

通信

数据中心液冷专题报告

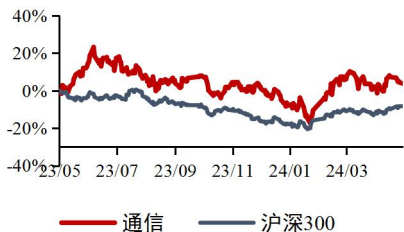
领先大市-A(维持)

高增长 AI 算力呼唤高效液冷，国产液冷全链条崛起

2024年5月14日

行业研究/行业深度分析

通信板块近一年市场表现



资料来源：最闻

相关报告：

【山证通信】DeepSeek-V2 发布展现国产大模型实力，国产万卡级群迎新投资机会-周跟踪（20240506-20240510）
2024.5.13

【山证通信】山西证券通信行业周跟踪：北美 CSP 发布财报，AI 建设拉动资本开支指引 2024.4.29

分析师：

高宇洋

执业登记编码：S0760523050002

邮箱：gaoyuyang@sxzq.com

张天

执业登记编码：S0760523120001

邮箱：zhangtian@sxzq.com

投资要点：

➢ 液冷是解决“算力热”与“散热焦虑”问题的最优解。全球 AI 算力快速增长，且芯片 TDP 功率持续提升，AI 算力到 2026 年将超 40GW，占数据中心总能耗超 40%，将成为数据中心能耗爆发的主要推手。TCO 角度来看，当前冷板液冷综合 OPEX 较风冷已具备优势；且政策对数据中心 PUE 要求趋于严格，液冷作为最优解有望迎来加速渗透，以 H100 机柜为例，液冷方案下 PUE 仅为 1.1，较风冷降低约 27%，3 年周期下液冷方案可较风冷节省成本约 6 万美元。

➢ 头部厂商引领液冷渗透率迅速提升。英伟达率先开启液冷 AI 算力时代，在液冷配置下，B200 芯片在满负荷运作时的热输出可以达到 1200W，AI 算力可达 20petaFLOPS(FP4)；新一代计算单元 GB200 NVL72 采用了液冷机架级解决方案，使成本和能耗降低 25 倍。华为昇腾 910 系列液冷版本性能提升明显，已实现 AI 计算中心全栈液冷交付。Atlas900 超级计算机采用了混合液冷方案，实现了超过 95% 的液冷占比，总算力达到 256P ~ 1024PFLOPS@FP16。电信运营商提出液冷三年愿景，计划到 2025 年保证 50% 以上项目规模应用。

➢ 在冷板式、浸没式、喷淋式三种技术路线中，我们认为冷板式液冷在当前最具性价比、成熟度最高，有望成为未来主流路线。我们预计，到 2028 年冷板、浸没式液冷数据中心市场空间分别可达 641、256 亿元，5 年 CAGR 分别为 45%、78%；2028 液冷板&管路的市场空间合计有望接近 533 亿元，5 年 CAGR 有望达 52%。在数据中心中，冷板式液冷核心部件包括一次侧的冷却塔，二次侧的液冷板、manifold、快速接头，以及用于连接一、二次侧的 CDU。浸没式液冷机柜主要结构有服务器设备、液体循环管道、泵浦、监控系统以及电气控制系统，关键部件包括冷却介质、热交换器和二次冷却设备。一次侧成本比例约为 60-70%，二次侧约为 30-40%，对应 2028 年一次侧、二次侧的市场空间分别有望超 583、314 亿元，5 年 CAGR 有望达 51%。

➢ 重点公司关注

逻辑一：服务器厂商的冷板、管路通常采用 ODM 代工方式，定制性强，与主流服务器厂商有合作经验的厂商有望直接受益于液冷渗透率提升的线性增长，建议关注飞荣达（华为链）、科创新源（海外链）。逻辑二：液冷服务器+液冷机柜是液冷数据中心渗透率早期的交付主流模式，有望受益于数据中心改造、新建数据中心等，建议关注英维克、高澜股份、申菱环境。逻辑三：数据中心基础设施整体解决方案主要受益于新建 IDC，建议关注曙光数



请务必阅读最后一页股票评级说明和免责声明

1



创、中兴通讯、浪潮信息、紫光股份。**逻辑四：**包电类型的 IDC 毛利率可能受益于液冷 IDC 的低 PUE，更有机会取得大型智算中心客户、大型互联网&云计算客户的托管服务订单，建议关注**润泽科技、奥飞数据**。

风险提示：英伟达、华为等头部 AI 芯片厂商液冷散热渗透率不及预期；国内液冷数据中心改造和新建进度不及预期；地缘政治风险导致海外液冷服务器国内配套公司市场份额下降；产能扩张过快导致冷板等价格竞争超出预期，毛利率下降。

目录

1 数据中心“算力热”与“散热焦虑”，头部厂商引领液冷渗透率快速提升.....	6
1.1 GPU 算力爆发增长下全球数据中心能耗快速提升.....	6
1.2 液冷具有综合 OPEX 优势，或加速在数据中心渗透.....	7
1.3 英伟达、华为、运营商等引领液冷产业快速发展.....	11
2 解读液冷产业链环节，冷板式液冷有望率先渗透.....	14
2.1 液冷具有冷板式、浸没式、喷淋式三种技术路线，冷板式当前最具性价比.....	14
2.2 冷板式液冷产业链环节.....	18
2.3 浸没式液冷产业链环节.....	20
3 投资机会：国内液冷全产业链受益.....	22
3.1 服务器内市场：配套 ODM 订单形式，直接受益 IT 设备液冷渗透率提升.....	22
3.2 二次液冷设备：项目制，受益于新建 AI 数据中心和存量政策性改造.....	25
3.3 数据中心基础设施整体解决方案：项目制，主要受益于新建 IDC.....	27
3.4 IDC：液冷渗透率高的 IDC 将更好享受 AI 业务增长红利.....	29
4 风险提示.....	30

图表目录

图 1： AI 算力可预期的未来将逐季环比增长.....	6
图 2： 主力 GPU 厂商的芯片功耗持续上升.....	6
图 3： Semianalysis 对全球数据中心能耗结构的观点.....	7
图 4： S&P Global 对全球数据中心能耗结构的观点.....	7
图 5： 水的比热更大，液冷能有效散热.....	8
图 6： 当机柜密度大于 20kw 时需要采用液冷散热.....	8
图 7： 采用芯片级冷板液冷方案整体 TCO 较风冷具备明显优势.....	8



图 8: 数据中心能耗分布.....	9
图 9: 某液冷数据中心能耗分布.....	9
图 10: 制冷散热设备是数据中心基础设施投资占比较大的部分.....	10
图 11: 华为昇腾液冷人工智能模块化数据中心已经批量交付.....	13
图 12: 液冷系统通用架构原理图.....	16
图 13: 冷板式液冷系统原理图.....	16
图 14: 单相浸没式液冷原理图.....	16
图 15: 喷淋式液冷原理图.....	16
图 16: 液冷给机房配套带来的变化.....	17
图 17: 风冷、冷板液冷、单相浸没式液冷 TCO 分析.....	17
图 18: 冷板式液冷系统结构.....	19
图 19: CDU 的原理结构.....	20
图 20: 单相浸没式液冷系统结构.....	21
图 21: 单相浸没式液冷机柜典型结构.....	21
图 22: 中国液冷服务器市场快速增长.....	22
图 23: 中国液冷服务器市场份额.....	22
图 24: CPU 液冷模组图示.....	23
图 25: 全液冷服务器节点结构.....	23
图 26: 人工智能液冷服务器冷板设计方案图示.....	23
图 27: GPU 冷板模组设计示意图.....	23
图 28: 液冷不同交付模式示意图.....	25
图 29: 公司世纪互联新建太仓国际车联网大数据产业园二期项目案例.....	28
图 30: 公司哔哩哔哩常熟液冷机房项目案例.....	28



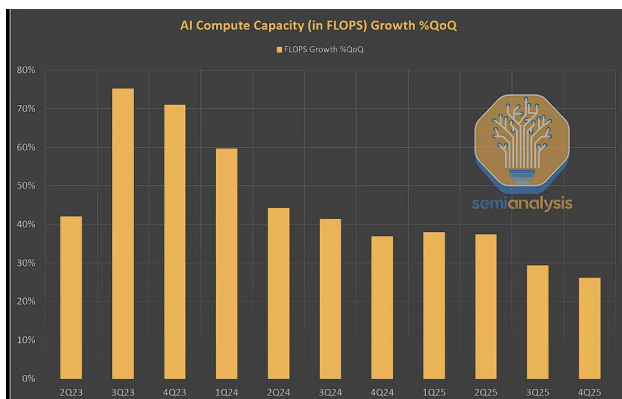
表 1: 风冷、液冷对比.....	10
表 2: 英伟达 B200、H100、A100(80GB)对比.....	11
表 3: 英伟达 GB200 NVL72 与 GB200 参数.....	12
表 4: 华为 Atlas 800 训练服务器风冷、液冷对比.....	12
表 5: 电信运营商未来三年规划.....	14
表 6: 冷板式、浸没式、喷淋式液冷技术比较.....	15
表 7: 全球数据中心服务器液冷市场规模测算.....	17
表 8: 液冷行业仍处在发展早期, 行业主要参与者分为三大类.....	18

1 数据中心“算力热”与“散热焦虑”，头部厂商引领液冷渗透率快速提升

1.1 GPU 算力爆发增长下全球数据中心能耗快速提升

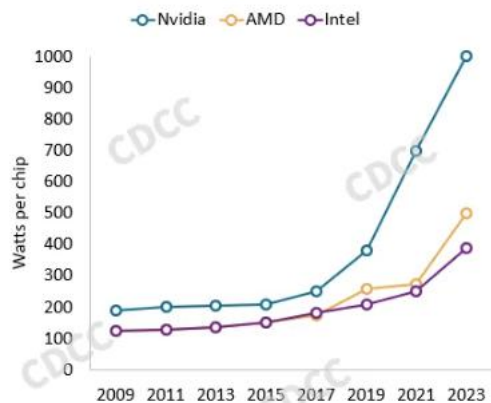
全球 AI 算力快速增长，且芯片 TDP 功率持续提升，为数据中心制冷带来挑战。根据 SemiAnalysis 数据，2023Q3-Q4 AI 算力环比增速保持在 70%以上，预计从 2024Q1 开始，AI 算力每季度环比增速还将维持在 30%-60%。除全球 AI 算力高增，各大芯片厂商的 TDP 功率也在飞速提升，根据 S&P Global 数据，2017 年主流芯片厂商 TDP 仅为 200w 左右，到 2023 年，一般 GPU 的 TDP 已经达到 350-700W，NVIDIA 新一代 B100 功耗甚至超过 1000W。

图 1：AI 算力可预期的未来将逐季环比增长



资料来源：SemiAnalysis，山西证券研究所

图 2：主力 GPU 厂商的芯片功耗持续上升

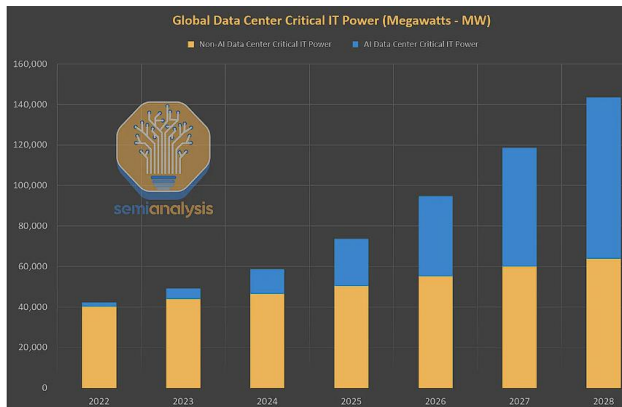


资料来源：CDCC，S&P，山西证券研究所

AI 服务器出货量将迎来高增，AI 数据中心将成为数据中心能耗爆发的主要推手。根据 TrendForce，2023 年全球 AI 服务器（包含搭载 GPU、FPGA、ASIC 等）出货量将接近 120 万台，同比+38.4%，占整体服务器出货量的比重约 9%，预计 2024 年占比将达到 12.1%，对应出货量 165 万台，同比+37.7%。AI 服务器出货量激增带来数据中心能耗爆发，根据 SemiAnalysis 数据，2023-2026 年，全球数据中心能耗将从 49GW 增至 96GW，3 年 CAGR 超 25%，其中 AI 算力能耗将迎来结构性激增，到 2026 年将超 40GW，占数据中心总能耗超 40%。GenAI 推动数据中心快速扩容，根据 S&P Global 假设，保守情况下，如果 AI 数据中心采用 H100 或以上的 GPU，对应芯片功耗 400-700W，利用率为 60%，则为了支持 GPU 的增量，2028 年需额外增加的数据中心容量将超 21GW；根据 2023 年初确认的数据中心增量，若假设其中已有 20%是 GPU 负载，

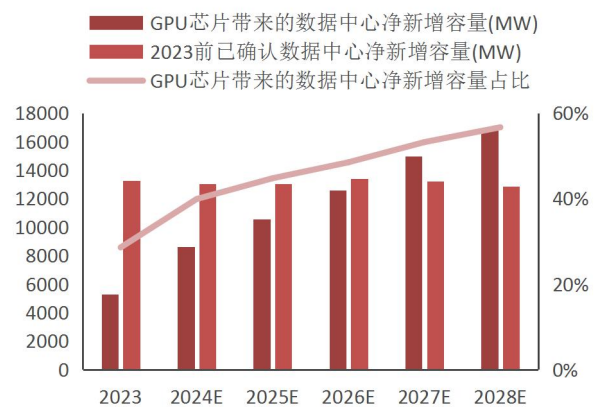
则 2028 年 GPU 芯片带来的数据中心净新增容量也将接近 17GW。

图 3：Semianalysis 对全球数据中心能耗结构的观点



资料来源：SemiAnalysis, 山西证券研究所

图 4：S&P Global 对全球数据中心能耗结构的观点



资料来源：CDCC, S&P, 山西证券研究所

1.2 液冷具有综合 OPEX 优势，或加速在数据中心渗透

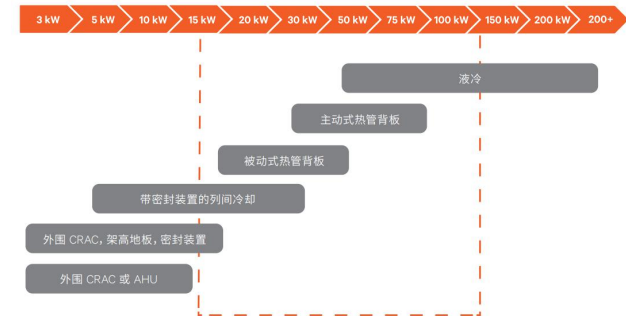
芯片 TDP 和机柜容量持续提升,传统风冷需要向液冷过渡。根据 S&P Global 数据,当 TDP 达 200-300W 时,散热系统需要特殊的气流管理、更大的散热片以及更高的风扇体积和转速;当 TDP 达 350-400W 时,风冷服务器散热逐渐接近极限,导热系数更高的液冷将成为必然选择。NVIDIA 新一代 B100 功耗可能超过 1000W,意味 AI 算力所需机柜功率更高,根据《2021-2022 年度中国数据中心基础设施产品市场总报告》和立鼎产业研究网数据,我国约 90%以上的机柜功率密度在 15kW 以下,但未来主流机柜功率预计会 25kW-50kW/柜,甚至更高。而液冷技术以其低 PUE (冷板式液冷 PUE<1.2、浸没式液冷技术 PUE<1.1,节能 20%-30%以上)、满足高密度部署(降低占地和建设成本)、服务器运行更加安全可靠(CPU 温度低至 65℃ 以下)、全年全地域适用等优势,有望解决能耗和散热发展瓶颈。

图 5：水的比热更大，液冷能有效散热

介质类型	比热 (J/kgK)	体积/kg	焦耳/升
水 (仅供参考)	4182	1L	4182
碳氢化合物	2300	1.24L	1854.8
碳氟化合物	1300	0.71L	1831.0
气体	1000	773.46L	1.3

资料来源：《维谛技术数据中心液冷解决方案白皮书》，山西证券研究所

图 6：当机柜密度大于 20kw 时需要采用液冷散热



资料来源：《维谛技术数据中心液冷解决方案白皮书》，山西证券研究所

驱动液冷规模应用关键是 TCO (全生命周期成本)，当下冷板式液冷综合 OPEX 已经较风冷具备优势。根据 Supermicro 数据，以 H100 为例，冷板液冷建设费用较风冷方案高约 3 万美元；由于不需要风扇，液冷条件下 GPU 服务器功耗将从 7kW 降低至 6.3kW，则液冷、风冷单机柜芯片功耗分别为 50.4kW 和 56kW，而液冷 PUE 可由风冷状态下的 1.5 将至 1.1，对应液冷、风冷单机柜总功耗分别为 55.44kW 和 84kW；假设电价为 0.12 美元/kW，则数据中心运营 3 年后，液冷方案将节省超 6 万美元。

图 7：采用芯片级冷板液冷方案整体 TCO 较风冷具备明显优势

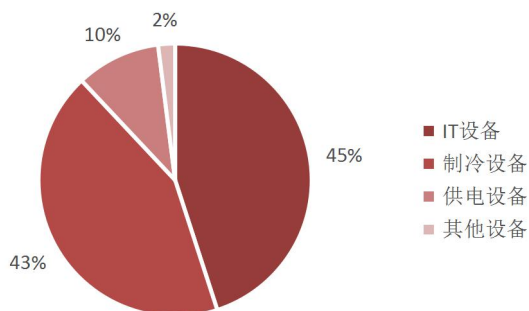
Cost Savings Example:			
	D2C Liquid Cooled	Air Cooling	Notes, Advantages
GPU Server with 2 Sockets and 8 H100 GPUs (Watts)	6300	7000	Fan power is reduced or eliminated
Number of Servers/Rack	8	8	
Power Per Rack (Watts)	50400	56000	
PUE	1.1	1.5	Lower PUE with no AC Needed
Total Power Needed Per Rack (Watts)	55440	84000	
Total kWh (1 year)	\$ 485,654	\$ 735,840	
Cost Per kW (USA Average)	\$0.12	\$0.12	
Cost For 1 Year (\$)	\$58,279	\$88,301	
Cost For 3 Years (\$)	\$174,836	\$264,902	
Cost to Implement LC	\$30,000		
3 Year Savings (per rack)	\$60,067		

资料来源：Supermicro，山西证券研究所

政府对 PUE 的监管要求不断提高，我国仍有较大下降空间。《新型数据中心发展三年行动计划（2021-2023 年）》提出，到 2023 年底，新建大型及以上数据中心 PUE 降低到 1.3 以下，严寒寒冷地区力争降低到 1.25 以内。2022 年“东数西算”一体化大数据中心建设，明确要求集群内的数据中心 PUE 在东部地区要低于 1.25，在西部地区要低于 1.2，先进示范工程降低到 1.15。目前我国大部分数据中心能耗较高，根据华为《2024 年数据中心能源十大趋势白皮书》，截至 2022 年底，全国数据中心 650 万架存量中，PUE>1.5 的占比超 50%，仍有较大下降空间。

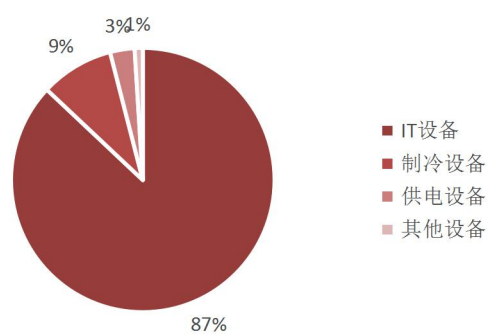
液冷是降低 PUE 的有效方式。根据《绿色节能液冷数据中心白皮书》及赛迪顾问，2019 年中国数据中心制冷耗电占比约 43%，位居第二，仅次于 IT 设备自身能耗占比（约为 45%）；而液冷可以取代大部分空调系统（压缩机）、风扇等高能耗设备，实现节能 20%-30%以上，以某液冷数据中心为例，液冷设备取代空调设备，耗能占比仅为 9%。根据《绿色数据中心白皮书 2019》，采用传统风冷的数据中心 PUE 平均在 1.6 左右，而冷板式液冷和浸没式液冷分别能将 PUE 降低到 1.3、1.2 以下。

图 8：数据中心能耗分布



资料来源：《绿色节能液冷数据中心白皮书》，赛迪顾问，山西证券研究所

图 9：某液冷数据中心能耗分布



资料来源：《绿色节能液冷数据中心白皮书》，赛迪顾问，山西证券研究所

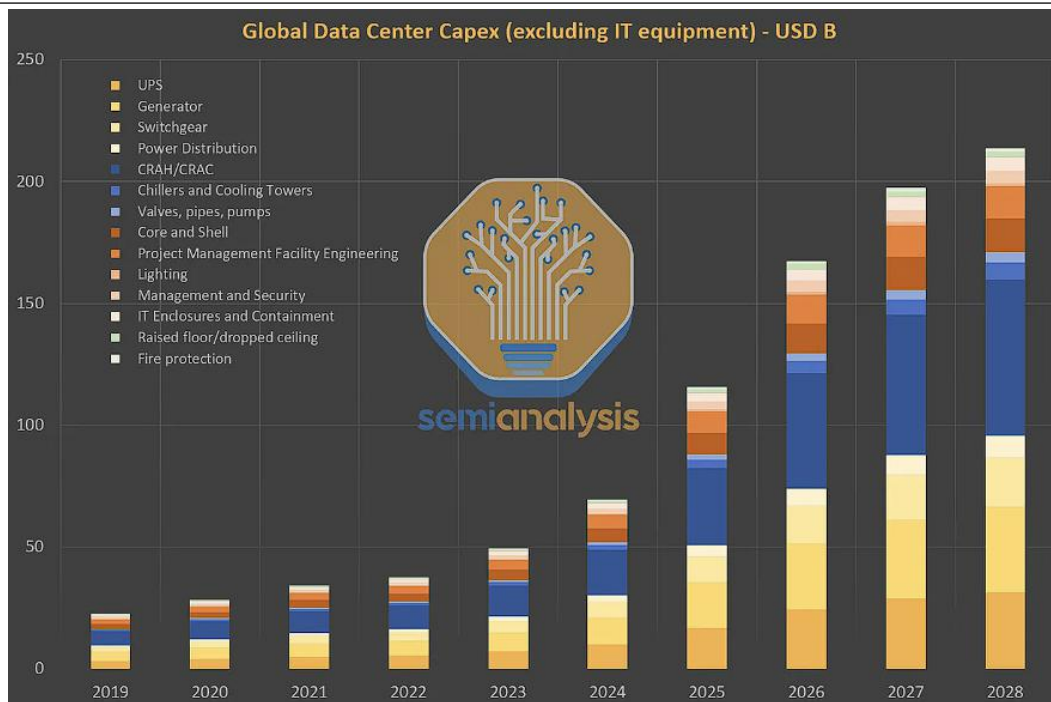
表 1：风冷、液冷对比

对比维度	对比指标	风冷	冷板式液冷	浸没式液冷
节能性	PUE（平均）	1.6	1.3 以下	1.2 以下
	数据中心总能耗单节点均摊	1	0.67	0.58
成本	数据中心总成本单节点均摊（量产后）	1	0.96	0.74
节地	功率密度（kW/ 机柜）	10	40	200
	主机房占地面积比例	1	1/4	1/20
CPU 可靠性	核温（℃）	85	65	65
机房环境	温度、湿度、洁净度、腐蚀性 气体（硫化物、盐雾）	要求高	要求高	要求低

资料来源：《绿色数据中心白皮书 2019》,曙光数创招股说明书,中国电子技术标准化研究院,山西证券研究所

液冷是数据中心基础设施投资重要组成部分，拉动数据中心热管理市场高速增长。根据 SemiAnalysis 数据，从 2023 年到 2026 年，全球数据中心资本支出（不包括服务器和网络等 IT 设备）将从 490 亿美元增长至 1670 亿美元，3 年 CAGR 达 50.5%，其中，电力系统投资占比 40-45%，对应 2026 年市场规模 670-750 亿美元，包括变压器、中压开关设备、发电机、不间断电源（UPS）、开关设备和配电；热管理系统投资占比 30%，对应 2026 年市场规模 500 亿美元，包括机房空调机组、机房空气处理器、冷水机组和冷却塔、冷却剂分配装置（CDU）等。

图 10：制冷散热设备是数据中心基础设施投资占比较大的部分



资料来源：Semianalysis，山西证券研究所

数据中心基础设施领域中，热管理市场具备快速增长的潜力。据 Dell'Oro Group 2024 年 2 月的预期测算数据，预计 2028 年数据中心热管理市场规模(风冷+液冷)将达 120 亿美元，其中液冷规模将达 35 亿美元，占热管理总计支出的近 1/3，对比目前占比仅不到 1/10，具备广阔的市场空间。

1.3 英伟达、华为、运营商等引领液冷产业快速发展

英伟达开启液冷 AI 算力时代。2024 年 3 月 19 日，英伟达在 GTC 大会发布了 Blackwell 架构的 B200 芯片，它由两个紧密耦合的芯片组成，通过 10 TB/s NV-HBI 连接，包含 2080 亿晶体管，配备 192GB HBM3E，存储带宽 8TB/s，在液冷配置下，芯片在满负荷运作时的热输出可以达到 1200W，AI 算力可达 20petaFLOPS(FP4)；

GB200 超级芯片由 2 个 B200 GPU 与 Grace CPU 通过 900GB/s 的超低功耗 NVLink 芯片间互连组成，在标准的 1750 亿参数 GPT-3 基准测试中，GB200 的性能是 H100 的 7 倍，提供的训练算力是 H100 的 4 倍，总功耗可能达 2700W；

DGX B200 配备 8 个与第五代 NVLink 互连的 Blackwell GPU，训练性能是前几代产品的 3 倍，推理性能是前几代产品的 15 倍，可以处理各种工作负载，包括大型语言模型、推荐系统和聊天机器人；

“新一代计算单元” GB200 NVL72 采用了液冷机架级解决方案，使成本和能耗降低 25 倍，以机架级设计连接 36 个 GraceCPU 和 72 个 BlackwellGPU，拥有 72 个 GPUNVLink 域，可充当单个大型 GPU，实时万亿参数 LLM 推理速度提高 30 倍。

表 2：英伟达 B200、H100、A100(80GB)对比

	B200	H100	A100(80GB)
Memory Clock	8Gbps HBM3E	5.23Gbps HBM3	3.2Gbps HBM2e
Memory Bus Width	2x 4096-bit	5120-bit	5120-bit
Memory Bandwidth	8TB/sec	3.35TB/sec	2TB/sec
VRAM	192GB (2x 96GB)	80GB	80GB
FP32 Vector	/	67 TFLOPS	19.5 TFLOPS
FP64 Vector	/	34 TFLOPS	9.7 TFLOPS
FP4 Tensor	9 PFLOPS	N/A	N/A
INT8/FP8 Tensor	4500 T(FL)OPS	1980 TOPS	624 TOPS
FP16 Tensor	2250 TFLOPS	990 TFLOPS	312 TFLOPS
TF32 Tensor	1100 TFLOPS	495 TFLOPS	156 TFLOPS
FP64 Tensor	40 TFLOPS	67 TFLOPS	19.5 TFLOPS
Interconnect	NVLink 5 (1800GB/sec)	NVLink 4 (900GB/sec)	NVLink 3 (600GB/sec)

	B200	H100	A100(80GB)
Transistor Count	208B(2x104B)	80B	54.2B
TDP	1000W	700W	400W
Manufacturing Process	TSMC 4NP	TSMC 4N	TSMC 7N
Interface	SXM	SXM5	SXM4
Architecture	Blackwell	Hopper	Ampere

资料来源：半导体行业观察，山西证券研究所

表 3：英伟达 GB200 NVL72 与 GB200 参数

	GB200 NVL72	GB200 Grace Blackwell Superchip
Configuration	36 Grace CPU : 72 Blackwell GPUs	1 Grace CPU : 2 Blackwell GPU
FP4 Tensor Core	1,440 PFLOPS	40 PFLOPS
FP8/FP6 Tensor Core	720 PFLOPS	20 PFLOPS
INT8 Tensor Core	720 POPS	20 POPS
FP16/BF16 Tensor Core	360 PFLOPS	10 PFLOPS
TF32 Tensor Core	180 PFLOPS	5 PFLOPS
FP64 Tensor Core	3,240 TFLOPS	90 TFLOPS
GPU Memory Bandwidth	Up to 13.5 TB HBM3e 576 TB/s	Up to 384 GB HBM3e 16 TB/s
NVLink Bandwidth	130TB/s	3.6TB/s
CPU Core Count	2,592 Arm® Neoverse V2 cores	72 Arm Neoverse V2 cores
CPU Memory Bandwidth	Up to 17 TB LPDDR5X Up to 18.4 TB/s	Up to 480GB LPDDR5X Up to 512 GB/s

资料来源：NVIDIA，山西证券研究所

华为昇腾 910 系列液冷版本性能提升明显，已实现 AI 计算中心全栈液冷交付。华为第四届全联接大会上发布了 Atlas900 超级计算机，由数千颗昇腾 910AI 处理器构成，总算力达到 256P~1024PFLOPS@FP16，采用了混合液冷方案，实现了超过 95%的液冷占比，并具备极致的数据中心能源效率，大幅度降低能耗和碳排放。根据华为公布的 atlas800 训练服务器风冷和液冷配置对比，液冷版本 AI 算力下限较风冷版本提升 100%。此外，华为已实现了 AI 计算中心全栈式液冷预制模块化交付，单柜支持 43KW，用电节省 60%，AI 集群 PUE<1.15。

表 4：华为 Atlas 800 训练服务器风冷、液冷对比

组件	规格	
	液冷	风冷
形态	4U 训练服务器	
AI 处理器	支持 8 路昇腾 910 AI 处理器，芯片支持直出 100G RoCE 网络接口。 每一路 AI 处理器提供 3 条 HCCS 互连链路，提供最大 90GB/s 带宽能力。	

	每个NPU 载板由 4 路 AI 处理器组成，通过 HCCS 组成一个 4P Full mesh 互联，4 路 AI 处理器间互联带宽达到双向共 60GB/s。	
AI 算力	1.76PFLOPS@FP16~2.24PFLOPS@FP16	0.88PFLOPS@FP16~2.24PFLOPS@FP16
CPU 处理器	支持 4 路鲲鹏 920 处理器	
内存	最多 32 个 DDR4 内存插槽，支持 RDIMM。 内存设计速率最大可达 3200Mb/s。 内存保护支持 ECC、SEC/DED、SDDC、Patrol scrubbing 功能。 单根内存条容量支持 16GB/32GB/64GB。	
10GE/25GE 接口卡	主板最多支持 1 张灵活 IO 卡 A，单张卡提供以下网络接口： 4 个 25G 光口/10GE 光口，支持 PXE 功能。	
100GE 接口卡	NPU 板最多支持 4 张灵活 IO 卡 B，单张卡提供以下网络接口： 2 个 100GE 光口，可支持 100G 光纤或铜缆。	
PCIe 扩展槽位	最多支持 2 个 PCIe 4.0 扩展插槽。 Riser 模组 1 支持以下 PCIe 规格： 支持 1 个全高全长的 PCIe4.0 x16 标准槽位（信号为 PCIe4.0 x8）。 支持 1 个全高半长的 PCIe4.0 x16 标准槽位（信号为 PCIe4.0 x8）。	
端口	前面板提供 2 个 USB 3.0 端口、1 个 DB15 VGA 端口。 后面板提供 2 个 USB 3.0 端口、1 个 DB15 VGA 端口、1 个 RJ45UART 串口、1 个 RJ45 系统管理端口和 4 个 RJ45 板载网口。	
系统管理	iBMC 支持 IPMI、SOL、KVM over IP 以及虚拟媒体，提供 1 个 10/100/1000Mbps 的 RJ45 管理网口。	
显卡	系统主板集成显示芯片，提供 32MB 显存，支持最高 60Hz 频率下 16M 色彩的最大分辨率是 1920x1080 像素。	

资料来源：华为，山西证券研究所

图 11：华为昇腾液冷人工智能模块化数据中心已经批量交付

某人工智能液冷计算中心，预制模块化交付，打造国家级人工智能平台

项目规模

- 采用华为液冷数据中心全栈方案建设，建设规模 50 柜，共 400 节点



项目技术优势

- 全栈液冷方案（带液冷门），100% 热量由液体带走；
- 预制模块，整机柜交付，供水、供电、网络采用盲插方案，提升交付及运维效率；
- 高密度铲齿冷板设计，免冷机，可自然冷却

场景：全液冷

- 冷却塔+CDU+管路+液冷机柜+液冷服务器等全液冷系统由单一厂家集成供应。

交付模式：L0-L4 集成交付

- L0-L4 全栈数据中心解决方案交付，涵盖预制模块化机房、一次侧和二次侧液冷管路、Atlas900、HCSC、ModelArt 等模块；

液冷方案收益

- 算力强：全栈液冷方案释放算力潜能，网络时延降低 70%，线性度 > 85%
- 能效优：用电节省 60%，单柜可支持 43KW，AI 集群 PUE 小于 1.15
- 上线快：预制模块化机房+整机柜交付，从土建到业务上线 3 个半月；

资料来源：《冷板级液冷服务器设计白皮书》，开放数据中心委员会 ODCC，山西证券研究所

电信运营商高度重视液冷技术，有望积极推动液冷技术发展。《电信运营商液冷技术白皮书》指出了电信运营商在液冷方面的三年愿景，2023年，以技术验证为主，储备规划、建设与维护等技术能力；2024年，开展规模测试，推进新建项目10%试点液冷技术；2025年，保证50%以上项目规模应用，推进形成标准统一、生态完善、成本最优、规模应用的高质量发展格局。

表 5：电信运营商未来三年规划

时间	未来规划
2023	开展技术验证，充分验证液冷技术性能，降低 PUE，储备规划、建设与维护等技术能力
2024	开展规模测试，推进液冷机柜与服务器解耦，促进竞争，推进产业生态成熟，降低全生命周期成本，新建项目 10%规模试点液冷技术
2025	50%以上项目规模应用，共同推进形成标准统一、生态完善、成本最优、规模应用的高质量发展格局

资料来源：《电信运营商液冷技术白皮书》，山西证券研究所

2 解读液冷产业链环节，冷板式液冷有望率先渗透

2.1 液冷具有冷板式、浸没式、喷淋式三种技术路线，冷板式当前最具性价比

液冷方式各有优劣，目前主流应用方式为冷板式液冷和单相浸没式液冷，我们认为冷板式液冷将成为未来主流路线。冷板式液冷需要定制，成本较高，但在可维护性、空间利用性、兼容性等方面较为优秀，由于国内冷板式液冷起步较早，具有先发优势，因此实际应用场景广泛。浸没式液冷虽然可维护性和兼容性较差，且设施需要重新安装，但在空间利用率、可循环方面表现良好，其中，两相浸没式液冷过程中冷却液会发生相变，控制相对复杂，且冷却液易受污染；单相浸没式液冷相较于两相浸没式液冷，冷却液沸点较高，能够相对简单地控制冷却液挥发流失，与 IT 设备元器件兼容性更强，无需频繁补充冷却液，因此单相浸没式相比双向浸没式应用更为广泛。喷淋式液冷需要保证冷却液按需分配，运行维护复杂，维护时易破坏服务器原有密封结构，应用生态较为局限，因此实际应用的范围有限，目前国内代表性厂家包括广东合一等。

表 6：冷板式、浸没式、喷淋式液冷技术比较

比较项目	冷板式	浸没式	喷淋式
成本	冷板要求的规格多,大多需要单独定制,成本较高	冷却液用量较多,与冷板式相比成本居中	通过改造旧式服务器和机柜,增加必须的装置,成本较小
可维护性	优秀	较差	中等
空间利用率	较高	中等	最高
兼容性	未与主板和芯片模块进行直接的接触,材料兼容性较强	直接接触,材料兼容性较差	直接接触,材料兼容性较差
安装简捷程度	不改变服务器主板原有的形态,保留现有服务器主板,安装便捷	改变服务器主板原有结构,需重新安装	不改变服务器主板原有的形态,安装便捷
可循环	采用双路环状循环对冷冻液实现二次利用,降低运营成本	通过室外冷却装置进行循环,降低运营成本	采用循环泵,实现资源的再利用,降低运营成本

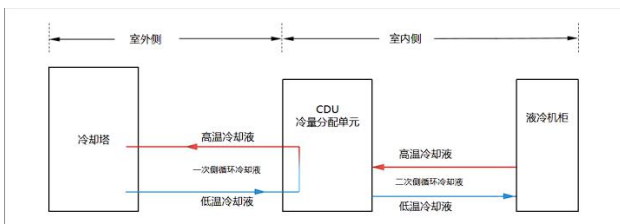
资料来源：《数据中心液冷技术发展分析》，山西证券研究所

冷板式液冷是将换热器直接贴合发热部件放置散热的技术，采用微通道强化换热手段，具有极高的散热性能，目前行业成熟度最高。冷板式液冷系统主要由冷却塔、CDU、一次侧 & 二次侧液冷管路、冷却介质、液冷机柜组成；其中液冷机柜内包含液冷板、设备内液冷管路、流体连接器、分液器等。作为非接触式液冷，冷却液并不直接接触发热设备，而是通过接触冷板运输热量，一般不需要改变数据中心机柜结构。冷板式液冷在行业内有 10 年以上的技术积累，目前在三种主流液冷方案中技术成熟度最高。

浸没式液冷是将发热设备完全浸没在冷却液体里实现散热的技术，可实现更低功耗。浸没式液冷设备结构较为简单，省去了压缩机等制冷部件，仅保留冷却液和循环泵，室外侧包含冷却塔、一次侧管网、一次侧冷却液；室内侧包含 CDU、浸没腔体、IT 设备、二次侧管网和二次侧冷却液。使用过程中 IT 设备完全浸没在二次侧冷却液中，因此二次侧循环冷却液需采用矿物油、硅油、氟化液等不导电液体。该液冷技术采用发热设备与冷却液体充分接触的方式，接触面大，换热效率高，需求的液体流速低，循环泵的功耗低，因此能够实现较低的功耗。以冷却液是否在循环散热过程中发生相变，又分为单相和两相浸没式液冷。

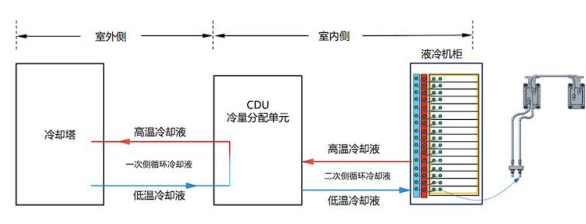
喷淋式液冷是将冷却液直接喷洒于发热器件实现控温的技术，节能效果弱于浸没式液冷，是三种路径中运行维护最复杂的系统。相较于浸没式液冷，喷淋式液冷系统更为复杂，主要由冷却塔、CDU、一次侧 & 二次侧液冷管路、冷却介质和喷淋式液冷机柜组成；其中喷淋式液冷机柜通常包含管路系统、布液系统、喷淋模块、回液系统等。

图 12：液冷系统通用架构原理图



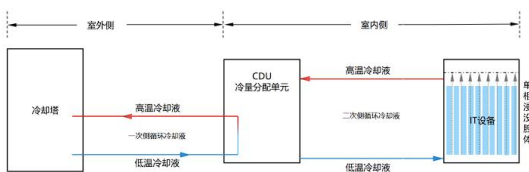
资料来源：《中兴通讯液冷技术白皮书》，山西证券研究所

图 13：冷板式液冷系统原理图



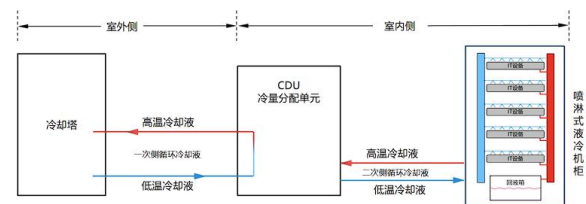
资料来源：《中兴通讯液冷技术白皮书》，山西证券研究所

图 14：单相浸没式液冷原理图



资料来源：《中兴通讯液冷技术白皮书》，山西证券研究所

图 15：喷淋式液冷原理图



资料来源：《中兴通讯液冷技术白皮书》，山西证券研究所

相较于其他液冷方式，冷板液冷具有部署&运维简单、CAPEX 低、产业链成熟等优势，我们认为冷板式将是液冷发展的重要方向。

(1) 部署运维环节：液冷会对传统数据中心尺寸、形态、重量、运维方面都提出新要求，相较于浸没式液冷，冷板式液冷对改造、部署要求较低，可行性更强。根据《冷板级液冷服务器设计白皮书》，冷板式液冷机房设备重量较浸没式可降低 68%-75%；体积方面可维持传统机房尺寸不变；且不需要独立运维空间。

(2) TCO 环节：对于 CAPEX（包括机电、土建、外电、能评）方面，由于板冷比风冷的散热效率更高，在特定功率密度下板冷的 CAPEX 已经初具优势，根据 CDCC 假设，对于 30kW 机柜的 CAPEX，风冷、板冷、单相浸没每 ITkW 的平均成本分别为 2.6、2.1、3.1 万元；对于 OPEX（包括电费、水费）方面，由于风冷用电量最高，运营成本较高，风冷、板冷、单相浸没每 ITkW/月的平均成本分别为 795、685、665 元。综合来看，风冷、板冷、单相浸没每 ITkW/月的 TCO 成本平均分别为 1229、1057、1204 元，板冷在 TCO 成本具备明显优势。

图 16：液冷给机房配套带来的变化

	现网机房	冷板式液冷	浸没式液冷	备注
设备尺寸	1200*600*2200mm	1200*600*2200mm (如含液冷门, 建议深度≤1400mm)	2650*800*1205mm	同时考虑卸货平台、电梯等
设备重量	600-800KG	1000KG-1300KG	4000KG	
机房承重	≥1000KG	≥1000KG	≥1200KG (非存储密度, ≥1000KG)	
部署形态	标准机柜 (47U)	标准机柜 (47U) / 非标机柜	箱式部署 (约 3 个标准机柜空间)	
架高地板	500-600mm	600-800mm	600-800mm	
人门坡道	非必须	≤7°		
列间空调	必须 (通道封闭)	列间空调/液冷门	不需要	
通道封闭	需要	需要/不需要	不需要	
冷却塔	无/闭式/开式	闭式	闭式	可使用隔离换板, 具体评估
一次侧冷却水	中水/自来水	软化水/纯水/去离子水	软化水/纯水/去离子水	
二次侧管道	无	需要, 不锈钢环路部署	需要, 不锈钢环路部署	
二次侧换热	列间空调/水冷门	CDU		
运维空间	无需独立运维空间	无需独立运维空间	需要配套提供运维车及运维台空间	
功率密度	5-7KW/柜	15-80KW/柜	27-100KW/Tank (高功率暂无应用案例)	

资料来源：《冷板级液冷服务器设计白皮书》，开放数据中心委员会 ODCC，山西证券研究所

图 17：风冷、冷板液冷、单相浸没式液冷 TCO 分析

假设条件			
区域	华东地区		
暖通系统	风冷模型	水冷冷水机组+精密空调	
	板冷模型	冷板液冷+间接蒸发冷却	
	浸没模型	单相浸没液冷+氟化液	
电气系统	2N UPS架构; N+1 柴发		
机柜	30kW; 服务器负载率80%;	风液比5.6	
测算对标体量	2*20MVA外电对应体量IDC		
成本测算范围	不含服务器折旧和服务器运营支出; 不含土地成本;		
财务测算参数	Irr=10%; 机电折旧10年; 土建折旧30年; 12个月线性上架;		
	风冷 (元/ITkW/月)	板冷 (元/ITkW/月)	单相浸没 (元/ITkW/月)
CAPEX	417~451	358~386	496~581
OPEX	780~810	670~700	650~680
TCO	1197~1261	1028~1086	1146~1261

资料来源：CDCC，北京奕信通科技有限公司，山西证券研究所

我们预计，到 2028 年，冷板、浸没式液冷数据中心市场空间有望达 900 亿元。我们预计 2028 年全球服务器 CPU 出货量将超 3600 万片，对应单芯片服务器平均功耗约 290w，冷板、浸没式液冷渗透率分别将增长至 25%、6%；全球服务器 GPU 出货量将接近 1500 万片，对应单芯片服务器平均功耗约 1800w，冷板、浸没式液冷渗透率分别将增长至 55%、6%；冷板、浸没式液冷单 kW 投资额分别下降至 3400、9600 元左右，则 2028 年 CPU 服务器冷板、浸没式液冷市场空间分别约 135、95 亿元，AI 服务器冷板、浸没式液冷市场空间分别超 500、160 亿元。

表 7：全球数据中心服务器液冷市场规模测算

	2023	2024e	2025e	2026e	2027e	2028e
全球 CPU 出货量 (万片)	2811	2964	3123	3279	3443	3615
CPU 平均功率 (w)	180	198	218	240	264	290
CPU 服务器对应单芯片平均功率 (w)	270	297	327	359	395	435
冷板液冷渗透率	10%	13%	16%	19%	22%	25%
冷板液冷单 KW 投资 (元/kW)	4000	3880	3764	3651	3541	3435
CPU 冷板液冷市场规模 (亿元)	30	44	61	82	106	135
浸没液冷渗透率	1%	1%	2%	3%	4%	6%
浸没液冷单 KW 投资 (元/kW)	11818	11345	10891	10456	10038	9636
浸没液冷市场规模 (亿元)	7	13	22	39	60	95
全球 GPU/AIDSA 出货量 (万片)	549	685	914	1214	1351	1486
GPU/AIDSA 平均功率 (w)	700	752	807	867	931	1000

	2023	2024e	2025e	2026e	2027e	2028e
GPU 服务器对应单芯片平均功率(w)	1260	1353	1453	1561	1676	1800
冷板液冷渗透率	25%	30%	40%	45%	50%	55%
冷板液冷单 kw 投资 (元/kW)	4000	3880	3764	3651	3541	3435
AI 冷板液冷市场规模 (亿元)	69	108	200	311	401	506
浸没液冷渗透率	1%	1%	2%	3%	4%	6%
浸没液冷单 kw 投资 (元/kW)	11818	11345	10891	10456	10038	9636
AI 浸没液冷市场规模 (亿元)	7	14	29	63	100	161
冷板液冷整体市场规模	100	152	261	393	507	641
浸没液冷整体市场规模	14	27	51	102	160	256

资料来源: IDC, Intel, 热设计网,《基于价值工程的数据中心液冷与风冷比较分析》, 半导体行业观察, 199IT, IT 之家, 海光信息招股说明书, TechInsights, 山西证券研究所

市场格局方面, 当前国内企业已经初步积累了一定的技术优势和先发优势, 未来有望在全球范围内继续扩大份额。对于海外企业, 冷板式液冷市场主要参与者包括 CoolIT Systems(美国)、Asetek(丹麦)、Motivair(美国)等; 浸没式液冷市场主要参与者包括 GRC(美国)、LiquidStack(美国)、Midas(美国)等。谷歌、微软、英特尔、IBM、HP 等公司也已经在液冷技术领域有所布局。国内市场, 部分企业已具备成为龙头厂商的潜力。据信通院《中国液冷数据中心发展白皮书》对于中国液冷数据中心厂商竞争力的研究, 基于产品营收、市占率、客户反馈等指标, 中科曙光、浪潮信息为市场的领导者, 华为、阿里巴巴、联想、英维克、高澜股份、维谛技术、广东合一、宁畅等紧随其后。

表 8: 液冷行业仍处在发展早期, 行业主要参与者分为三大类

分类	行业主要参与者
专业温控厂商	国内机房空调维谛技术市占率 30%左右, 佳力图、艾特网能、依米康、华为和英维克各 10%左右
布局液冷的服务器厂商	浪潮是行业龙头, 第二名为新华三, 此外超聚变和中兴通讯市场份额也在逐步提升
解决方案供应商	中石科技、双鸿科技、健策精密、富信科技等

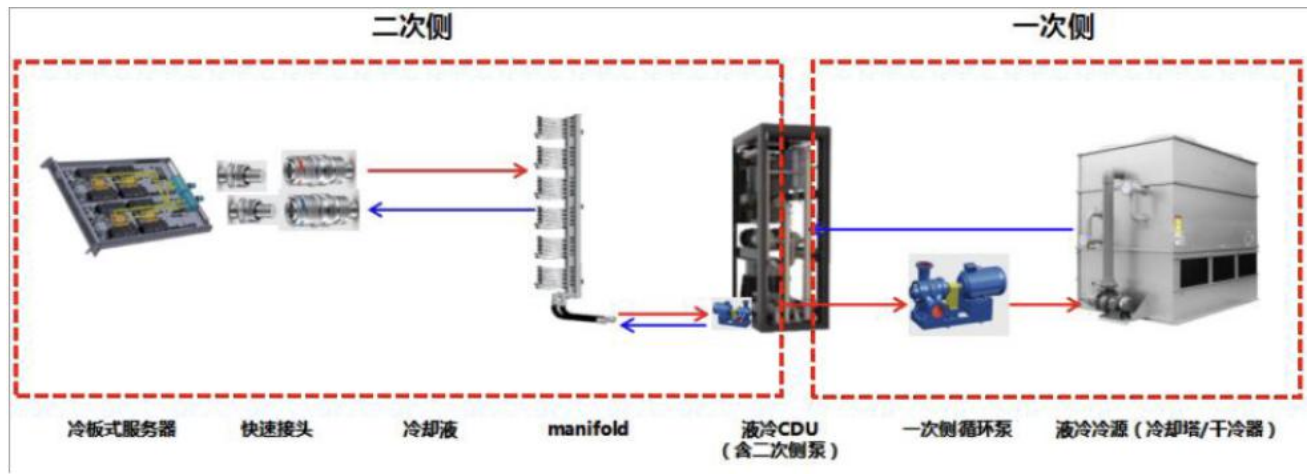
资料来源: ICTResearch, IDC, 信德迈科技, 山西证券研究所

2.2 冷板式液冷产业链环节

冷板式液冷系统包括一次侧(室外)和二次侧(室内)两部分, 一次侧指将二次侧的热量排至室外环境或其他热回收单元的环路; 二次侧指从服务器带走热量并在一次侧进行散热的环路, 两个部分通过 CDU(冷量分配单元)中的板式换热器发生间壁式换热, 工质不做混合。核心部件包括一次侧的冷却塔(用于

热交换），二次侧的液冷板（位于服务器内部）、工质回液歧管 manifold（位于机柜上）、快速接头（用于连接服务器），以及用于连接一次侧和二次侧的关键部件 CDU。

图 18：冷板式液冷系统结构

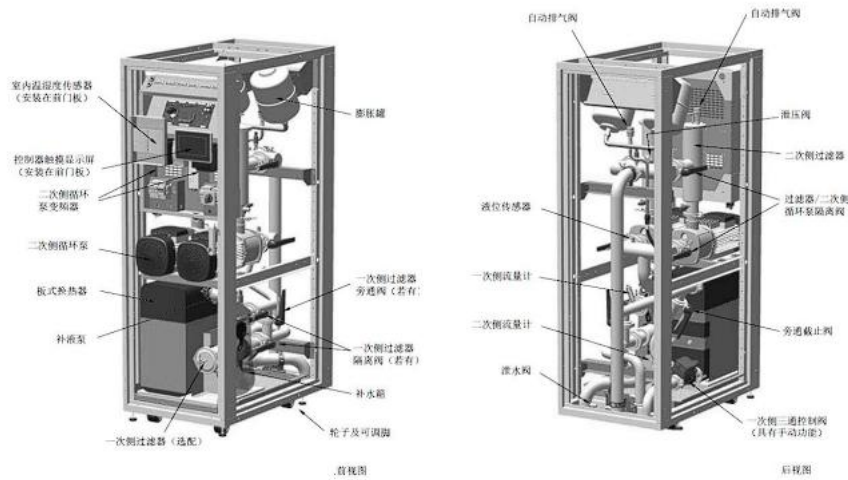


资料来源：兰洋科技，山西证券研究所

液冷板是一种高效的散热设备，它通过在板表面构建细小的水道和冷却通道，利用流体流经这些通道时，有效地将热量传递到水中，并通过水的流动带走热量，从而达到散热的目的。液冷板通常由热导率高且耐腐蚀的铜或铝制成，具有多个薄片状通道，这些通道内充满着液态介质。**设计方面**，冷板可以根据不同的需求进行结构设计优化，主要的内部流道形式包括沟槽、扣合翅片、铲齿、折叠翅片以及更复杂的微通道结构。**材料及工艺方面**，液冷板制作需要埋管工艺，通常包括浅埋管、深埋管、焊管、双面夹管工艺，一般情况是铝基板埋铜管，即将铝基板用 CNC 加工铣槽，再采用冲压机将已弯好形状的铜管压到铝基板上，再进行钎焊焊接。**主要供应商**包括英维克、高澜股份、曙光数创、飞荣达、英特科技、银轮股份等。

CDU 负责将冷却剂或水均匀地分配到整个系统中。冷却工质在 CDU 循环泵的驱动下进入冷板，在液冷板内通过强化对流换热吸收热量温度升高，高温工质通过 CDU 换热器将热量传递到一次侧冷却液，实现降温过程。CDU 可以调节及控制冷却剂的流量，以维持系统所需的温度和流速，还包括感应、监视、流量控制和去除杂质等功能。**国外供应商**包括 nVent Schroff、Emerson、Boyd、Vertiv、DCX、Nidec、Rittal、Asetek 等，**国内供应商**包括英维克、高澜股份、蓝洋科技、台达、同飞股份等。

图 19: CDU 的原理结构



资料来源：《某液冷服务器性能测试台的液冷系统设计》，山西证券研究所

工质分配单元（Manifold）是位于机柜内的非水工质分流单元，介于 CDU 与冷板之间，主要功能是向各层单板均匀分配非水冷却工质，带走电子信息设备高热流密度元件发热量。主要供应商包括英维克、高澜股份、力致、云酷智能等。

快速接头是一种包含公头和母头、且公头和母头都带流体截断功能的快速插拔接头。当公头和母头连接时，流体接通，为单板上的冷板供液；当公头和母头断开时，单板供液中断，同时流体不会泄漏到系统或者单板外。该接头为流体单板支路与 Manifold 提供了可靠连接，同时也能够支持单板在线插拔维护。主要供应商包括永和智控、诺通流体、恒大高新、康盛股份、北京动力源等公司。

2.3 浸没式液冷产业链环节

在单相浸没式液冷系统中，IT 设备所有的发热组件都完全浸没在循环的不导电的冷却液中，设备发出的热量直接传递给冷却液，通过自然对流或泵驱动，较热的冷却液会自然上浮，之后被连接到外部冷却回路的热交换器（一般用水作为冷却介质）冷却，冷却后的液体在重力的作用下自然下沉，完成循环散热。与自然对流相比，利用 CDU 驱动循环冷却液可以更精确地控制冷却液的温度和流速。单相浸没式液冷的优势主要包括：①冷却液价格相对更低，部署成本更低；②冷却液无相变，无需担心冷却液蒸发溢出或人员吸入的健康风险，更有利于维护。

在双相浸没式液冷系统中，冷却液在循环散热过程中不断经历从液态到气态，再从气态回到液态的相

变过程。IT 设备完全浸没在装有低沸点冷却液的密闭罐体中，设备发出的热量被冷却液吸收，冷却液吸热后温度升高，达到沸点后由液态相变为气态，蒸汽从液体中升起逃逸至液面上方，在液冷罐体内形成气相区。气相区的冷却液蒸汽与水冷冷凝器接触，热量被冷凝器吸收，冷却液凝结成液体以液滴的形式落回容器中再次循环，而冷凝器中被加热的冷却液则通过循环冷却水系统完成排热。双相浸没式液冷的优势是充分利用了冷却液的蒸发潜热，可以满足高功率发热元件对散热的极端要求。但相变过程的存在也使得双相浸没式液冷系统必须保持密闭，同时需要考虑气压稳定性及维护人员吸入气体的健康风险。

图 20：单相浸没式液冷系统结构

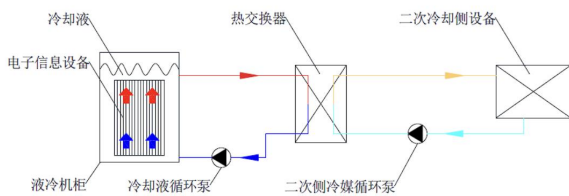
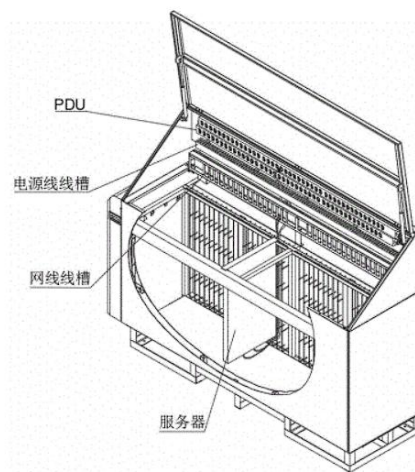


图 21：单相浸没式液冷机柜典型结构



资料来源：《单相浸没式直接液冷数据中心设计规范》，山西证券研究所

资料来源：《单相浸没式直接液冷数据中心设计规范》，山西证券研究所

浸没式液冷机柜按照形态可分为卧式机柜和异构式。卧式机柜式架构是更典型的形态；由于超算通常采用的是异构形态的服务器，因而机柜采用了定制化的异构式解决方案。**内部结构主要包括：**①**服务器设备区**（放置服务器的区域，设备产生的热量通过液冷系统进行散热）、②**液体循环管道**（液冷系统中液体循环的通道，包括进液管道、出液管道和循环管道）、③**泵浦**（用于驱动液体循环的设备，通常采用离心泵或螺杆泵等）、④**监控系统**（对液冷系统的运行状态进行实时监测和控制的设备，包括温度传感器、压力传感器和液位传感器等）、⑤**电气控制系统**（用于控制液冷系统的电气部件，包括控制柜、电源等）、维护结构（包括机柜门、观察窗和过滤网等维护设施）。

冷却介质选择的差异主要由于冷却过程的不同。**单相浸没式液冷**通常选择沸点较高的冷却液，以确保冷却液在循环散热过程中始终保持液态，氟碳化合物和碳氢化合物（例如矿物油、合成油、天然油）均可用于单相浸没式液冷。氟化液主要供应商是 3M，碳氢化合物主要供应商是 Shell。**双相浸没式液冷**的冷却

液需要合适的沸点、比较窄的沸程范围以及较高的汽化潜热，氟碳类化合物综合性能最好，主要产品包括 3M 公司生产的 Fluorinert 电子氟化液与 Novec 电子工程液。根据恒州诚思数据，2022 年全球电子氟化液收入达 9.3 亿美元，预计 2028 年将增至 11.6 亿美元。

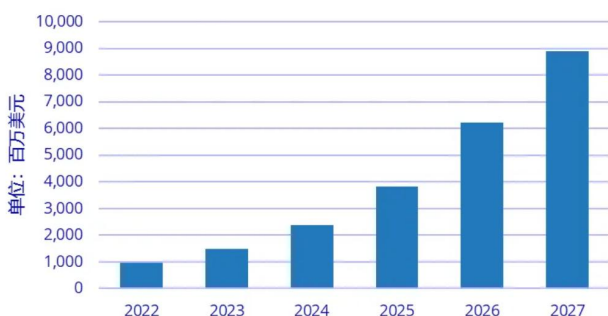
热交换器和二次冷却设备也是浸没式液冷系统中的重要组成部分。热交换器主要作用是利用液体的高热传导特性，将受热后的高温冷却液与二次冷媒进行换热，单相浸没式液冷中，经过加热的冷却液循环到热交换器，在热交换器中冷却并回到机柜中；两相浸没式液冷中，蒸汽在机柜内的热交换器上冷凝，将热量传递给在冷却用水。二次冷却设备包括冷却塔、干式冷却器、余热回收机组、制冷机组等，其中冷却塔的主要原理是以水为循环冷却剂，从一个系统中吸收热量并排放至大气中，从而降低塔内温度，循环制造冷却水的设备。

3 投资机会：国内液冷全产业链受益

3.1 服务器内市场：配套 ODM 订单形式，直接受益 IT 设备液冷渗透率提升

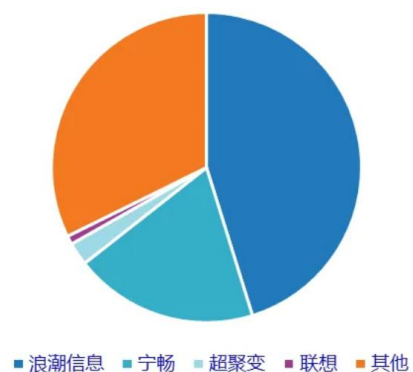
我国液冷服务器市场规模有望迎来高增，市场格局清晰稳定，CR3 达 70%。市场规模角度，根据 IDC 数据，2023H1 中国液冷服务器市场规模达 6.6 亿美元，同比+283.3%，预计 2023 年全年将达 15.1 亿美元，到 2027 年有望增至 90 亿美元，5 年 CAGR 达 54.7%。市场格局角度，我国液冷服务器格局较为集中，浪潮信息、宁畅和超聚变位于行业龙头地位，2023H1 合计市场份额达 70%。

图 22：中国液冷服务器市场快速增长



资料来源：IDC，山西证券研究所

图 23：中国液冷服务器市场份额

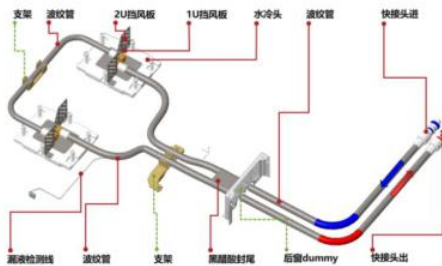


资料来源：IDC，山西证券研究所

冷板和管路是冷板液冷服务器的重要增量部件，未来有望迎来快速增长期。冷板组件通常由冷板、配套节点连接管路、扣具、转接头、液体连接器、漏液检测绳等主要零部件构成，产品结构主要由不同类别的电子信息技术设备形态决定，需要根据项目特点进行定制化设计。其中，液冷板作为直接接触服务器发热元件（CPU/GPU/DIMM 等）的关键组件，多采用铜材质，最大工作压力 $\geq 0.35\text{MPa}$ ；液冷管路作为输送冷却工质的通道，多采用耐高温耐高压 FEP 波纹管或 EPDM 材质，工作压力 $\geq 0.35\text{MPa}$ ，最大承压 $\geq 1\text{MPa}$ 。

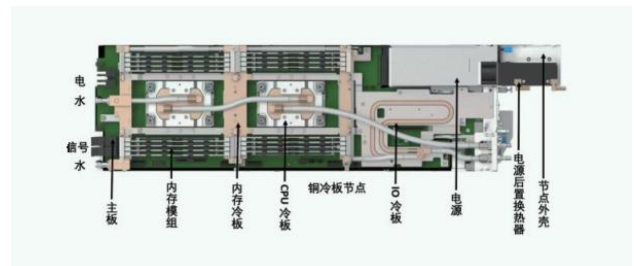
根据久谦资本数据，液冷板及其部件成本约 2000-3000 元/kW，我们以平均数 2500 元/kW 作为价值量基准，结合前文对数据中心 GPU、CPU 出货量及功率的测算，则对应 2028 年液冷板&管路的市場空间合计超过 500 亿元，5 年 CAGR 有望达 52%。

图 24：CPU 液冷模组图示



资料来源：《绿色节能液冷数据中心白皮书》，山西证券研究所

图 25：全液冷服务器节点结构



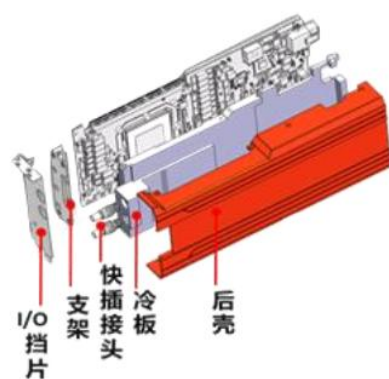
资料来源：《全液冷冷板系统参考设计及验证白皮书》，山西证券研究所

图 26：人工智能液冷服务器冷板设计方案图示



资料来源：《绿色节能液冷数据中心白皮书》，山西证券研究所

图 27：GPU 冷板模组设计示意图



资料来源：《绿色节能液冷数据中心白皮书》，山西证券研究所

投资逻辑：随着 AI 服务器市场占比增加、英伟达 B200 系列液冷的大幅增加，以及国内新建数据中心对 PUE 的要求。冷板式液冷服务器相较于浸没式液冷有望更快渗透，出货量快速增加。服务器厂商的冷板、管路通常采用 ODM 代工方式，定制性强，与主流服务器厂商有合作经验的厂商有望拿到更高比例，相关供应商订单有望快速增长，直接受益于液冷渗透率提升的线性增长。

重点关注公司：飞荣达（华为链）

公司长期深挖液冷领域，不断强化液冷散热团队，持续加大资源和设备投入。公司从 2020 年开始研发机柜级液冷系统、液冷板的吹胀和钎焊技术及用于通信基站的液冷板技术。截至 2023 年，公司已具备服务器液冷/虹吸（单相/两相）、储能液冷，新能源汽车液冷/直冷等方案、部件和模块，实现全链条可靠性和热性能测试、仿真。

通信液冷领域，公司积极配合客户需求进行研发，截至 2023 年，相关产品公司已批量交付，得到多家重要客户的认可。针对服务器散热需求，公司开发了单相液冷模组、两相液冷模组、轴流风扇及特种散热器等产品；针对通信基站的散热需求，公司开发了拥有 3D VC 技术（三维两相均温技术）产品，服务的客户包括国内外主流电信设备厂商。公司数据中心、服务器领域的客户包括华为、中兴、浪潮、宝德、新华三、超聚变、神州鲲泰等企业。

新能源液冷领域，公司有钎焊液冷板产品，可用于新能源汽车电池包箱体、通讯基站散热器壳体和智能家用电器等领域，已积累和储备的客户包括宁德时代、广汽集团、北汽集团、阳光电源等，液冷板、复合材料盖板、连接片等产品已量产交付。

风险提示：汇率波动风险；市场竞争加剧风险；应收账款余额较大的风险。

重点关注公司：科创新源（海外链）

公司超前布局液冷冷板产能储备，未来有望实现相关产品的快速放量。瑞泰克已于 2021 年建成 1 条钎焊液冷板产线和 1 条吹胀液冷板产线；2022 年，公司继续进行再融资以用于瑞泰克新建 2 条钎焊液冷板项目。未来，随着产线陆续投产，有望助力瑞泰克获取相关客户的先进供应商资质。截至 2023 年，液冷板等新能源汽车动力电池和储能系统用热管理系统产品产线已进入陆续投产阶段。

在数据中心温控领域，公司与霍尼韦尔合作，积极开发新品类。2023 年 7 月，公司与霍尼韦尔签署了《合作备忘录》，将合作开发数据中心服务器虹吸散热技术、板换液冷技术、单相/两相浸没式液冷技术。其中，截至 2023 年 7 月，公司的两款主要产品①虹吸式特种散热模组，已实现了向霍尼韦尔的小批量产品供应；②液冷板主要处于样品开发阶段。截至 2023 年 11 月，公司数据中心服务器散热相关业务已进入产能规划和产线建设阶段。

液冷相关产品壁垒较高，公司在通信领域积累了众多优质客户，同时液冷板产品定点项目增长迅速，

液冷业务有望迎来高增。液冷板产品具有定制化需求的特点，同时下游客户对产品质量、交付能力、响应速度、技术支持等因素均有较高要求，导致相关产品认证周期较长、进入壁垒较高。根据公司 2023 年半年报，截至 2023 年 8 月，瑞泰克已获得超 40 个液冷板产品的项目定点数量，相较 2023 年 4 月的近 20 个液冷板产品项目定点的数量取得了翻倍增长。客户方面，在通信业务领域，公司与华为、中兴、爱立信以及三大运营商等国内外主要厂商建立了业务合作关系，未来随着定点项目的逐步量产，有望带动公司收入快速提升。

风险提示：主要原材料价格波动风险；商誉减值风险；行业快速变化和市场竞争风险。

3.2 二次液冷设备：项目制，受益于新建 AI 数据中心和存量政策性改造

当前液冷数据中心标准化程度低，IT 侧负责服务器和液冷机柜是主要交付形式。液冷系统涉及环节较多，包括一次侧散热系统、二次侧散热系统、CDU、液冷机柜、液冷服务器的对接，根据 IT 设备侧与机房配套侧各自的交付内容，液冷服务器有三种交付模式，分别为：

模式一液冷服务器、模式二液冷服务器+液冷机柜、模式三液冷服务器+液冷机柜+CDU+二次侧管路。

由于目前液冷技术标准化程度较弱，各厂家之间缺少兼容性对接，当前运营商等大客户主要采用产品成熟度较好、配套对接内容少、交付及后期运维风险较小的模式二进行交付，主要设计产品包括服务器冷板管路、manifold、CDU，英维克典型的代表公司。我们认为如果液冷系统接口未来实现解耦标准化，模式一可能成为主流，客户会分别采购一次侧和二次侧部件。

图 28：液冷不同交付模式示意图



资料来源：《冷板级液冷服务器设计白皮书》，开放数据中心委员会 ODCC，山西证券研究所

2028 年数据中心液冷二次侧市场空间有望超 250 亿元。根据 SemiAnalysis 数据，液冷数据中心建设成本中，一次侧成本比例约为 60-70%，二次侧约为 30-40%，结合前文对数据中心液冷市场空间的测算，则对应 2028 年一次侧、二次侧的市场空间分别有望超 580、310 亿元，5 年 CAGR 有望达 51%。

投资逻辑：模式二是液冷数据中心渗透率早期的交付主流模式，有望受益于数据中心改造、新建数据中心等，主要产品涉及服务器冷板、管路以及 Manifold、接头等，主要以项目制交付。

重点关注公司：英维克

公司提供综合的数据中心温控解决方案，涵盖液冷和风冷，业务增速迅猛。风冷方面，公司提供 CyberMate 机房专用空调&实验室专用空调、iFreecooling 多联式泵循环自然冷却机组、XRow 列间空调等产品与解决方案。液冷方面，公司已推出 Coolinside 全链条液冷解决方案，相关产品包括冷源、管路连接、CDU 分配、快换接头、Manifold、冷板等已规模商用。公司会结合数据中心所处位置的气象特点，为不同气象环境提供合适的解决方案，更大程度地利用自然冷源，实现低碳制冷。2022 年，公司数据中心机房及算力设备的液冷相关收入约为 2021 年的 5 倍；储能应用的营收约 8.5 亿元，约为 2021 年的 2.5 倍。在通信机柜设备温控领域，公司赢得了华为、Eltek 等大规模主流客户的信赖。

风险提示：新业务拓展不利的风险；国家相关产业政策变动风险；商誉计提减值的风险。

重点关注公司：高澜股份

公司大力发展数据中心及新能源液冷产品，不断开拓新市场，已取得阶段性成果。公司控股子公司高澜创新科技聚焦新能源汽车热管理和 ICT 热管理，拥有冷板、浸没液冷数据中心热管理的解决方案，具备从散热架构设计、设备集成到系统调试与运维的一站式综合解决方案的能力，数据中心液冷产品可将 PUE 值控制在 1.2 以内。截至 2022 年，公司储能液冷产品、数据中心液冷产品已形成一定的产量规模。储能电池热管理方面，公司目前已有基于锂电池单柜储能液冷产品、大型储能电站液冷系统、预制舱式储能液冷产品等的技术储备和解决方案，截至 2023 年，公司相关产品逐步进入批量供货阶段。

风险提示：下游市场需求波动的风险；风电整机终端价格下降、国内直流产品竞争加剧及拓展海外市场的风险；新产品开发和新应用领域的拓展风险。

重点关注公司：申菱环境

公司数据服务空调主要应用于新基建中的 5G 建设和大数据中心建设场景，不断开拓液冷技术的应用。公司持续投入高效技术和自然冷却应用技术，不断加强在数据中心 DPC 相变冷却系统、液冷散热系统、氟泵自然冷却机组、高效蒸发冷却机组、核电核级设备、VOCs 治理装置、污泥干化设备、电化学储能热管理系统与锂电池低露点除湿机组等新产品的开发力度。公司数据中心液冷产品主要应用于冷板式和浸没式系统，实现了互联网数据中心大型液冷项目规模化的交付，累计交付规模超过 500MW（截至 2022 年）。

数据服务空调业务方面，公司背靠华为、曙光、浙江天猫、大同斯达歌（秦淮数据）、国防科技大学等大客户，长期稳健增长。公司是华为数据中心空调领域重要的数据服务空调和工程服务供应商，2021 年公司与华为的业务实现快速增长，数据服务空调营收同比+14.5%，工程服务等其他产品营收同比+126.1%，合

并华为业务营收同比+31.8%。在与华为合作的基础上，公司持续拓展运营商、互联网企业及其他数据中心领域客户。2022年，公司来自华为的业务营收同比基本持平，但互联网龙头企业订单快速增长，实现了除华为外其他数据服务业务营收同比+21.84%。

工业空调方面，公司受益于特高压及新能源的产业升级迎来快速发展。截至2022年，国内已投运的电力储能项目累计装机容量达59.4GW，同比+37%；其中新型储能当年装机规模约6.9GW，单年新增装机规模超过过去十年累计装机量5.7GW，根据中关村储能产业技术联盟《储能产业研究白皮书2022》预测，2026年中国新型储能市场规模保守场景下将达48.5GW，2022-2026年复合年均增长率53.3%；理想场景下将达79.5GW，2022-2026年复合年均增长率69.2%。2022年，公司工业板块实现营收7.03亿元，同比+31.57%。

风险提示：市场竞争加剧的风险；原材料价格上涨的风险；业绩季节性波动的风险。

3.3 数据中心基础设施整体解决方案：项目制，主要受益于新建 IDC

投资逻辑：对于模式三，涉及的主要增量是CDU、管路等。对于新建数据中心，一次侧冷却塔、冷水机组也有望实现同步集成，相关集成商有望受益。

重点关注：曙光数创

公司是液冷数据中心领域的行业龙头。公司致力于提供全链全生命周期的数据中心整体解决方案。截至2023年，在公司承建的数据中心中，液冷数据中心已累计建设超过260MW，涉及科研、能源、政府、金融、互联网等多个行业。据赛迪顾问《2023中国液冷应用市场研究报告》，2021-2023H1，公司以平均58.8%的市场份额，位列中国液冷数据中心基础设施市场部署规模第一，多年稳居行业头名。

风险提示：客户集中度较高的风险；关联交易占比较高的风险；市场开拓不及预期的风险。

图 29：公司世纪互联新建太仓国际车联网大数据产业园二期项目案例



资料来源：曙光数创公司官网，山西证券研究所

图 30：公司哔哩哔哩常熟液冷机房项目案例



资料来源：曙光数创公司官网，山西证券研究所

重点关注：中兴通讯

公司积极布局全域液冷解决方案。在服务器领域，公司全系列服务器支持液冷和异构加速，推出高密度全液冷整机柜解决方案，大幅降低数据中心能耗，同时冷板和管路可实现高可靠连接、全管路智能监控、漏液秒级告警。数据中心领域，公司推出电力模块、液冷系统等创新节能产品，PUE 可低至 1.13，截至 2023 年已在江苏、贵州等地应用。未来，公司计划构建自研产品核心竞争力，积极实践并打造滨江液冷智算中心样板点。

风险提示：知识产权风险；汇率波动的风险；客户信用风险。

重点关注：浪潮信息

浪潮信息是全球最大的云服务器供应商，2022 年公司执行“**All in 液冷**”战略。公司建成了亚洲最大的液冷数据中心研发生产基地，年产能超 10 万台，实现了业界首次冷板式液冷整机柜的大批量交付；与京东联合推出天枢（ORS3000S）液冷整机柜服务器，已在京东云数据中心实现规模化部署。

风险提示：宏观经济形势波动带来的市场风险；人力成本上升的风险；技术更新换代的创新风险。

重点关注：紫光股份

新华三在 2023 年发布“**ALL in GREEN**”战略，推出全栈液冷解决方案，实现了交换机、服务器、微模块等不同产品的改造，将液冷技术全面融入到全新的 UniServerG6 系列服务器中。公司可提供数据中心全生命周期的端到端服务，包括数据中心的规划立项到设计实施，以及验收后的运营维护，可将数据中心的 PUE 降至 1.1 以下。公司凭借在多元算力、液冷技术等方面的能力优势，成功入围 Gartner《MarketGuideforServers》全球服务器代表性厂商推荐名录。

风险提示：宏观经济环境变化风险；技术和产品研发风险；人力资源成本上升、技术人员和核心业务骨干缺乏的风险。

3.4 IDC：液冷渗透率高的 IDC 将更好享受 AI 业务增长红利

投资逻辑：液冷 IDC 的 PUE 更低，对于包电类型的 IDC 毛利率可能更高。同时具有现成液冷机柜服务能力的 IDC 更有可能拿到大型智算中心客户、大型互联网&云计算客户的托管服务订单。

重点关注公司：润泽科技

公司凭借深厚的客户信任基础建立了较强的先发优势，积累了丰富的液冷智算中心设计、研发、建设和运维经验。液冷解决方案应用和 AI 人工智能爆发带动智算需求快速增长，新增 AIDC 业务（包括液冷和智算相关业务）发展势头良好，公司预计 2023 年度营业收入 44 亿元左右，其中 AIDC 业务约 10 亿元，毛利率约 40%，占公司营收比重有望超 20%。截至 2023 年，公司交付了单机柜功率 21.5KW 起步的业内首例整栋纯液冷智算中心，该项目整体采用“智能低碳全域制冷系统”技术；新交付数据中心中，液冷及高密风冷上架速度达历史最好水平。

风险提示：国家节能政策变化的风险；业绩承诺无法实现的风险；上架率不及预期的风险。

重点关注公司：奥飞数据

公司数据中心大定制服务面向互联网头部企业，提供数据中心建设和技术服务、长期运维服务，以及资金资源整合服务，构筑全方位自主可控的数据空间。公司积极追求绿色减碳的目标，部分数据中心还配备了分布式光伏发电作为补充，随着客户液冷需求增加，公司有望在未来项目中部署相关技术。

风险提示：市场竞争加剧风险；管理人员和技术人才流失风险；网络稳定与网络安全风险。

4 风险提示

英伟达、华为等头部 AI 芯片厂商液冷散热渗透率不及预期。如果未来主要 AI 芯片厂商减缓液冷相关产品的开发进度，可能对行业散热路线的选择造成重大影响，可能相关公司业绩造成不利影响。

国内液冷数据中心改造和新建进度不及预期。如果未来国家对数据中心的能耗标准有所放宽，可能导致现存数据中心的改造以及液冷数据的新建进度放缓。

地缘政治风险导致海外液冷服务器国内配套公司市场份额下降。液冷产品与服务器的可靠性需要长期的设计过程和测试验证，如果由于宏观原因导致行业出现重大变化，可能导致相关公司市场拓展不及预期。

产能扩张过快导致冷板等价格竞争超出预期，毛利率下降。随着更多企业进入相关行业，数据中心液冷基础设施产品的竞争可能加剧，相关公司可能会发生收入波动、市场份额增长不如预期的风险。

分析师承诺：

本人已在中国证券业协会登记为证券分析师，本人承诺，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本人对证券研究报告的内容和观点负责，保证信息来源合法合规，研究方法专业审慎，分析结论具有合理依据。本报告清晰地反映本人的研究观点。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直接或间接接受到任何形式的补偿。本人承诺不利用自己的身份、地位或执业过程中所掌握的信息为自己或他人谋取私利。

投资评级的说明：

以报告发布日后的 6--12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的涨跌幅为基准。其中：A 股以沪深 300 指数为基准；新三板以三板成指或三板做市指数为基准；港股以恒生指数为基准；美股以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。

无评级：因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见的结果的重大不确定事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。（新股覆盖、新三板覆盖报告及转债报告默认无评级）

评级体系：

——公司评级

- 买入： 预计涨幅领先相对基准指数 15%以上；
- 增持： 预计涨幅领先相对基准指数介于 5%-15%之间；
- 中性： 预计涨幅领先相对基准指数介于-5%-5%之间；
- 减持： 预计涨幅落后相对基准指数介于-5%- -15%之间；
- 卖出： 预计涨幅落后相对基准指数-15%以上。

——行业评级

- 领先大市： 预计涨幅超越相对基准指数 10%以上；
- 同步大市： 预计涨幅相对基准指数介于-10%-10%之间；
- 落后大市： 预计涨幅落后相对基准指数-10%以上。

——风险评级

- A： 预计波动率小于等于相对基准指数；
- B： 预计波动率大于相对基准指数。

免责声明：

山西证券股份有限公司(以下简称“公司”)具备证券投资咨询业务资格。本报告是基于公司认为可靠的已公开信息，但公司不保证该等信息的准确性和完整性。入市有风险，投资需谨慎。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，公司不对任何人因使用本报告中的任何内容引致的损失负任何责任。本报告所载的资料、意见及推测仅反映发布当日的判断。在不同时期，公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。公司或其关联机构在法律许可的情况下可能持有或交易本报告中提到的上市公司发行的证券或投资标的，还可能为或争取为这些公司提供投资银行或财务顾问服务。客户应当考虑到公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突。公司在知晓范围内履行披露义务。本报告版权归公司所有。公司对本报告保留一切权利。未经公司事先书面授权，本报告的任一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，或以任何侵犯公司版权的其他方式使用。否则，公司将保留随时追究其法律责任的权利。

依据《发布证券研究报告执业规范》规定特此声明，禁止公司员工将公司证券研究报告私自提供给未经公司授权的任何媒体或机构；禁止任何媒体或机构未经授权私自刊载或转发公司证券研究报告。刊载或转发公司证券研究报告的授权必须通过签署协议约定，且明确由被授权机构承担相关刊载或者转发责任。

依据《发布证券研究报告执业规范》规定特此提示公司证券研究业务客户不得将公司证券研究报告转发给他人，提示公司证券研究业务客户及公众投资者慎重使用公众媒体刊载的证券研究报告。

依据《证券期货经营机构及其工作人员廉洁从业规定》和《证券经营机构及其工作人员廉洁从业实施细则》规定特此告知公司证券研究业务客户遵守廉洁从业规定。

山西证券研究所：

上海

上海市浦东新区滨江大道 5159 号陆家嘴滨江中心 N5 座 3 楼

太原

太原市府西街 69 号国贸中心 A 座 28 层
电话：0351-8686981
<http://www.i618.com.cn>

深圳

广东省深圳市福田区林创路新一代产业园 5 栋 17 层

北京

北京市丰台区金泽西路 2 号院 1 号楼丽泽平安金融中心 A 座 25 层

