元/Wh)	2.6	2.55	2.5	2.45	2.4	2.35
国内AIDC备用电源铅酸电池市场空间 (亿元)	4	11	19	29	39	49
国内AIDC备用电源AIDC锂电池市场空间 (亿元)	1	6	15	30	53	66

4.1.3 铅酸电池为备用电源上游主流方案，供需迎紧平衡

- **供给端：国内铅酸电池企业逐步尾部出清，头部企业扩产节奏较慢。**铅酸电池在生产、回收环节都存在严重的污染隐患，伴随国家环保要求趋严，尾部企业快速出清。一方面，国家针对铅蓄电池设置了准入条件企业名单；另一方面，国家持续加大环保督察力度，铅蓄电池数量保持逐年下降的趋势。根据EV Tank数据，中国铅酸蓄电池生产企业已经由2010年的1500家左右下降到2021年的110家左右。此外，分析国内头部铅酸电池上市公司，2021-2023年整体产能扩张增速较慢，扩张规划较为保守。
- **我们认为，受益AIDC建设加速，铅酸电池凭借高安全+空间布局灵活等特性，短期仍为备用电源电池首选。**根据前文预测，2024-2028年国内AIDC铅酸电池市场空间CAGR有望达45%。梳理国内铅酸电池供给端，头部企业扩产节奏慢+数据中心铅酸电池壁垒更高，短期AIDC铅酸电池市场有望迎来供需紧平衡，催化新一轮涨价周期。

图：国内铅酸电池企业数量变化（个）



表：国内数据中心铅酸电池主流企业产能及产量情况（GWh）

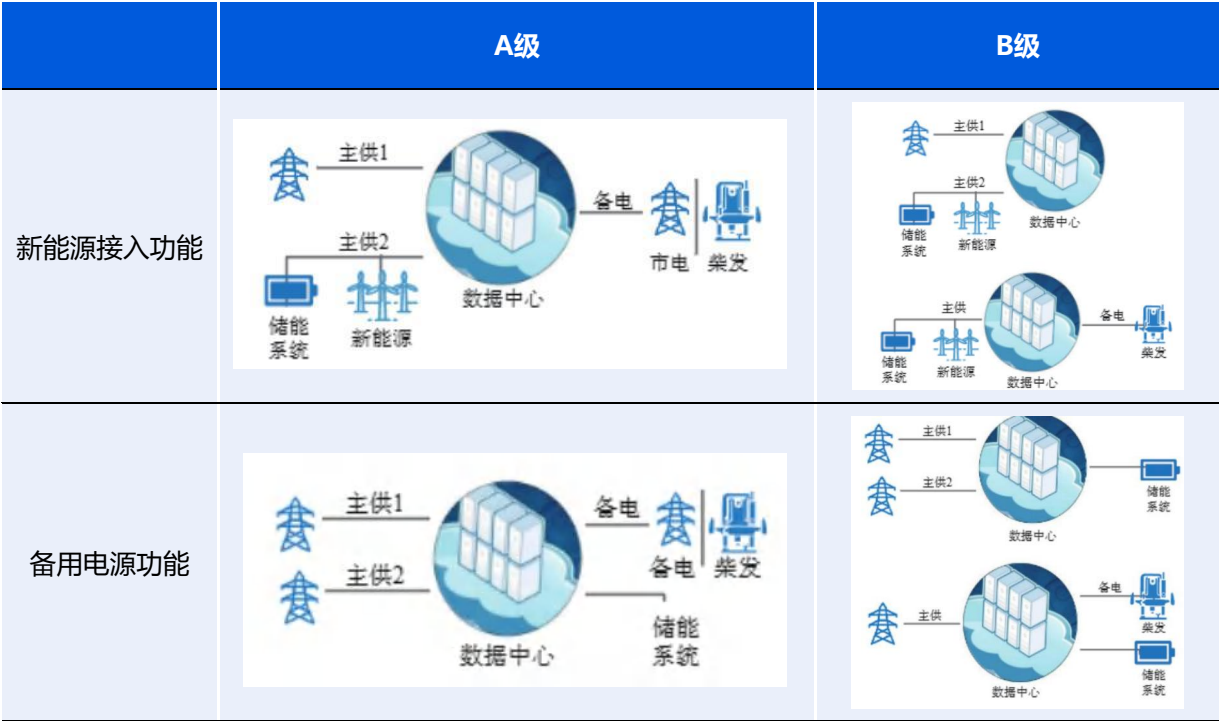
公司	2021			2022			2023		
	产能	产量	产能利用率	产能	产量	产能利用率	产能	产量	产能利用率
南都电源 (300068)	-	3.25	-	5	3.23	64.6%	4	3.06	76.5%
双登股份	6.25	3.96	63.36%	6.25	5.07	81.12%	6.25	-	-
雄韬股份 (002733)	-	3.17	-	-	3.47	-	-	2.99	-

资料来源：各公司公告，维科网，双登股份招股书，国海证券研究所

4.1.4 储能可作为数据中心部分备用电源增强可靠性，国内政策端持续加码

- 根据《数据中心设计规范》（GB 50147）的电源要求，A级数据中心应由双重电源供电，并应设置备用电源，备用电源宜采用独立于正常电源的柴油发电机组，也可采用供电网络中独立于正常电源的专用馈线路；B级数据中心宜由双重电源供电，当只有一路电源时，应设置柴油发电机组作为备用电源，**并鼓励分布式能源的利用。**
- 平滑新能源输出：**新能源配置储能可作为一路主供电源为数据中心供电，虽然不能降低PUE，但通过储能系统和新能源的配合使用，可以平抑新能源波动，为数据中心提供稳定持久的电能。
- 作为数据中心的备用电源：**该模式下储能预留部分备用容量作为数据中心的备用电源，储能系统同时可参与电力市场调峰、辅助调频 等辅助服务，一方面可提高数据中心供电的可靠性，另一方面也从电力市场服务中获取收益补偿。
- 采用特殊结构的储能系统替代UPS：**由于目前电网的供电可靠性高，大部分时间UPS处于事故备用状态，正常运行时 UPS 电源的浮充损耗在5%~10%，UPS资源不能得到充分利用。如果采用能够事故电源切换时间小于15ms的储能系统替代传统UPS，能够在保证数据中心不间断供电的能力的同时，大大提高资产的利用率及系统运行收益。

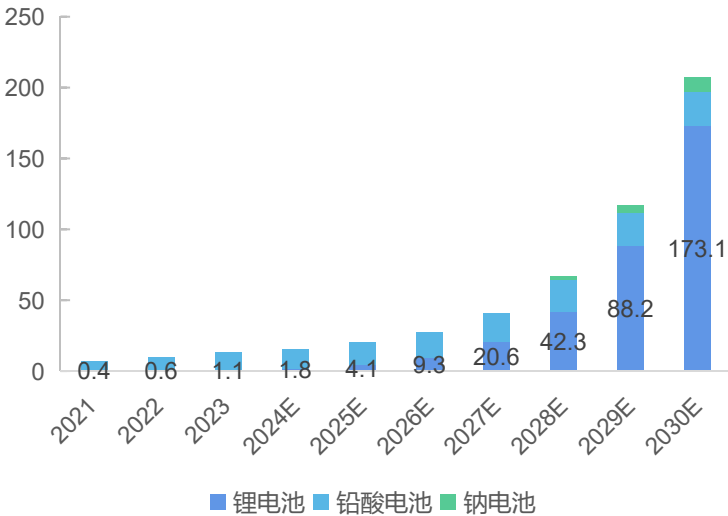
表：A级、B级数据中心储能不同功能示意图



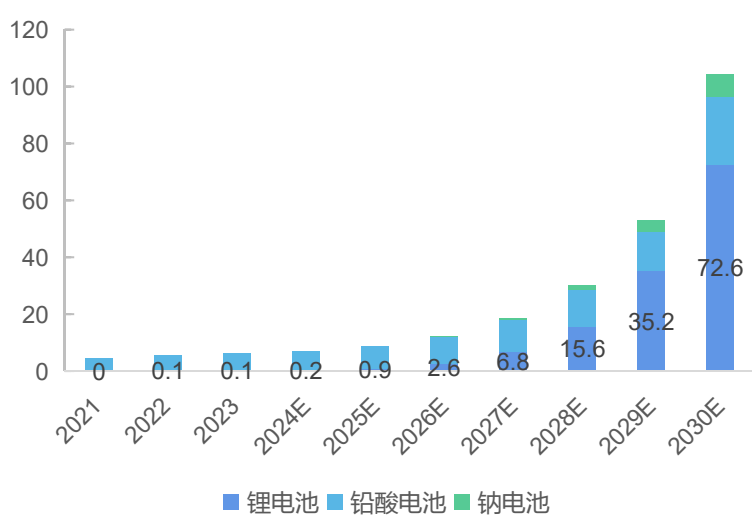
4.1.4 储能可作为数据中心部分备用电源增强可靠性，国内政策端持续加码

- 数据中心储能市场空间广阔，锂电池占比有望提升。为确保数据中心可靠的电力供应以及绿电占比提升，2030年全球/中国数据中心储能市场空间有望分别达212/98.8GWh，2023-2030年CAGR均约49%。锂电池有望凭借寿命长、可削峰填谷等优势占比迅速提升，预计2023-2030年全球/中国数据中心储能锂电池CAGR分别为106.3%/169.6%。
- 国内出台一系列数据中心绿色转型政策，体系逐步完善。2025年2月，工信部等八部门联合发布《新型储能制造业高质量发展行动方案》，该方案首次从国家战略高度明确提出"面向数据中心等重点领域推动配置新型储能"，为数据中心与储能的协同发展提供了强有力的政策保障和方向指引，标志着我国数字基础设施绿色化转型进入新阶段。

图：全球数据中心储能新增装机容量预测（GWh）



图：中国数据中心储能新增装机容量预测（GWh）



表：2023-2025年中国数据中心储能相关政策

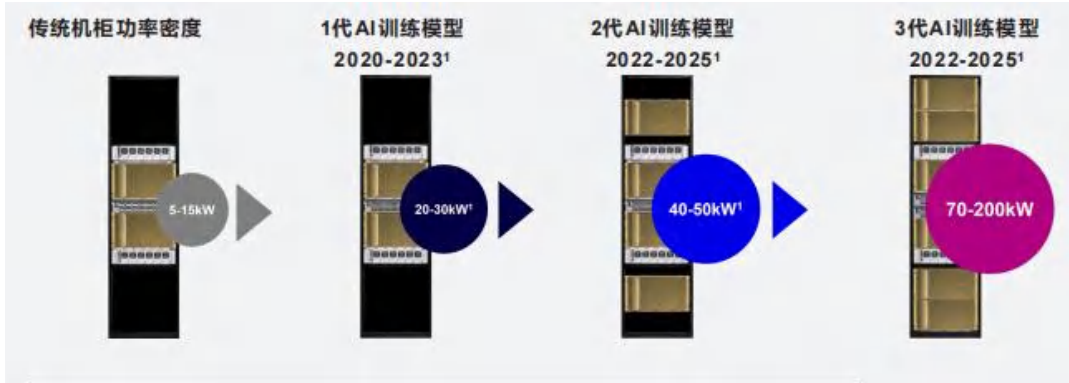
时间	部门	政策名称	政策内容
2023年10月	工信部等	《算力基础设施高质量发展行动计划》	支持液冷、储能等新技术应用，优化算力设施电能利用效率； 鼓励算力中心采用源网荷储等技术 ，与风电、光伏等可再生能源融合开发、就近消纳、逐步提升算力设施绿电使用率
2024年7月	国家发改委等	《加快构建新型电力系统行动方案（2024-2027年）》	实施一批算力与电力协同项目。统筹数据中心发展需求和新能源资源禀赋， 科学整合源荷储资源，开展算力、电力基础设施协同规划布局。
2024年7月	国家发改委等	《数据中心绿色低碳发展专项行动计划》	到2025年底，全国数据中心布局更加合理，整体上架率不低于60%，平均电能利用效率降至1.5以下，可再生能源利用率年均增长10%，平均单位算力能效和碳效显著提高。
2025年2月	工信部等八部门	《新型储能制造业高质量发展行动方案》	面向数据中心、智算中心、通信基站、工业园区、工商业企业、公路服务区等对供电可靠性、电能质量要求高和用电量大的用户， 推动配置新型储能
2025年3月	国家发改委等五部门	《关于促进可再生能源绿色电力证书市场高质量发展的意见》	加快提升数据中心等行业绿色电力消费比例，到2030年原则上不低于全国可再生能源电力总量消纳责任权重平均水平；国家枢纽节点新建数据中心绿色电力消费比例在80%基础上进一步提升

资料来源：各政府官网，智研咨询，双登股份招股书，弗若斯特沙利文，国海证券研究所

4.2 机柜功耗密度提升驱动服务器电源迭代，SiC、GaN为发展新方向

- ❑ 机柜功耗向高密度化演进，有助于在有限的空间内提供更多的电力，支持更多的计算硬件，以及提升电源转换效率，减少能量损耗和散热需求。
- 芯片端：智算训练需要建立高度集中化的GPU集群，而智算中心GPU芯片的算力在不断提升，目前H100/H200/H800等芯片TDP设计功耗已达700W。2024年3月GTC大会最新发布的B200达1000W，GB200已达到2700W功耗。
- 服务器端：通常AI服务器由8卡GPU或NPU模组构成，基于上述芯片的功耗数值，可以确定每台AI服务器的功耗在5kW~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达120kW。

图：智算中心单机柜功耗提升预测



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)	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
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

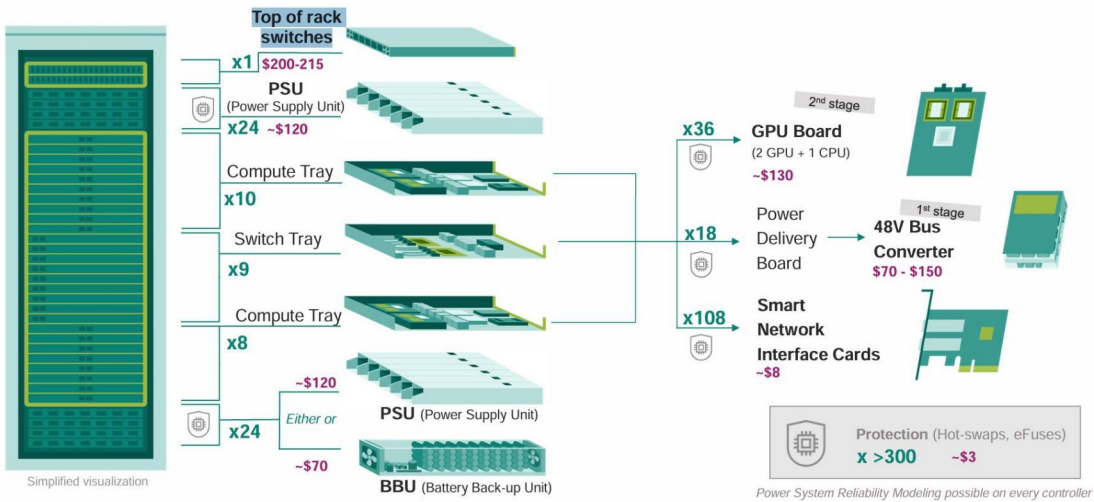
表：不同服务器架构对应参数表

架构	HGX A100	HGX H100	HGX H200	HGX B100	HGX B200
	8 x A100 SXM	8 x H100 SXM	8 x H200 SXM	8 x B100 SXM	8 x B200 SXM
	Ampere	Hopper		Blackwell	
显存大小	640GB	1.1TB	1.1TB	1.44/1.5TB	1.44/1.5TB
显存带宽	8 x 2TB/s	8 x 3.35TB/s	8 x 4.8TB/s	8 x 8TB/s	8 x 8TB/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	2 x 400Gb/s	2 x 400Gb/s
IB网络	8 x 200Gb/s	8 x 400Gb/s	8 x 400Gb/s	8 x 400Gb/s	8 x 400Gb/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
备注	ConnectX-6 NIC	ConnectX-7 NIC	ConnectX-7 NIC	BlueField-3 DPU ConnectX-7 NIC	BlueField-3 DPU ConnectX-7 NIC

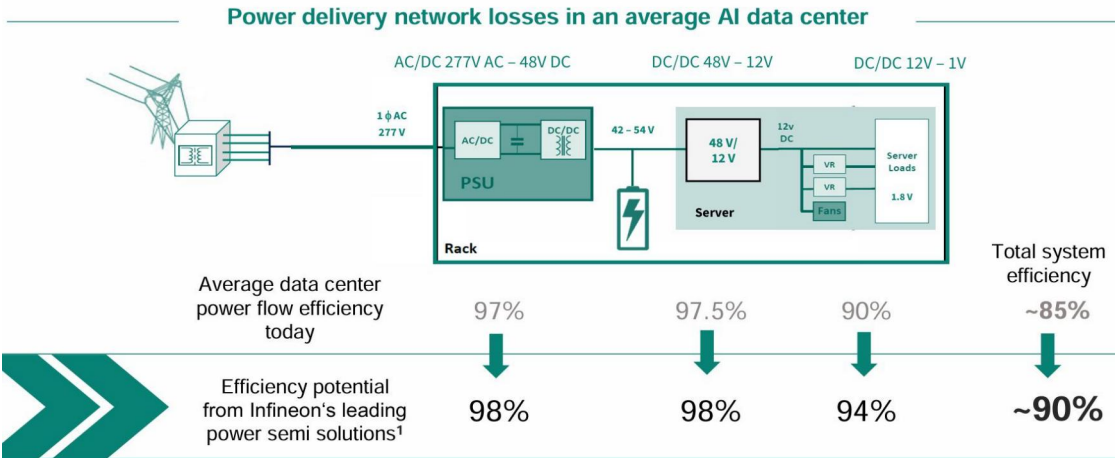
4.2 机柜功耗密度提升驱动服务器电源迭代，SiC、GaN为发展新方向

❑ 服务器电源为机柜重要组成部分，机柜功耗密度提升驱动服务器电源技术迭代。服务器电源是在服务器上的一种开关电源，主要功能是将交流电转换为直流电，并提供稳定的电压和电流。服务器电源相比于普通电源具有高可靠性、冗余度高、能耗低等特点。伴随数据中心未来高密度计算需求的增长，服务器电源向高功率密度、高效率方向发展。根据英飞凌的方案，目前产品迭代方向为通过SiC、GaN替代Si基功率器件，在满足更高功率密度的同时，有效提升数据中心运行效率，有望成为未来主流功率器件方案。

图：AI服务器BOM成本拆分



图：英飞凌通过使用SiC、GaN等方案提升数据中心电源效率



图：英飞凌PSU通过采用SiC、GaN等方案满足电源功率提升的趋势

For AC-DC, Infineon is addressing the growing power demand of AI and data centers with PSU solutions from 3 kW - 12 kW



4.2 机柜功耗密度提升驱动服务器电源迭代，SiC、GaN为发展新方向

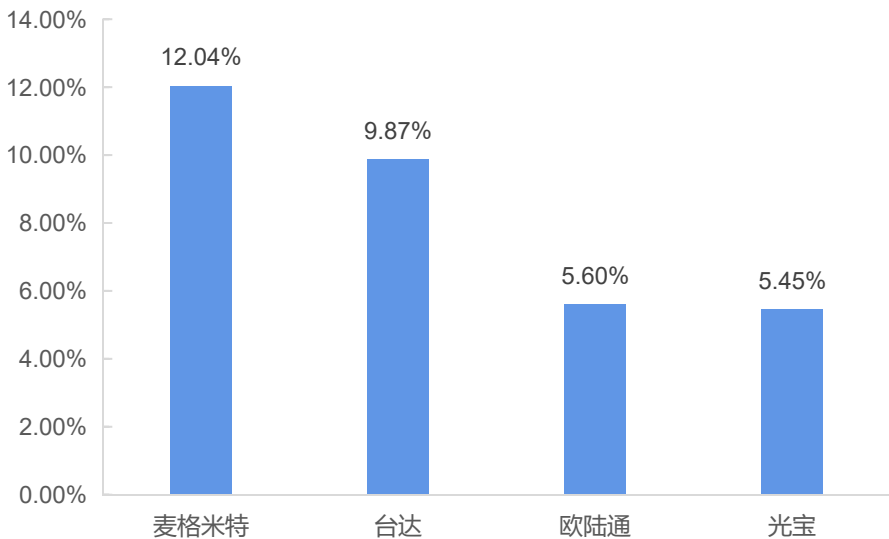
- ❑ 服务器电源仍以中国台湾企业为主，大陆企业在前十五名中占据两席。根据Micro-Tech Consultants数据，2023年全球嵌入式电源厂商前5家有4家为中国台湾厂商，目前占据主要市场份额，主要系中国台湾地区厂商因进入市场时间较早。中国大陆麦格米特、欧陆通排名分别为第7/12，各自公司2023年总收入分别为9.4亿美元/4.3亿美元，较头部台达/光宝仍有较大提升空间。
- ❑ 国产服务器电源厂家研发投入大，有望后来居上。大陆企业目前处于大规模研发投入阶段，2024年麦格米特、欧陆通研发费用率分别为12.04%、5.60%。大陆企业有望通过持续研发投入，在提升产品性能同时，加强成本管控能力，凭借更具性价比的高端产品抢占市场份额。同时受到客户性能参数不同及多样化需求，产品定制化特点亦成为头部企业产品“护城河”之一。

图：2023年全球嵌入式电源厂商竞争格局（百万美元）

Top-15 Merchant PS Manufacturers: CY 2023 Worldwide Sales
OEM/Embedded (O) Power

No	PS Companies	HQ Location	Sales
1	Delta Electronics	Taiwan	~\$5600-5700
2	Lite-On Technology	Taiwan	~\$1350-1400
3	Chicony Power	Taiwan	~\$1133
4	Mean Well	Taiwan	~\$1056
5	Flex™	Singapore	~\$1000-1050
6	Salcomp	Finland/China	~\$900-1000+
7	Shenzhen Megmeet (Megmeet)	China	~\$941
8	Advanced Energy	USA	~\$730-760
9	TDK-Lambda	Japan	~\$700
10	Acbel	Taiwan	~\$573
11	FSP Technology	Taiwan	~\$559
12	Shenzhen Honor Electric Co.	China	~\$430
13	Phihong	Taiwan	~\$427
14	Vicor Corp.	USA	~\$405
15	XP Power	Singapore/UK	~\$393

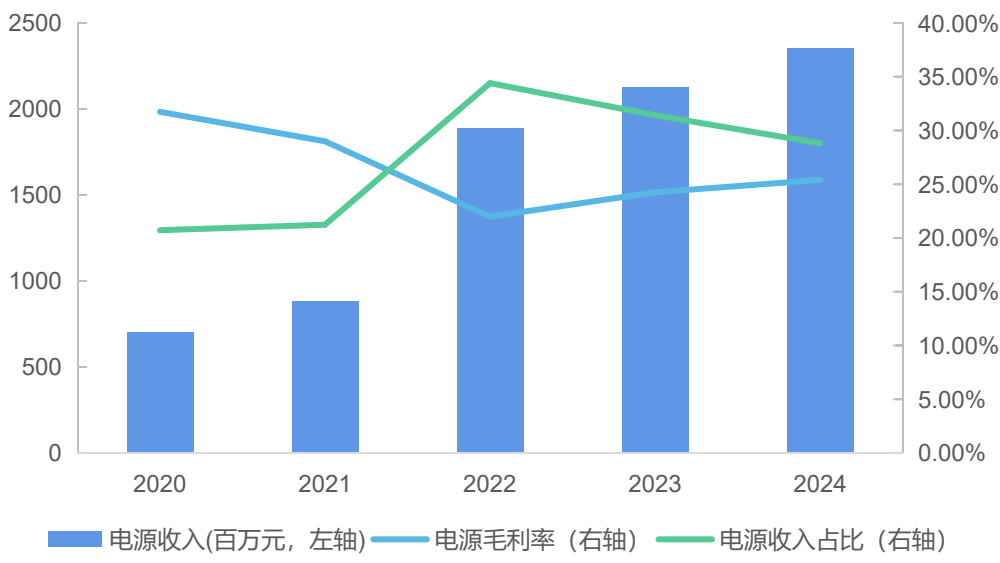
图：2024年服务器电源各公司研发费用率情况



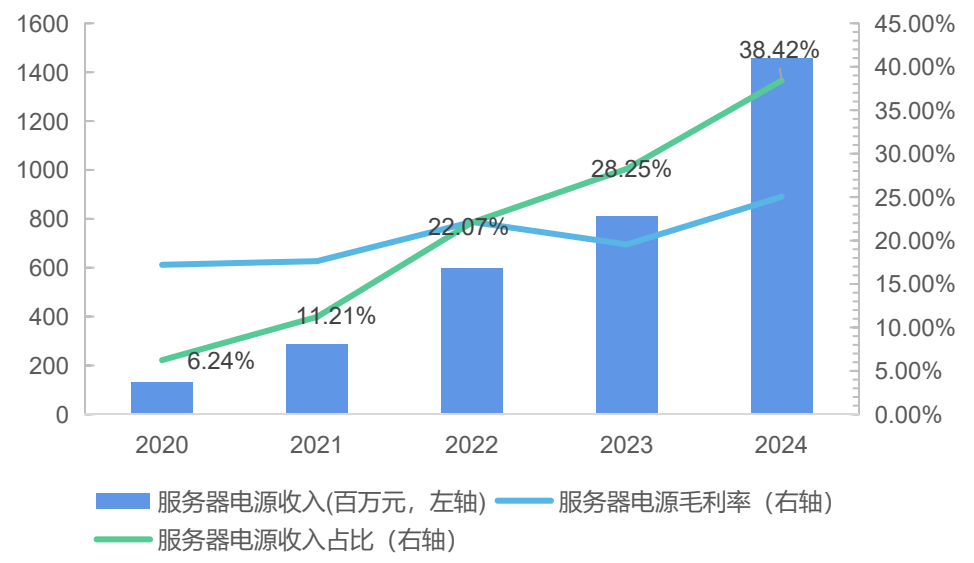
4.2 机柜功耗密度提升驱动服务器电源迭代，SiC、GaN为发展新方向

- **麦格米特：全球通信电源头部企业，深度绑定下游龙头客户。**公司深耕网络电源行业多年，持续为爱立信、思科、诺基亚等客户提供服务，并通过海外头部客户项目经验积累，成功录入英伟达供应商目录，公司已成为英伟达指定的数据中心部件提供商之一，正参与其Blackwell GB200系统的创新设计与合作建设。公司于2024年10月召开的OCP全球峰会上正式推出了适用于英伟达 MGX™平台的最新电源系统，该完全模块化的解决方案具有6个5.5kW电源模块，在1U服务器电源架中提供总计33kW的功率，效率高达97.5%。我们认为，公司在具备英伟达“背书”后，面对国内服务器厂商配套零部件的国产替代需求，亦有望为公司服务器电源长期发展提供驱动力。
- **欧陆通：国内服务器电源老牌企业，产品品类丰富。**公司于2014年开始研发服务器电源产品，已推出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、Power Shelf等核心产品，客户积累浪潮、星网锐捷、新华三、联想等多家头部服务器商。2021-2024年公司服务器电源收入CAGR高达83%，2024年高功率数据中心电源实现营收7.8亿元，同比增长537%，服务器电源毛利率从2020年的17%提升至2024的25%。未来，公司有望受益国内外云服务厂商的资本开支将回暖，驱动数据中心建设和服务器需求回升，带动公司业绩增长。

图：麦格米特电源营收及毛利率情况



图：欧陆通服务器电源营收及毛利率情况



资料来源：，国海证券研究所 注：麦格米特未单独披露服务器电源业务

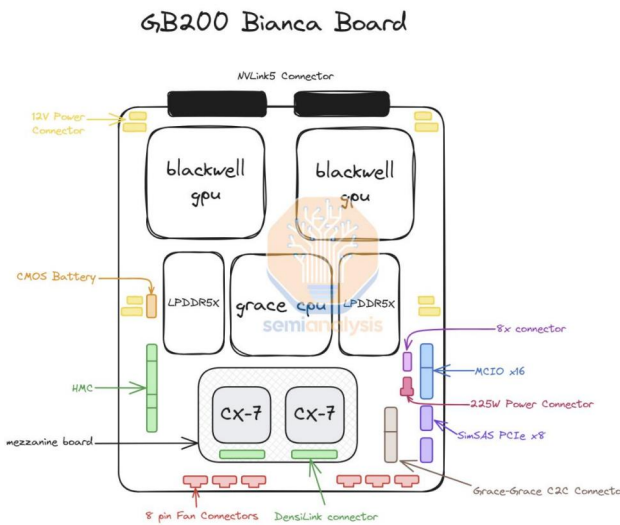
4.3 BBU、超级电容有望从选配成为标配，创造新增量市场

- ❑ 英伟达2025年GTC大会推出GB300，综合性能明显改善。GB300相较于GB200，GPU内存从13.4TB提升至21TB，CPU内存从17TB提升至18TB，**GB300 NVL72的AI性能是GB200 NVL72的1.5倍**。此外，GB200由英伟达提供整个Bianca板（BlackwellGPU、GraceCPU等全部集成到一个PCB上）以及开关托盘和铜背板，而GB300中，英伟达将只提供“SXMPuck”模块上的B300、BGA封装上的GraceCPU等，其余组件可以由终端数据中心客户自主购买，供应链优化，模块化设计提升客户配置灵活性。
- ❑ **GB300将BBU和超级电容列为标配，创造新增量市场**。英伟达计划在新一代服务器GB300将整合电池备份单元BBU及超级电容器，有望显著提升电源质量和系统可靠性，同时优化能效和空间利用率。伴随GB300放量，BBU及超级电容需求有望持续提升。

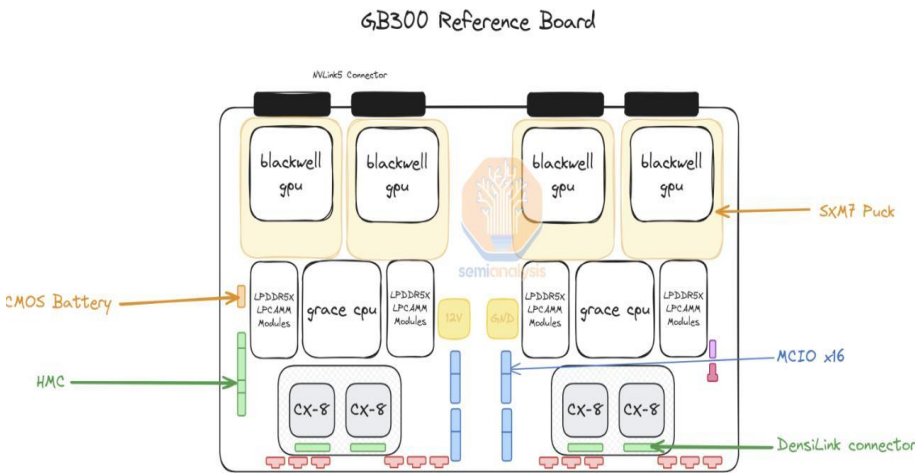
表：GB300与GB200参数对比

参数	GB200 NVL72	GB300 NVL72
配置	36个GraceCPU, 72个BlackwellGPU	36个GraceCPU, 72个Blackwell UltraGPU
NVLink带宽	130TB/秒	130TB/秒
GPU内存 带宽	高达13.4TBHBM3e 576TB/秒	高达21TB 最高576TB/s
CPU内存 带宽	高达17TBLPDDR5X 最高18.4TB/s	高达18TB的SOCAMM和LPDDR5X 最高14.3TB/s
CPU核心数	2592个Arm®NeoverseV2内核	2592个ArmNeoverseV2内核

图：GB200Bianca Board包括2个GPU和1个CPU



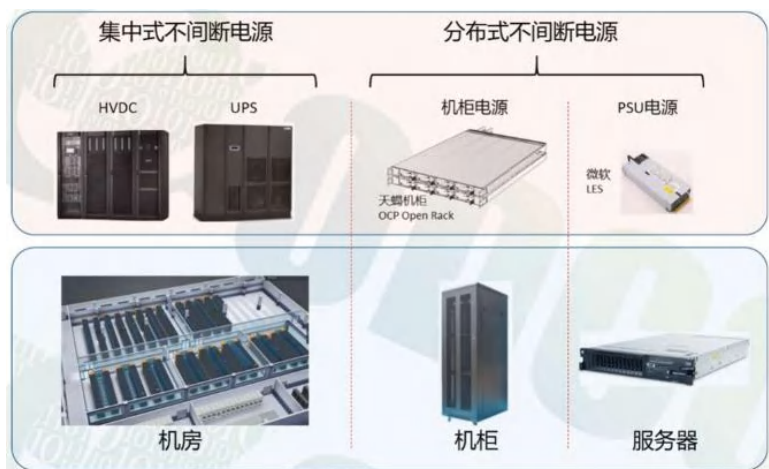
图：GB300Reference Board包括4个GPU和2个CPU



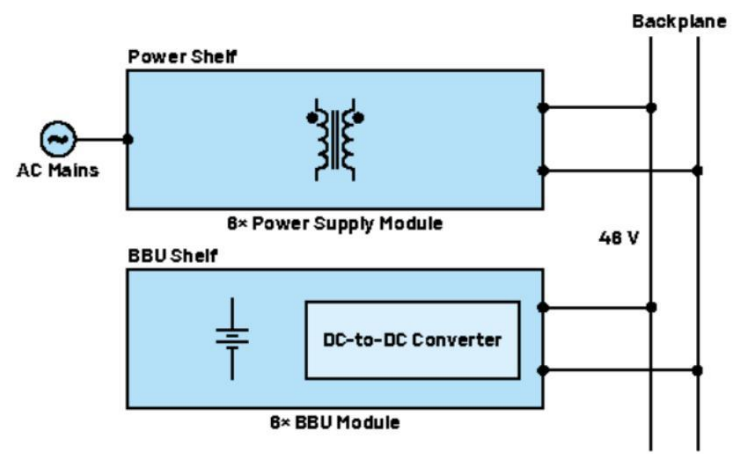
4.3 BBU、超级电容有望从选配成为标配，创造新增量市场

- **BBU**：即电池备份单元，采用DC-DC的转换方式，转换效率高、能耗低，且BBU具备响应速度快（毫秒级）、体积小、布局灵活等优势。在新型AI数据中心采用的高压直流配电系统中，高倍率BBU可表现出更高的电力转换效率。目前英伟达GB200已开始配备BBU，预计GB300会将BBU列为标配。**我们认为，伴随AIDC运行的安全性、可靠性要求提升，BBU的作用将逐步显现，有望在中高端数据中心中成为UPS的互补单元而不完全是替代关系。根据CDCC数据，2023年BBU市场出货量仅3亿颗，渗透率5%，预计到2025年电芯需求达7-8亿颗，未来渗透空间大。**
- **超级电容**：作为一种新型储能技术，通过静电方式积累能量，使其可以应对需要瞬时释放大量电能的情景，例如AIDC中引入超级电容可以解决高能耗、瞬时电力需求和能源稳定性等关键问题。从能源效率来看，相较于铅酸电池在充电周期中高达30%的能量损失，超级电容器仅损失1%的能量。

图：集中式与分布式不间断供电区别



图：BBU与PSU比例为1：1



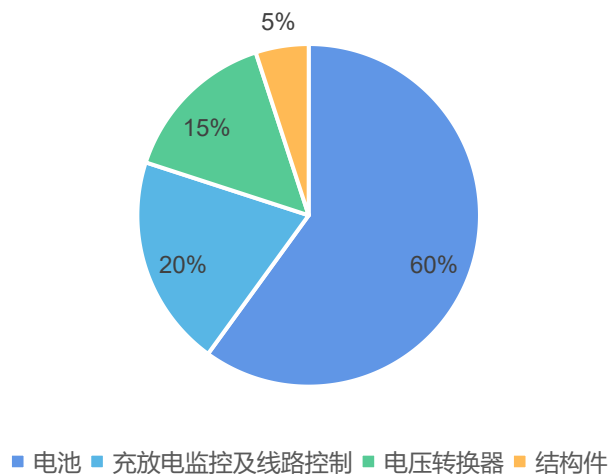
表：超级电容与铅酸、锂离子电池对比

参数	铅酸电池	锂离子电池	超级电容器
比能量密度 (Wh/kg)	10-100	150-200	1-10
比功率密度 (Wh/kg)	<1,000	<2,000	<10,000
使用寿命	1,000	5,000	>50,000
充放电效率	70-85%	99%	85-98%
快速充电持续时间	1-5小时	0.5-3小时	0.3-30秒
快速放电持续时间	0.3-3小时	0.3-3小时	0.3-30秒
保质期 (年)	5-15	10-20	20
工作温度 (°C)	-5至40	-30至60	-40至75

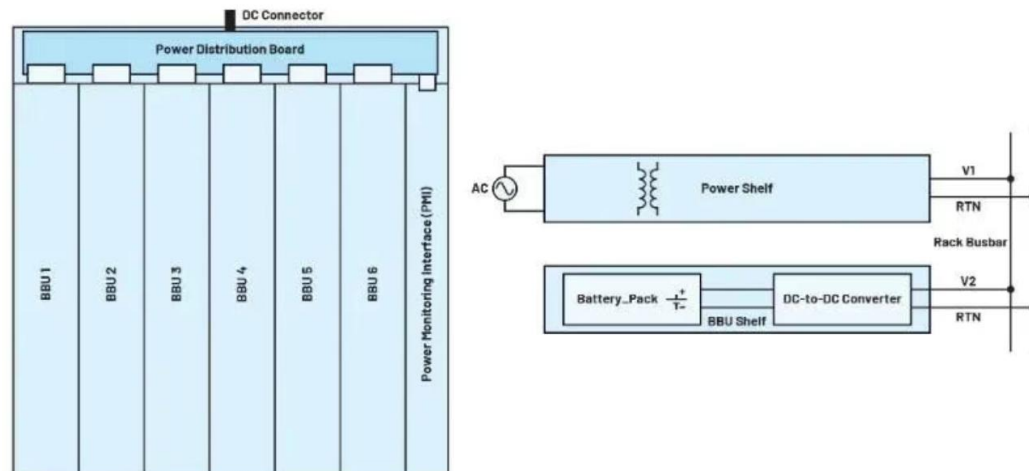
4.3 BBU、超级电容有望从选配成为标配，创造新增量市场

- **锂电池技术的BBU更具竞争力，电芯成本占比60%。**锂电池可以为BBU提供高能量密度和高倍率的电力供应，能够在瞬间大功率放电的情况下保持稳定，且锂电BBU的5-10年使用寿命和快充特性显著降低全生命周期成本。此外，圆柱电芯具备一定安全性，且目前广泛应用全极耳技术可以显著降低电池内阻和发热量，为目前BBU电芯首选。从BBU本身结构来看，GB200选配的BBU由5个模块组成，由于GB300的功率更高，其BBU或将采用5+1的冗余架构。**GB300将配备独立power rack，单台BBU用量预计增长超50%，驱动电芯数量提升。**
- **目前BBU电芯供应商以LG、三星等日韩企业为主，国内电芯积极布局，有望加速国产替代。**
 - **亿纬锂能：**根据公司2024年年报，公司正积极拓展BBU中心备电等新兴市场，2024年BBU用18650锂电池研发项目研发支出规模4713万元。
 - **蔚蓝锂芯：**目前已向第三方少量出货用于BBU备用电源的电池，且正在研发量产专门型号电池（21700-5.0Ah全极耳超高功率备用电源BBU用锂离子电池产业化项目）用于BBU。
 - **欣旺达：**根据投资者互动平台，公司已具备BBU电池产品，可以根据客户需求进行生产。

图：BBU中成本拆分



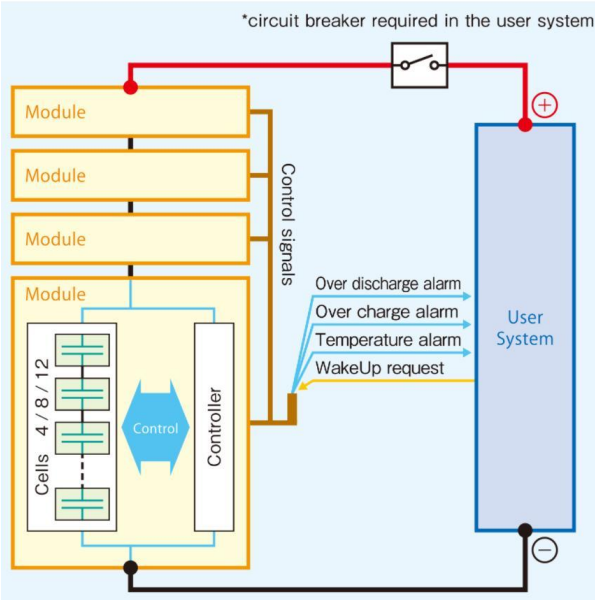
图：BBU自身结构通常采用5+1冗余架构



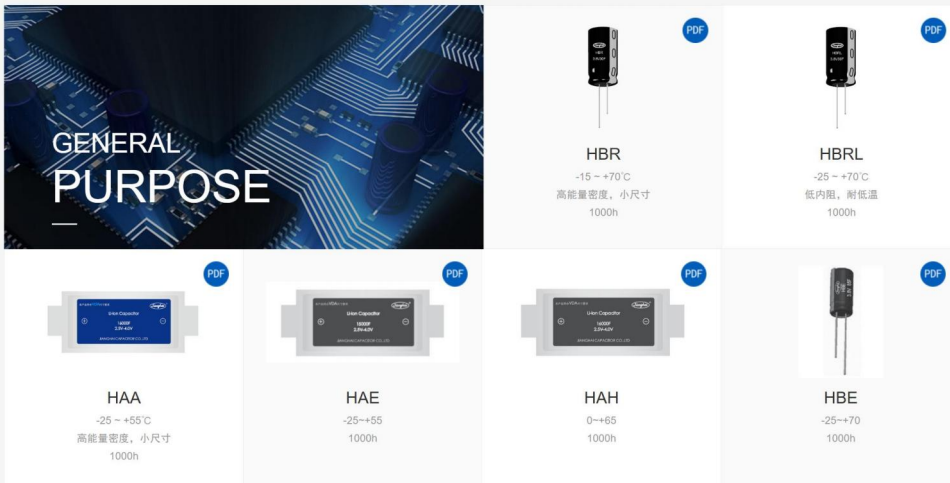
4.3 BBU、超级电容有望从选配成为标配，创造新增量市场

- 根据武藏能源，其应用于数据中心的方案主要包括软包电芯模组、方型硬壳电芯模组等。以方型硬壳电芯模组为例，每个模组中可放置4/8/12个超级电容单体，最多可选4个模组串联作为一个解决方案，具体应用数量主要与厂商设计的方案、功率、断电时超级电容支撑时间等因素有关。
- 江海股份深耕超级电容器，已成为国内超容龙头。**公司已成为行业内较少具备铝电解、薄膜、超容三大类电容器研发的企业，超级电容产品包括锂离子电容及双电层电容器，其中锂离子超级电容已获得国内外多个领域的著名企业的认可，在轨交、汽车、新能源、电网等领域已进入批量应用阶段，AI领域前景可期。此外，固态叠层铝电解（MLPC）是AI服务器的关键元器件之一，公司采用N型高分子导电聚合物、新工艺、新材料，产品性能方面有重大突破，伴随AI的迅速增长，有望成为铝电解电容器未来重要的增长极。

图：日本武藏方型硬壳电芯模组连接示意图



图：江海股份锂离子超级电容产品



表：江海股份超级电容发展历程

时间	超级电容进展
2010年前	储备超级电容器技术
2013年	公司与日本ACT合作，受让ACT的锂离子超级电容器技术
2014年	收购VOLTA 8%股权，吸收其在超级电容的技术
2015年	投资设立全资子公司江海储能
2016年	非公开发行12亿元，其中8亿元用于超级电容产线及研发
2020年	与美国的UCLA大学合作，进一步丰富了在超级电容器领域的技术储备
2023年	与中科院上海硅酸盐所、澳大利亚莫纳仕大学合作，与西安交通大学共建了高端电容器技术创新中心
2024年	在针对AI服务器和数据中心功率补偿方面和国内外多个重点客户共同推进研发，取得阶段性成效

资料来源：武藏能源官网，江海股份官网，江海股份公司公告，通商荟公众号，江海股份招股书，国海证券研究所

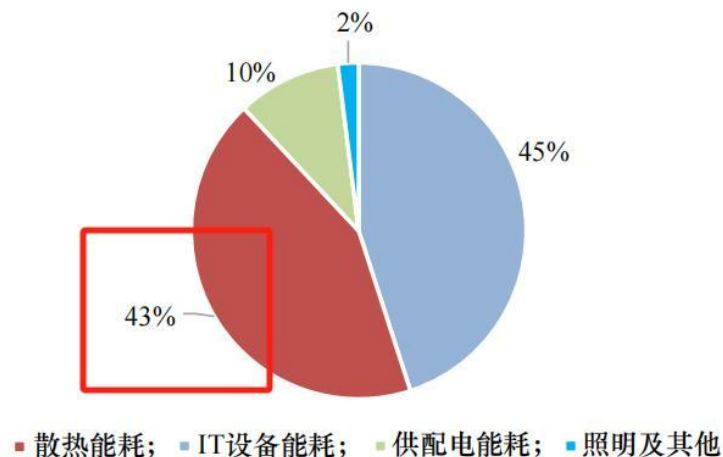
五、冷却系统：液冷为重要趋势，冷板式率先应用，浸没式静待花开

- 5.1 散热能耗为数据中心能耗重要部分，风冷局限性逐步凸显
- 5.2 功耗提升推动液冷发展，市场空间广阔
- 5.3 冷板技术先行，浸没式渗透率有望提升
- 5.4 CDU为液冷系统核心设备，国内温控企业积极完善数据中心布局
- 5.5 磁悬浮压缩机市场需求旺盛，国产品牌迎新发展

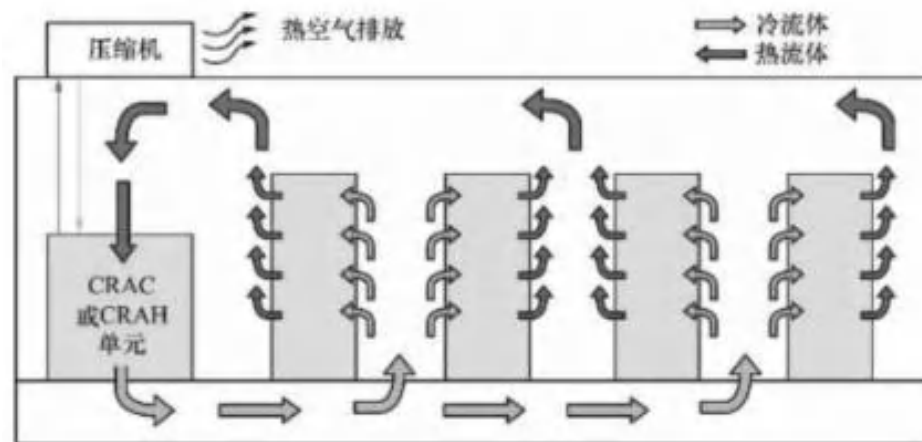
5.1 散热能耗为数据中心能耗重要部分，风冷局限性逐步凸显

- 伴随算力需求快速增长，数据中心碳排放问题亟待解决。根据《绿色算力白皮书》，2035年超大型算力中心能量消耗预计达500MW，约等于半个核电站的装机容量，算力中心能耗问题日益突出。根据《绿色高效数据中心散热冷却技术研究现状及发展趋势》陈心拓等，2022年我国数据中心能量消耗中的43%用于散热冷却，冷却成本高，节能潜力大，数据中心冷却技术迭代具备重要意义。
- 2021年风冷技术为数据中心最成熟、最广泛的冷却方案（来源：《数据中心高效绿色冷却技术》韩文峰等）。风冷方案通过冷/热空气通道的交替排列实现换热，机架产生的热空气由机房空调（CRAC）或机房空气处理单元（CRAH）产生的冷空气进行冷却，冷空气通过地下的通风口输送至机架间的冷空气通道。CRAC采用制冷剂为媒介进行冷却，而CRAH采用水-空气换热器对水进行冷却。但风冷技术存在低密度和相对较低的散热能力不足，超大型数据中心功率密度可达100kW/r，而风冷技术最大散热容量为30kW/r。

图：我国数据中心能耗分布示意图



图：数据中心风冷方案示意图



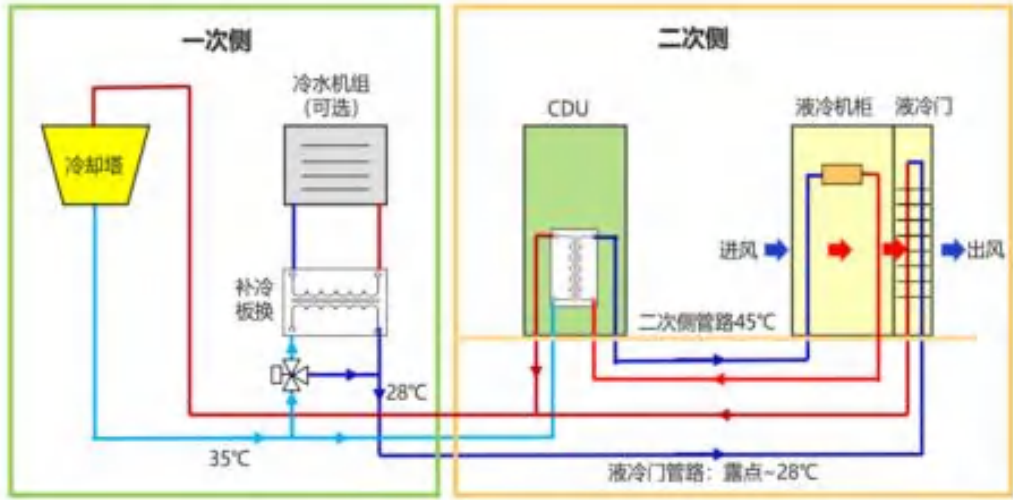
5.2 功耗提升推动液冷发展，市场空间广阔

□ 液冷技术在高功率密度的算力中心领域优势显著。随着服务器液冷技术的成熟，引入液冷技术实现高效制冷效果有效提升了服务器的使用效率和稳定性。液体传导热能效果更好，是空气的25倍,温度传效果更快、更优，能够实现IT设备高效制冷。同时，由于液体的比热容大，在吸收大量的热量后自身温度不会产生明显的变化，故而能够稳定CPU温度。伴随液冷技术的逐步成熟，有望推动液冷服务器的快速发展，加速液冷算力中心的普及，进而推进绿色低碳算力中心建设。

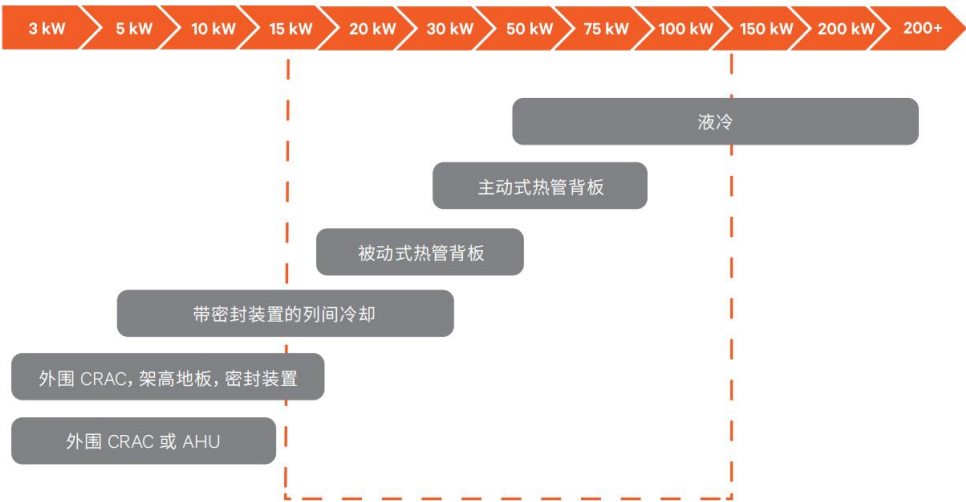
表：液冷相比于风冷散热具有较多优势

优势	具体数据
热量带走更多	同体积液体带走热量是同体积空气的近4000倍
温度传递更快	液体导热能力是空气的25倍
温度更稳定	液体比热容大，吸收大量热量后自身温度不会明显变化，可以稳定CPU温度
静音效果更好	同等散热水平时，液冷噪音水平比风冷噪音降低20-35dB
耗电节能更省	液冷系统约比风冷系统节省电量30%-50%

图：液冷数据中心制冷架构示意图



图：当机架密度超过20kW时，风冷系统会失去有效性，需采用液冷方法



5.2 功耗提升推动液冷发展，市场空间广阔

- 液冷技术历史悠久，海外起步较早，国内有望后来者居上。
- 全球：复盘全球液冷技术发展历程，最早可追溯至1964年IBM公司研发出世界首款冷冻水冷却计算机System360；单相浸没式冷却方案于1995年提出；2010年美国绿色革命冷却技术公司(GRC)建立了世界上第一个商用浸没式液冷数据中心；2014年Google于芬兰哈米纳建立了水冷数据中心，利用海水对服务器进行散热。
 - 中国：国内液冷技术相比于海外起步较晚，中科曙光早于2013、2015年分别实现液冷服务器验证及商业化落地；2016年国内数据中心浸没式液冷技术迅速发展，新进阿里、华为、浪潮等参与者；2017年后各家部署液冷应用节奏加快，产品技术逐步走向成熟。

表：全球液冷技术发展历程

时间	液冷技术发展
1964	IBM公司研发出世界首款冷冻水冷却计算机System360，液冷技术自此逐渐兴起
1966	IBM的SEVGINO首次提出进行液体电介质冷却“计算机”的研究
1980s中期	IBM、霍尼韦尔、雷明顿兰德公司、日立等公司联合推出液冷超级计算机，液冷技术逐渐被关注
1995	SAYLORJR使用液-液热交换器和单相浸没式冷却进行散热
2007	普吉特系统公司已成功将传统矿物油用于冷却个人电脑
2010	美国绿色革命冷却技术公司(GRC)建立了世界上第一个商用浸没式液冷数据中心
2012	GRC合作进行浸没式液冷技术试验，将服务器放入矿物油中，通过对比一年的测试数据可发现，相对于传统风冷技术，液冷技术可节能90%以上，从而使得整个数据中心节能10%~20%。
2014	全球最大的数据中心运营商之一Google于芬兰哈米纳建立了水冷数据中心，利用海水对服务器进行散热
2018	Google发布TPU3.0pod，庞大的算力消耗迫使其首次在数据中心采用液冷技术

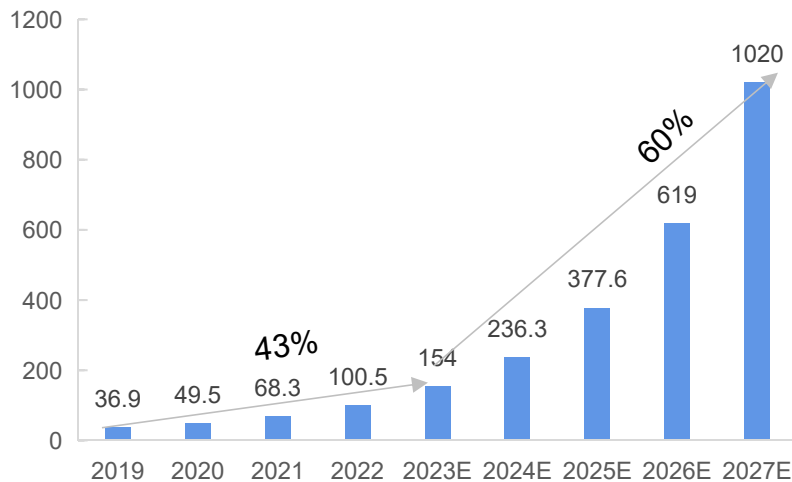
表：中国液冷技术发展历程

时间	液冷技术发展
2011	中科曙光率先对服务器液冷技术展开实验室研究，于2013年完成了首台冷板式液冷服务器原理机和首台浸没式液冷服务器原理机验证，2015年实现液冷服务器大规模商业应用项目落地
2016	中科曙光、阿里巴巴、华为、联想、浪潮等抓住液冷行业发展机遇，开启了浸没式液冷技术的相关研究工作
2017	浪潮推出了以冷板服务器为核心的解决方案；华为推出FusionServer液冷解决方案；中科曙光交付了中国首套商用相变浸没式液冷服务器——Liquidinside
2018	阿里巴巴在张北数据中心部署了浸没式冷却系统；联想也发布了“海神”液冷新技术。
2019	中科曙光实现全球首个“刀片式浸没相变液冷技术”部署应用，其单机功率密度可达160kW，液冷部分电源利用效率（PUE）低于1.1。
2021	阿里巴巴在对浸没式液冷服务器进行2年的试运营后，发现相比于传统风冷服务器，液冷服务器各部件累计失效率可降低52.9%

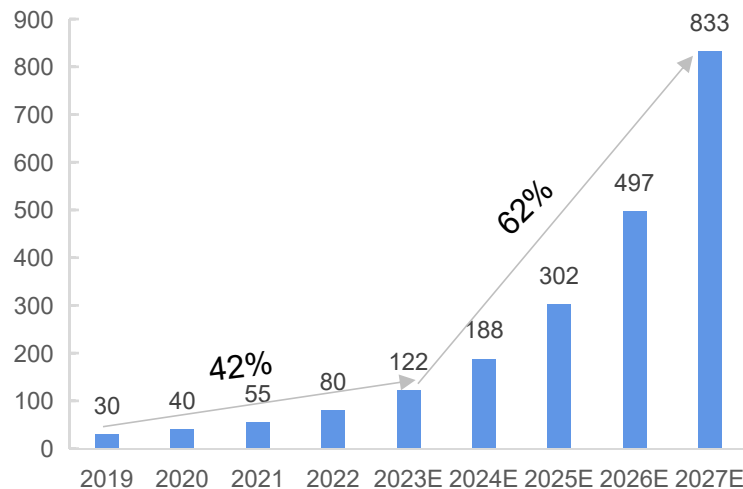
5.2 功耗提升推动液冷发展，市场空间广阔

- **从市场空间角度：**据科智咨询数据，2022年中国液冷数据中心市场规模达到100.5亿元，同比增长47.2%，其中液冷服务器市场规模80.3亿元，同比增长45.5%，在政策、需求、技术三重因素驱动下，数据中心液冷规模快速扩张。
- **政策驱动：**根据2021年《国家发展改革委等部门关于严格能效约束推动重点领域节能降碳的若干意见》，明确要求新建大型、超大型数据中心电能利用效率不超过1.3，到2025年，数据中心电能利用效率普遍不超过1.5。
- **需求驱动：**泛互联网企业出于降本增效考虑，高密部署同时应用液冷降低运营成本。
- **技术驱动：**数据中心标准化、规范化程度不断提升，液冷技术具备迭代空间。
- **从应用领域角度：**中国液冷数据中心下游发展较快的行业为泛互联网及电信行业，2019-2022年互联网及电信行业需求规模的CAGR分别为48.4%/47%。

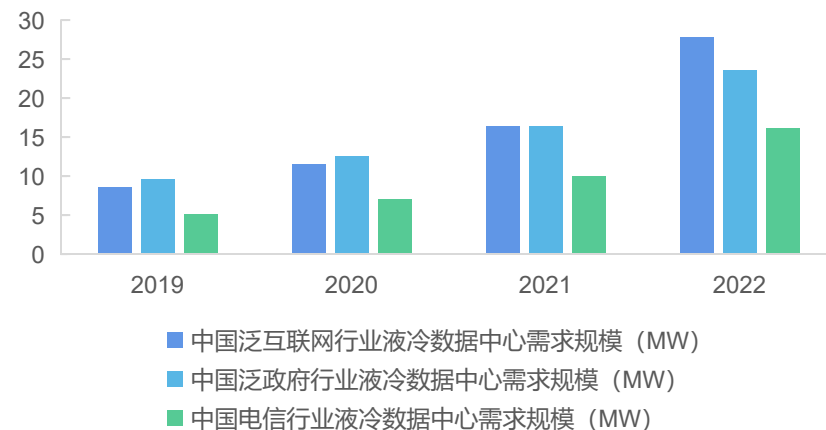
图：2019-2027年中国液冷数据中心市场规模（亿元）



图：2019-2027年中国液冷服务器市场规模（亿元）



图：2019-2022年中国液冷数据中心主要行业需求规模

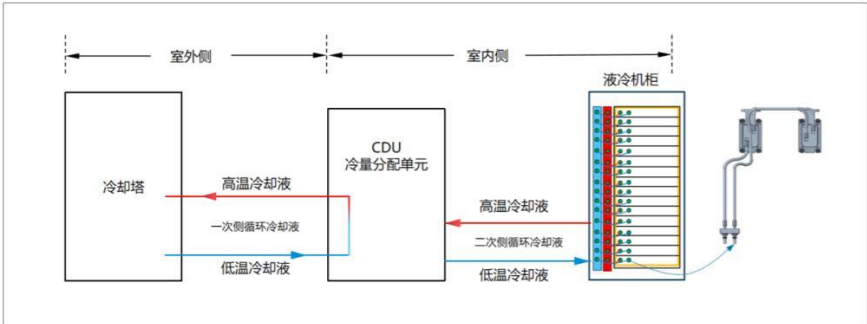


5.3 冷板技术先行，浸没式渗透率有望提升

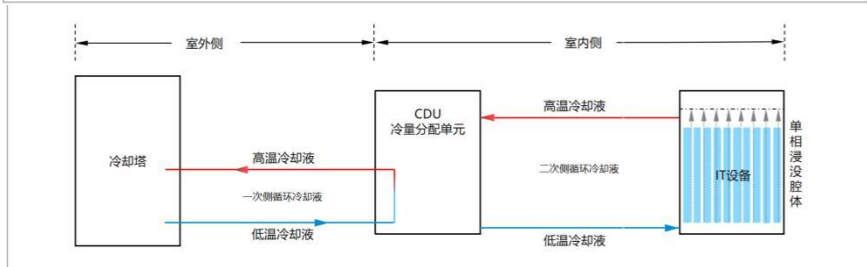
目前数据中心液冷有三种常见的方式：冷板式方案凭借技术成熟、材料相容性好等优势率先实现应用，但散热率一般；喷淋式方案散热能力高且可以节省冷却液，但材料相容性小众；浸没式具备最高的散热能力、最低PUE范围，但初始成本较高，目前以单相浸没式为主。

表：三种不同液冷方式对比

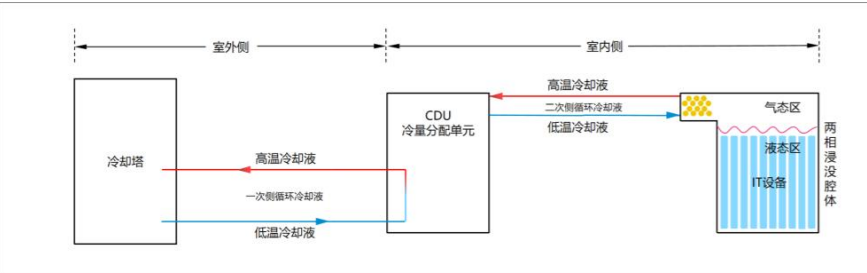
	冷板式液冷		浸没式液冷		喷淋式液冷
	单相冷板	两相冷板	单相浸没	两相浸没	
主要优点	兼容度高、技术成熟、产业链齐全、两相式水不进服务器		高散热能力&能效静音		节省冷却液
局限性	泄露问题需风冷补偿	工作压力高、控制难度大	材料兼容性、承重要求高	系统密封性成本高	材料兼容性技术小众
散热能力	中	中-高	高	最高	高
PUE	1.1-1.2	1.05-1.15	1.05-1.1	1.03-1.05	1.05-1.10
可维护性	优秀		一般		一般
CAPEX	\$	\$ - \$ \$	\$ \$ - \$ \$ \$ \$	\$ \$ \$	\$ \$
OPEX	\$ \$	\$ \$	\$ \$ \$	\$ \$ \$	\$ \$
热回收潜力	一般	较高	较高	高	较高
供应商	华为、浪潮、曙光、联想、超聚变等		阿里、曙光、H3C、云酷智能等	曙光	广东合一
应用案例	最多	较少	较多	较少	非常少
应用场景	较大规模智算中心、旧数据中心改造		较小规模智算中心、超算、教育、科研		小型高热数据中心



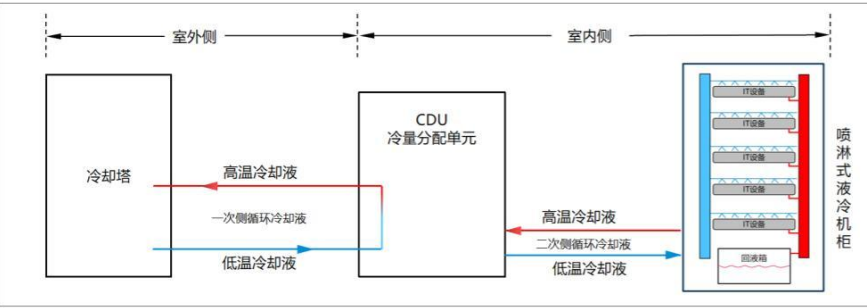
冷板式



单相浸没式



双相浸没式

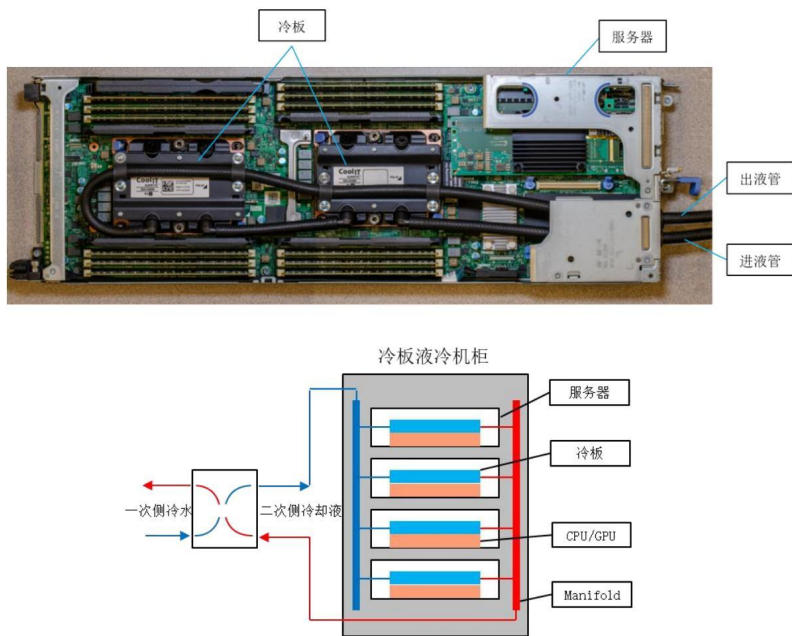


喷淋式

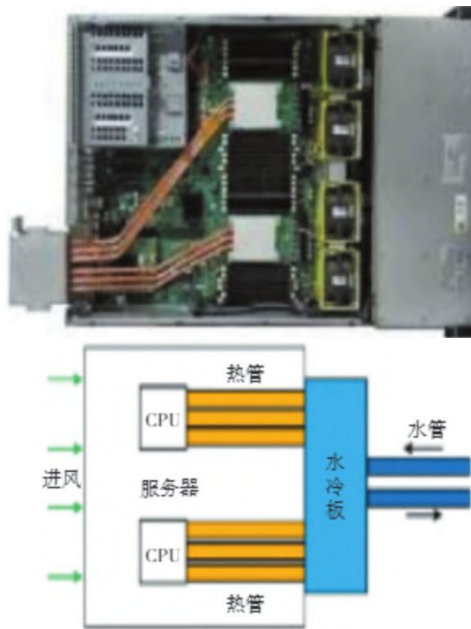
5.3 冷板技术先行，浸没式渗透率有望提升

- ❑ 冷板式液冷又称非接触式液冷，其原理是将服务器发热原件（CPU/GPU/DIMM等）贴近冷板，液体在冷板内流动，带走发热元件的热量，液体不与发热源直接接触。冷板式液冷可保持传统机柜方式部署，部署密度高，且比传统风冷实现60-90%能耗降低，为目前服务器内主要热源冷却方式，但实际仍需少量风扇进行服务器外部分热源冷却。
- ❑ 冷板式液冷可进一步分为热管式和温水式，热管式方案更优。
 - 温水式液冷：发热器件连通管路，硬接方式（焊接）对安装尺寸要求高，软接方式对PCB板软管空间要求高。
 - 热管式液冷：通过热管实现发热器件与水环路之间热传导，热管吸热端贴临发热器件，放热端通过水冷基板释放，水环路不进服务器，避免因水渗漏带来的PCB短路风险。

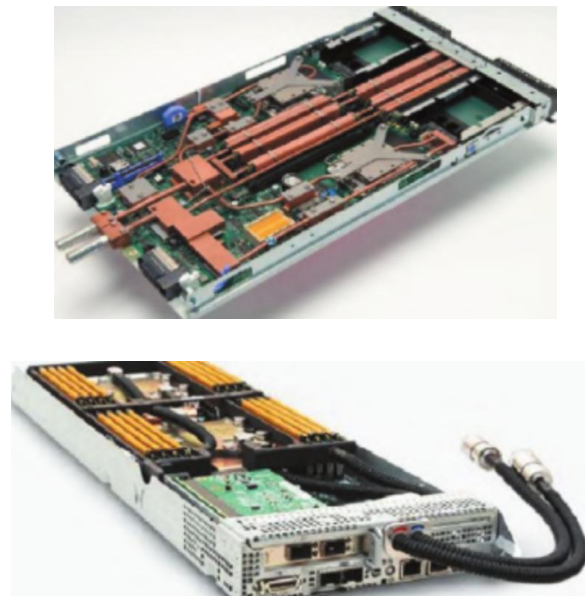
图：冷板式液冷实物图及原理图



图：热管式冷板液冷服务器及热管传热原理



图：温水式冷板液冷服务器（上为硬接，下为软接）

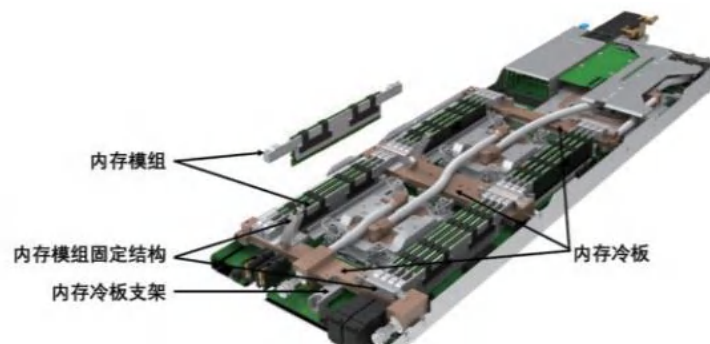


5.3 冷板技术先行，浸没式渗透率有望提升

□ 除CPU、GPU冷板液冷外，浪潮信息联手英特尔对服务器内存、硬盘提出创新性解决方案。

- 1) **内存液冷**：受服务器主板尺寸逐步缩减、内存间距下降、功耗提升趋势，需要液冷散热，但通用冷板方案下，冷板加工公差与主板内存插槽及内存自身公差匹配问题，因此采用枕木散热器液冷方案将可以在有效增强内存液冷换热能力的同时，解决内存液冷插拔干涉的问题。
- 2) **硬盘液冷**：硬盘尺寸大、温度要求高，同时要求可热插拔的特点。若按CPU液冷方式设计，缺少空间布置的同时，由于需要增加快接头实现水路连接，明显增大冷板成本，可以采用仅增加冷板（含热管）实现无水接触换热方案有望成为趋势。

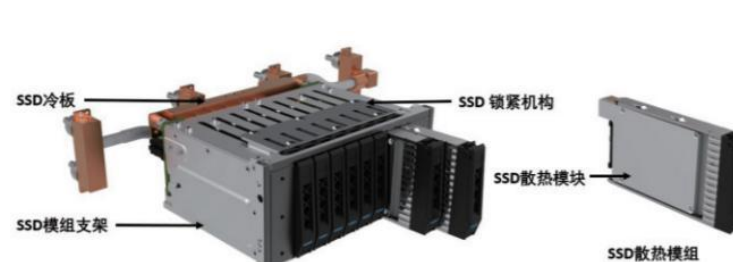
图：内存液冷枕木散热器、固态硬盘创新方案示意图及优势



通用性好。不同内存的颗粒厚度和内存间距不影响该方案的散热性能，该方案最小适应7.5毫米的内存间距，往上兼容。散热器和冷板解耦设计，可重复利用和内存液冷标准化。

性价比高。内存散热器可根据内存功耗选取不同的工艺和散热技术，且数量可根据内存按需配置。在7.5毫米内存间距情况下，即可满足30W以上内存的散热需求。

易于制造和组装。工艺要求低，可以采用传统风冷散热器和通用的CPU冷板制造工艺。



插拔次数高：可支持30次以上系统不断电热插拔。

易于制造和组装。工艺要求低，可以采用传统风冷散热器和通用的CPU冷板制造工艺。

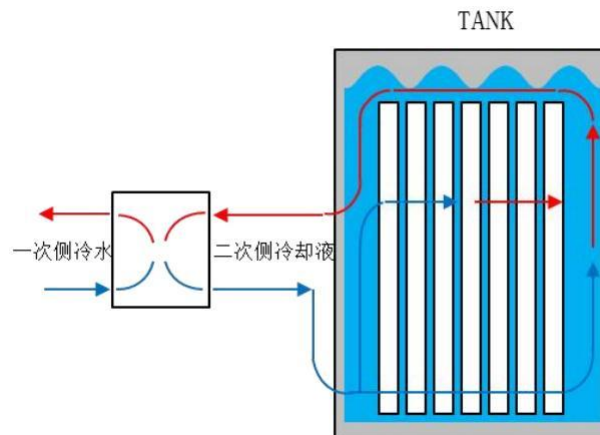
硬盘间无水设计：多硬盘可供用同一冷板，减少了接头数量，降低漏液风险。

适配性好：可灵活适配不同厚度和数量的固态硬盘系统。

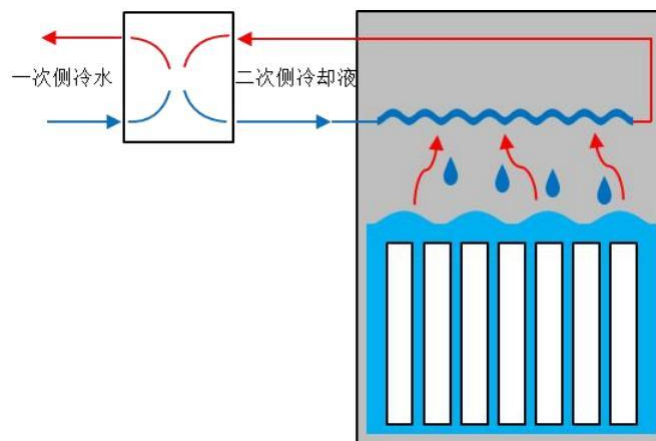
5.3 冷板技术先行，浸没式渗透率有望提升

- 浸没式液冷是以冷却液作为传热介质，将发热器件完全浸没在冷却液中，通过直接接触进行热交换。依据冷却液是否发生相变，浸没式液冷分为单相浸没式液冷和双相浸没式液冷两种。二者的制冷架构基本一致，**主要差异在于二次侧冷却液的循环方式**，单相液冷的冷却液需要进入CDU中，而双相液冷的冷却液仅在浸没腔体内循环。
- **单相浸没式**：单相浸没的箱体称为TANK，低温的冷却液进入TANK后，吸收服务器的热量，然后进入CDU中散热，整个过程中冷却液不会发生相变。
- **双相浸没式**：双相浸没将IT设备浸没在沸点低于IT设备工作温度的冷却液中，当IT设备的运行温度达到冷却液的沸点后，会引起冷却液的局部沸腾，从而带走热量，蒸汽上升到达冷凝器盘管会变成液体并落下。

图：单相浸没式液冷原理图及实物图



图：双相式冷板液冷原理图及实物图



5.3 冷板技术先行，浸没式渗透率有望提升

- ❑

冷却液为浸没式方案大规模应用最大瓶颈。浸没液冷将带电状态下的服务器完整地浸没在冷却液中，因此充当换热介质的冷却液必须是不导电的高稳定介电液体。从目前国际主流两个冷却液方向看，氟化液综合热性能优秀，但价格昂贵、绿色环保要求为其发展瓶颈。
- 碳氢及有机硅类冷却液：目前以俄罗斯为代表的矿物油和以日本为代表的硅油为主，油类沸点非常高，因此只应用于单相浸没。
- 碳氟类冷却液：目前以美国应用为主，具有不易与服务器中电子器件发生反、闪点较高，防火作用好等特性，但氟化液存在环保问题。
- ❑

绿色环保要求驱动氟化液方案升级迭代，国内企业后来者居上。2022年4月，3M公司在比利时工厂部分产品因当地环境法规收紧而无限期关闭，环保问题成为其发展制约关键。与此同时，国产绿色环保电子氟化液技术逐渐成熟，曙光数创浸没液冷服务器中的电子氟化液已完成多项环保测试，在保证产品技术性能的同时，间距环境友好与高度安全性，有望凭借技术优势率先受益浸没式液冷方案发展。

表：浸没式液冷方案不同冷却液对比

液冷形式	单相浸没		双相浸没
冷却液	油类	氟化液（单相）	氟化液（双相）
综合热性能	中	较高	高
材料兼容性	中	高	高
信号完整度	中	高	高
沸点	高	高	低
闪点	有	无	无
老化变质	易	不易	不易
可靠性	低	高	高
环保问题	排放	PFAS, ODP, GWP	PFAS, ODP, GWP
维护难度	高	低	低
价格	\$	\$ \$	\$ \$ \$

表：曙光数创冷媒相关测试情况

测试内容	测试结果
急性毒性测试	分别进行了冷媒的急性吸入、急性经皮和急性经口试验，结果表明冷媒急性毒性均达到国家强制标准GB30000中的最高类别（类别5）以上要求
急性眼刺激/腐蚀性试验	冷媒对眼睛无刺激性
慢性毒性测试	分别进行了冷媒的亚慢性吸入毒理试验和啮齿动物28天重复剂量经口毒性实验
大气环境影响测试	臭氧破坏潜能ODP值为0，全球变暖潜能GWP值小于150，符合《蒙特利尔议定书》、《保护臭氧层维也纳公约》、《蒙特利尔破坏臭氧层物质管制议定书》中的相关规定

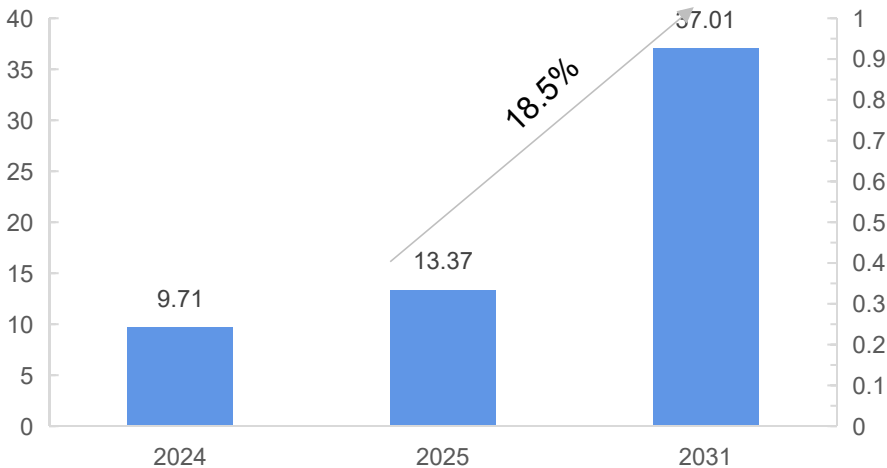
5.4 CDU为液冷系统核心设备，国内温控企业积极完善数据中心布局

- ❑ 冷量分配单元(CDU)是液体冷却系统中必不可少的组件，可在整个系统中均匀分配冷却液或水。CDU是用于进行液冷服务器间的冷却液分配的系统，提供二次侧流量分配、压力控制、物理隔离和防凝露等功能，也可以针对一次侧和二次侧水质要求不同进行隔离。
- 集中式CDU：集中式CDU的单台CDU通常连接多个服务器机柜，可以同时为多个服务器机柜提供制冷能力，通过多台CDU集群实现N+M的冗余能力，可靠性高，适用于规模部署液冷服务器机柜的场景。
- 分布式CDU：分布式CDU免二次侧管路安装，CDU只为所在机柜服务器提供制冷能力，无法提供跨机柜的冗余能力，可靠性较低。
- ❑ 根据QYResearch，2024年全球数据中心CDU市场规模约为9.7亿美元，预计2025年为13.37亿美元，同比增长37%，2031年达37亿美元，2025-2031年CAGR为18.5%。

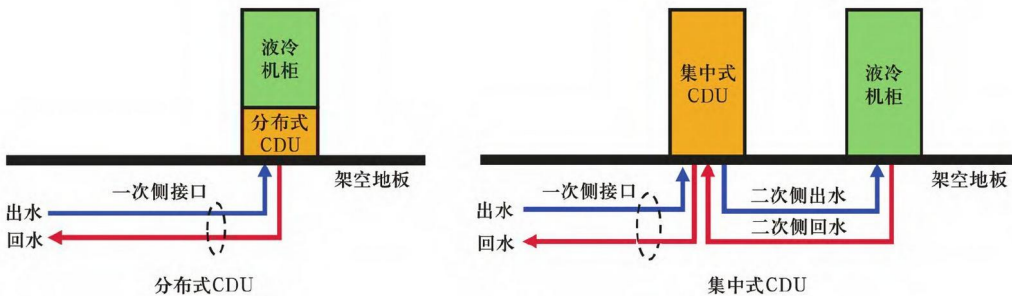
表：分布式CDU和集中式CDU对比

项目	集中式CDU	分布式CDU
形态	机柜形态，与一个服务器机柜尺寸基本相同	设备形态，宽、深与服务器尺寸基本相同，高度4U左右
部署方式	与服务器机柜并排部署，可同时为多个服务器机柜提供制冷能力	部署在服务器机柜底部，只能为所在服务器机柜提供制冷能力
部署复杂性	服务器机房需要进行二次侧管路部署，部署复杂	服务器机房免二次侧管路部署，部署简单
可靠性	通过多个 CDU集群方式提供N+M冗余能力，可靠性高	每个机柜1台CDU,无法实现CDU间冗余能力,可靠性低
空间利用率	CDU占用机柜安装空间，液冷机柜规模较小时，空间利用率较低；规模部署液冷机柜时，空间利用率高	CDU不占用机柜安装空间，液冷机柜规模较小时，空间利用率高;规模部署液冷机柜时，空间利用率较低
成本	小规模时成本较分布式CDU高，大规模时成本低	小规模时成本低，大规模时成本较集中式CDU高
适用场景	大型数据中心，液冷大规模部署	中小型数据中心，液冷小规模部署

图：2024-2031年全球数据中心CDU市场规模



图：分布式CDU和集中式CDU示意图



5.4 CDU为液冷系统核心设备，国内温控企业积极完善数据中心布局

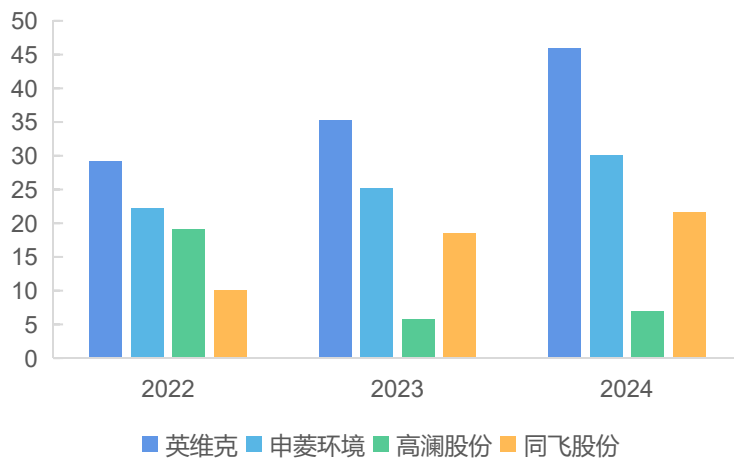
□ 国内温控头部企业已基本具备数据中心温控整体解决方案能力，受益行业高景气，有望开启新一轮增长。

- **英维克：**产品矩阵丰富，海外先发优势强。公司为英特尔中国数据中心液冷创新加速计划的首位合作伙伴，其Coolinside全链条液冷解决方案、机架式液冷CDU等产品已通过英特尔测试与验证。2024年公司机房温控节能板块收入24亿元，其中液冷相关收入约3亿元。公司同时加强浸没式研发投入，2025年4月取得一项名为“一种单相浸没式冷却装置及系统”的专利。
- **高澜股份：**公司专注于液冷方案研发，是国内起步最早的液冷厂商之一。公司产品涵盖了服务器液冷板、流体连接部件、多种型号和不同换热形式的 CDU、多尺寸和不同功率的 TANK，数据中心液冷产品可将PUE值控制在 1.1 以内的水平，目前具备批量供货能力，已积累包括字节、阿里巴巴、腾讯、万国数据等头部客户。2024年公司完成马来西亚数据中心项目冷板式液冷设备及相关配套设备交付，海外业务拓展加快。
- **申菱环境：**公司具备丰富的风冷、液冷产品，是华为昇腾服务器的重要供应商，自2011年起展开合作，2015-2020年间华为一直为公司第一大客户。此外，公司还为腾讯、阿里、字节等服务。2024年公司数据服务板块营收/新增订单分别同比增长75%/95%，其中蒸发冷却/液冷产品营收为2023年的2.3/2.9倍。
- **同飞股份：**公司除液冷全系列产品外，同时配备Mini风墙、冷冻水风冷背景板等风冷产品，以满足不同数据中心的冷却需求。目前已拓展科华数据、东莞泰硕电子等业内优质客户。此外，公司在半导体、医疗器械、氢能等液冷领域积极布局，有望多元化增长。

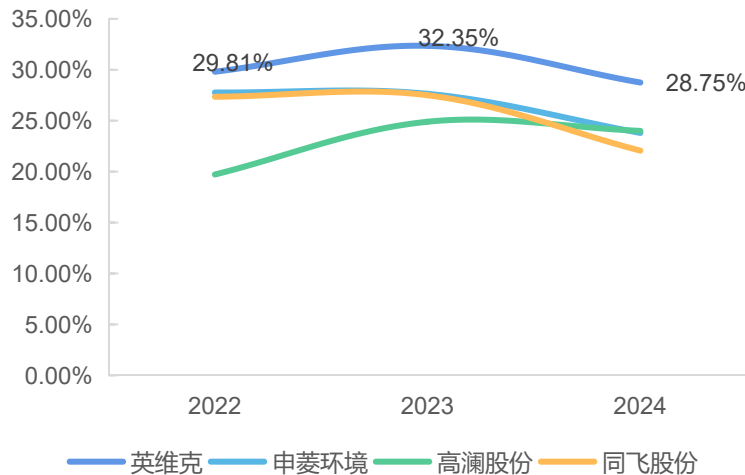
图：企业数据中心温控整体解决方案示意图（以同飞股份为例）



图：国内温控头部企业营业收入情况（亿元）



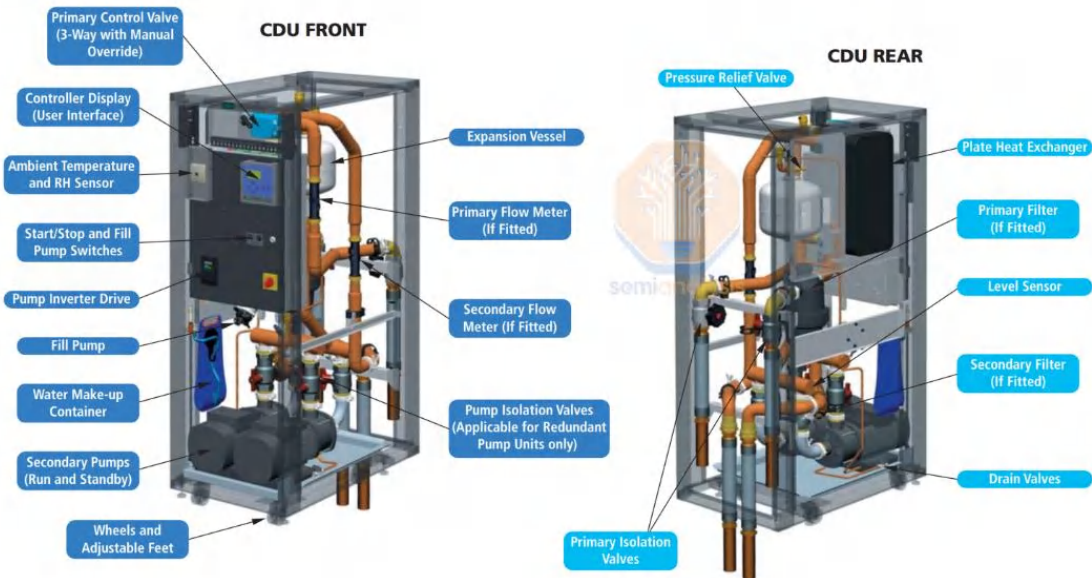
图：2022-2024年国内温控头部企业毛利率情况



5.4 CDU为液冷系统核心设备，国内温控企业积极完善数据中心布局

- ❑ **水泵为CDU散热的关键核心。**水泵的核心作用为驱动冷却液循环，确保冷却液持续流经发热设备带走热量，并可以根据设备的发热情况和散热需求，精准控制冷却液的流量，以达到最佳的散热效果。此外，液冷CDU水泵还具备调节压力的功能，保证冷却液在系统中稳定流动，避免因压力过高或过低导致的故障。
- ❑ **飞龙股份深耕水泵多年，受益数据中心下游头部客户起量。**公司的电子水泵系列产品广泛应用在通信设备、IDC液冷、人工智能液冷等领域，积累英维克、高澜股份，申菱环境等头部客户。公司已实现业务全球化发展，2024年公司海外直接+间接出口合计占比60%。目前公司产能充沛，伴随海外生产基地龙泰公司投产，产能释放有望驱动收入规模更上一层楼。此外，公司亦具备发动机热管理业务，客户包括康明斯、卡特彼勒等柴发企业，受益数据中心多环节起量。

图：CDU内部结构图（左图为机架式CDU、右图为柜式CDU）



表：飞龙股份泵类产能（万只/年）

	机械水泵	电子水泵	机油泵
南阳飞龙	360	-	90
郑州飞龙	180	160	-
重庆飞龙	200	80	-
西峡飞龙	190	560	70
龙泰公司	100	100	200
合计	1110	900	360

5.5 磁悬浮压缩机市场需求旺盛，国产品牌迎新发展

- 制冷机组在数据中心液冷系统中能耗占比大，降低制冷机组能耗是数据中心节能核心。从数据中心冷却系统能耗主要由冷源设备（制冷机组）能耗、输配设备（水泵、输送风机）能耗、散热设备能耗（末端散热风机、冷却塔风机、空气冷却器风机等）构成，其中制冷机组（主要是压缩机）的能耗占整个冷却系统能耗的 50~70%。
- 磁悬浮压缩机符合高效节能需求，产品渗透率有望快速提升。离心式压缩机作为高端产品适用于大型工业制冷场景，磁悬浮离心式相比于传统离心式，在轴承、驱动装置方面有所升级，通过变频电机实现根据负载/冷凝温度调整转速进而降低全生命周期成本，同时采用磁浮轴承实现100%无油运行简化整机系统减少维护成本，在数据中心低PUE背景下磁悬浮压缩机需求有望快速增长。

图：磁悬浮离心式压缩机零部件构成



表：制冷压缩机分类

制冷压缩机	主要场景	对应制冷量
活塞式	家用冰箱、冷柜及大型商用制冷	家用5HP及以下； 大中型商用40-150HP
转子式	家用小型空调、冰箱、冰柜	家用5HP及以下
涡旋式	轻型商用空调、热泵及冷冻冷藏设备	轻型商用5-40HP； 大中型商用40-150HP
螺杆式	大中型冷水机组及冷冻冷藏设备，并参与工业制冷	大中型商用40-150HP
离心式	大型工业制冷设备	特大型商用及工业制冷 商用150-300HP

表：磁悬浮离心式压缩机与传统离心式压缩机主要区别

项目	传统离心式压缩机	磁悬浮离心式压缩机
轴承	滑动轴承或者滚动轴承	磁浮轴承
驱动装置	多为增速齿轮+电机	变频电机直联
驱动方式	交流感应电动机	变频电机
油路系统	供油+冷却+分离+控制	无
转速	低	高
压比设计	低	高、中、低多档

表：磁悬浮离心式压缩机优势

优势	具体介绍
变频调速，高效节能	可以根据负载/冷凝温度调整转速，满足负荷需求，降低全寿命周期的运行成本
超低启动电流	变频控制系统里的软启动模块使压缩机启动电流低至2A，显著降低启动时的电流冲击，减少对电网的影响
系统简单，可靠性高	磁悬浮轴承实现了100%无油运行，消除了油路系统、油冷系统和油路控制系统，简化了整机系统；降低了机械结构的复杂性，减少了维保成本
低噪音、低震动，易安装	磁浮轴承消除了转子和轴承之间的机械摩擦，使机组运行噪音更低，震动更小；同样流量下，磁悬浮离心式压缩机具有更小的外形尺寸、更紧凑的结构

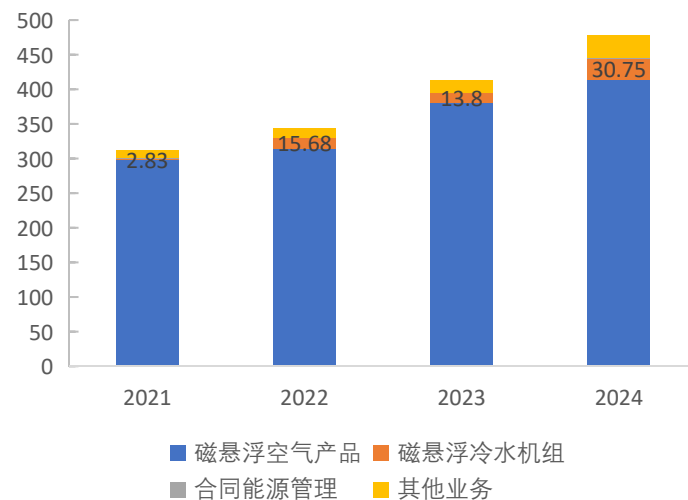
5.5 磁悬浮压缩机市场需求旺盛，国产品牌迎新发展

- 根据全球磁悬浮压缩机巨头丹佛斯预测，未来三年中国数据中心对磁悬浮压缩机需求至少翻倍。丹佛斯为全球无油压缩机制造商及技术先驱，2024年丹佛斯TurboCor在中国数据中心相关业务增长三倍，2025年预计增速为50%左右，中国业务约占丹佛斯整体35%。丹佛斯TurboCor磁悬浮压缩机搭配磁悬浮无油运行技术适配高精密温控场景，可满足数据中心年均PUE<1.2的严苛要求，在单机柜功率密度突破20kW的AIDC应用中，较传统压缩机能效提升超过40%，在数据中心向高功率密度发展背景下，磁悬浮需求有望持续提升。
- 国产品牌有望受益数据中心发展契机，加速实现国产替代。
 - 磁谷科技：公司深耕磁悬浮技术多年，早于2009年成功推出国内首台磁悬浮离心式鼓风机，技术积累深厚。公司磁悬浮冷水机组涵盖250-2400RT范围，已应用于数据中心领域，2024年磁悬浮冷水机组实现收入3075万元，同比增长123%。
 - 鑫磊股份：公司产品矩阵丰富，具备螺杆式、活塞式、离心式全系列产品，公司目前已完成磁悬浮变频离心式冷水机组、磁悬浮变频离心式热泵机组的研发创新，具备量产能力，目前工厂磁悬浮冷水机组产线产能可达1000 台/年。

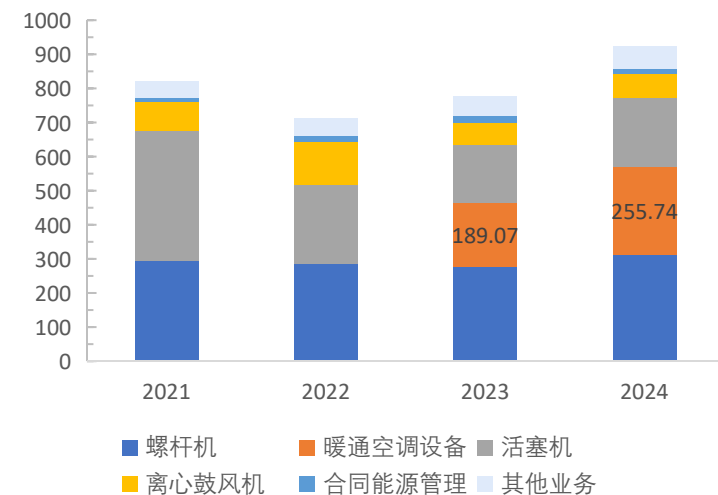
图：丹佛斯制冷压缩机发展历程



图：磁谷科技公司各业务收入结构拆分（百万元）



图：鑫磊股份公司各业务收入结构拆分（百万元）



六、投资建议及风险提示

- **行业评级：**伴随AI大模型升级及智算需求提升，2025年有望成为全球AIDC建设元年，全球主要云厂商资本开支有望迎来放量，产业链多环节技术迭代空间广阔，龙头企业充分受益，行业基本面预计向好，首次覆盖，给予AIDC行业“推荐”评级。
- **投资建议：**
 - ✓ 供电系统：国内AIDC建设需求旺盛，国际宏观形势影响国内柴发供给端，供应链有望向国内转移，建议关注【潍柴重机】等。
 - ✓ 配电系统：预制化、集成化为主要趋势，龙头企业卡位优势显著，建议关注【金盘科技】、【伊戈尔】、【明阳电气】、【盛弘股份】、【良信股份】等。
 - ✓ 电源系统：AIDC向高功耗方向发展，驱动机柜外电源向高压直流切换，同时提升机柜内电源竞争技术壁垒，伴随GB300放量，BBU及超级电容需求有望提升，建议关注【禾望电气】、【科士达】、【科华数据】、【麦格米特】、【欧陆通】、【江海股份】等。
 - ✓ 液冷系统：机柜功率密度提升驱动AIDC冷却从风冷向液冷渗透，冷板式方案率先应用，浸没式方案静待花开，建议关注【英维克】、【申菱环境】、【高澜股份】、【同飞股份】、【曙光数创】等。

- **全球数据中心建设进度不及预期的风险：**全球不同区域可能因电力稳定性、供应链资源等问题，影响数据中心建设节奏。
- **下游互联网厂商资本开支不及预期的风险：**2025年初国内外互联网巨头计划加大未来数据中心资本开支，若金额及节奏不及预期，可能会影响产业链各环节业绩及盈利情况。
- **下游需求不及预期风险：**补贴等政策变动、竞争程度对价格和盈利性的影响会导致下游需求有所变动，下游需求疲软可能导致销量不达预期。
- **市场竞争加剧风险：**技术快速迭代和进入方的增多可能导致企业价格和盈利能力出现变动。
- **海外市场拓展不及预期风险：**海外市场拓展受出口国贸易政策、市场准入条件影响，多重因素可能导致拓展效果不及预期。
- **原材料波动风险：**原材料价格波动一方面会影响终端用户需求，同时也会对产业链公司盈利能力产生影响。
- **全球各国对数据安全等政策监管超预期风险：**加大对数据安全的监管可能导致数据中心项目审批放缓，进而影响产业链交付周期。

电新小组介绍

李航，首席分析师，曾先后就职于广发证券、西部证券等，新财富最佳分析师新能源和电力设备领域团队第五，卖方分析师水晶球新能源行业前五，新浪财经金麒麟电力设备及新能源最佳分析师团队第四，上证报最佳新能源电力设备分析师第三等团队核心成员。

邱迪，联席首席分析师，中国矿业大学（北京）硕士，电力电子与电气传动专业，7年证券从业经验，曾先后任职于华创证券、江海证券资管权益部、明阳智能资本市场部等，曾入围水晶球新能源行业前五、新浪财经金麒麟菁英分析师第二名，主要覆盖新能源发电等方向。

王刚，电新资深分析师，华中科技大学博士，电气工程专业，3年证券从业经验，4年电网实业经验，曾入围水晶球新能源行业前五、新浪财经金麒麟菁英分析师第五，主要覆盖电力设备等方向。

李铭全，电新分析师，浙江大学硕士，能源环境工程专业，3年证券从业经验，主要覆盖新能源汽车、机器人等方向。

严语韬，分析师，哥伦比亚大学硕士，2023年加入国海证券，主要覆盖光伏、AIDC等方向。

李昂，分析师，南京航空航天大学本硕，曾任职于西南证券，2025年加入国海证券，覆盖AIDC、机器人等。

张竞元，研究助理，伦敦政治经济学院硕士。2024年加入国海证券，覆盖储能等板块。

分析师承诺

李航，邱迪，李昂，本报告中的分析师均具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立，客观的出具本报告。本报告清晰准确的反映了分析师本人的研究观点。分析师本人不曾因，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取到任何形式的补偿。

国海证券投资评级标准

行业投资评级

推荐：行业基本面向好，行业指数领先沪深300指数；

中性：行业基本面稳定，行业指数跟随沪深300指数；

回避：行业基本面向淡，行业指数落后沪深300指数。

股票投资评级

买入：相对沪深300 指数涨幅20%以上；

增持：相对沪深300 指数涨幅介于10%~20%之间；

中性：相对沪深300 指数涨幅介于-10%~10%之间；

卖出：相对沪深300 指数跌幅10%以上。

免责声明

本报告的风险等级定级为R3，仅供符合国海证券股份有限公司（简称“本公司”）投资者适当性管理要求的客户（简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。客户及/或投资者应当认识到有关本报告的短信提示、电话推荐等只是研究观点的简要沟通，需以本公司的完整报告为准，本公司接受客户的后续问询。

本公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告中的信息均来源于公开资料及合法获得的相关内部外部报告资料，本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证，也不保证其中的信息已做最新变更，也不保证相关的建议不会发生任何变更。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。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报告。报告中的内容和意见仅供参考，在任何情况下，本报告中所表达的意见并不构成对所述证券买卖的出价和征价。本公司及其本公司员工对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。本公司或关联机构可能会持有报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等服务。本公司在知晓范围内依法合规地履行披露义务。

风险提示

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告为作出投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向本公司或其他专业人士咨询并谨慎决策。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。通过此途径获得本报告的投资者应自行联系该机构以要求获悉更详细信息。本报告不构成本公司向该机构之客户提供的投资建议。

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。本公司、本公司员工或者关联机构亦不为该机构之客户因使用本报告或报告所载内容引起的任何损失承担任何责任。

郑重声明

本报告版权归国海证券所有。未经本公司的明确书面特别授权或协议约定，除法律规定的情况外，任何人不得对本报告的任何内容进行发布、复制、编辑、改编、转载、播放、展示或以其他方式非法使用本报告的部分或者全部内容，否则均构成对本公司版权的侵害，本公司有权依法追究其法律责任。

国海证券 · 研究所 · 电新研究团队

心怀家国，洞悉四海



国海研究上海

上海市黄浦区绿地外滩中心C1栋
国海证券大厦

邮编：200023

电话：021-61981300

国海研究深圳

深圳市福田区竹子林四路光大银
行大厦28F

邮编：518041

电话：0755-83706353

国海研究北京

北京市海淀区西直门外大街168号
腾达大厦25F

邮编：100044

电话：010-88576597