

AI算力持续迭代升级，液冷加速渗透行业高景气

证券分析师：朱洁羽

执业证书编号：S0600520090004 联系邮箱：zhujieyu@dwzq.com.cn

二零二五年八月十五日

- **液冷具备低能耗、高散热、低TCO等优势，冷板式液冷占据主流**：相比传统风冷，液冷具备多重优势：1) 低能耗：液冷散热技术传热路径短、换热效率高、制冷能效高，液冷技术在2MW机房场景下超越风冷，能耗降低70%+。2) 高散热：液冷常用介质的载热能力、导热能力和强化对流换热系数均远大于空气，可直接将设备大部分热源热量通过循环介质带走。液冷通过有效降低芯片温度，减少PUE至1.2以下，而风冷的PUE值一般为1.5-1.8。3) 低TCO：液冷系统TCO优势显著，通过减少机柜数量与占地面积实现长期成本节约。
- **AI驱动液冷需求放量、英伟达全面转向液冷，预计2032年全球液冷规模超190亿美元。算力带动TDP增长**：全球AI发展推动算力需求提升，预计2030年全球算力规模超16ZFlops，CAGR超50%，算力飞速增长带来TDP迅速增加，当TDP超350W需逐步转向液冷。因此芯片TDP的增长促使向液冷加速转变。**数据中心PUE相关政策相继出台，监管逐步趋严推动液冷发展**。政策明确要求到2025年全国新建大型、超大型数据中心平均电能利用效率降到1.3以下，国家枢纽节点进一步降到1.25以下，绿色低碳等级达到4A级以上；在国家严格的PUE考核标准下，风冷系统已无法满足需求，液冷技术可以将PUE指标降至1.2以下，满足当前国家政策对绿色数据中心的要求，达到减低耗能的目标。**国内运营商加大液冷建设，大厂加大资本开支，海外龙头英伟达全面转向液冷**。电信运营商提出液冷三年愿景，2025年50%项目采用液冷方案，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。同时国内阿里字节腾讯等大厂均加大资本开支，2025年均有望超千亿人民币，此外，英伟达GB300开始转向全面液冷，充分带动液冷市场需求起量。
- **投资建议**：随国内大厂及运营商加大资本开支推进AI及液冷建设，同时英伟达全面转向液冷，液冷市场逐步起量爆发，市场空间广阔，推荐布局液冷散热器、冷板及不锈钢管路的**方盛股份**、布局液冷软管的**利通科技**，建议关注曙光数创。
- **风险提示**：1) 下游需求不及预期；2) 行业竞争加剧。



- 1.液冷优势明显，冷板式占据主流
- 2. AI驱动液冷需求放量、英伟达全面转向液冷
- 3. 产业链及标的推荐
- 4.风险提示

PART1 液冷优势明显，冷板式占据主流

- 风冷：利用空气作为冷媒，将服务器等设备产生的热量传递给散热器模块，再通过风扇或空调制冷等方式将热量散发到周围环境中。1) 压缩机吸入蒸发制冷后的低温低压制冷剂气体后，压缩成高温高压气体送入冷凝器；2) 高温高压气体经冷凝器冷却后，使气体冷凝变为常温高压液体；3) 常温高压液体流入热力膨胀阀形成低温低压湿蒸汽，后再经过冷却后回到压缩机形成循环。
- 液冷：使用液体取代空气作为冷媒，为发热部件进行换热，带走热量的技术。根据接触方式的不同，可以将液冷分为直接接触和间接接触两种，直接接触是将电池包放置于冷却液中，这种方式易发生泄漏，危险性较高，所以一般采用间接接触的方式，即冷却液流经液冷板，液冷板与电池包直接接触换热，从而控制电池的温度。

表 风冷液冷对比

		风冷	液冷
换热介质		空气	冷却液
温控能力		散热效果一般，风冷散热效果受环境温度、空气流通性等因素影响，特别是在极端气候如风沙、高湿度等条件下，其散热效果会减弱。	散热能力高，液体的热传导效率和比热容远高于空气，因此液冷散热系统能够更有效地从热源吸收热量，并将其散发到外部环境中。实现更精确的温度控制。
节地	功率密度 (kW/ 机柜)	10	40+
	主机房占地面积比例	1	<1/4
节能性 (平均PUE)		1.6	1.2以下
噪音		高	低

液冷具备低能耗、高散热、低TCO等优势

- **低能耗**：液冷散热技术传热路径短、换热效率高、制冷能效高。液冷技术在2MW机房场景下全面超越风冷，能耗降低70%+，功率密度从风冷的15 KW/RACK提升至浸没式液冷的135 KW/RACK。
- **高散热**：液冷系统常用介质的载热能力、导热能力和强化对流换热系数均远大于空气，可直接将设备大部分热源热量通过循环介质带走。液冷通过有效降低芯片温度，减少PUE至1.2以下，而风冷的PUE值一般为1.5-1.8。
- **低TCO**：液冷系统TCO优势显著，通过减少机柜数量与占地面积实现长期成本节约。同时，液冷无需频繁更换空调滤网，且部分浸没式液冷方案可实现10年免维护，降低人工成本和停机损失。

图 液冷同比风冷散热能力 (2MW机房)

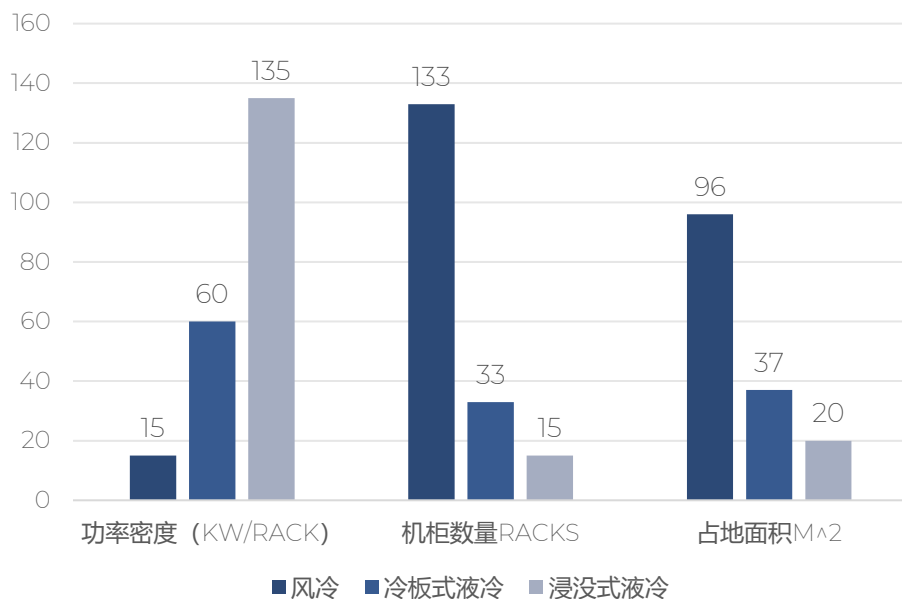
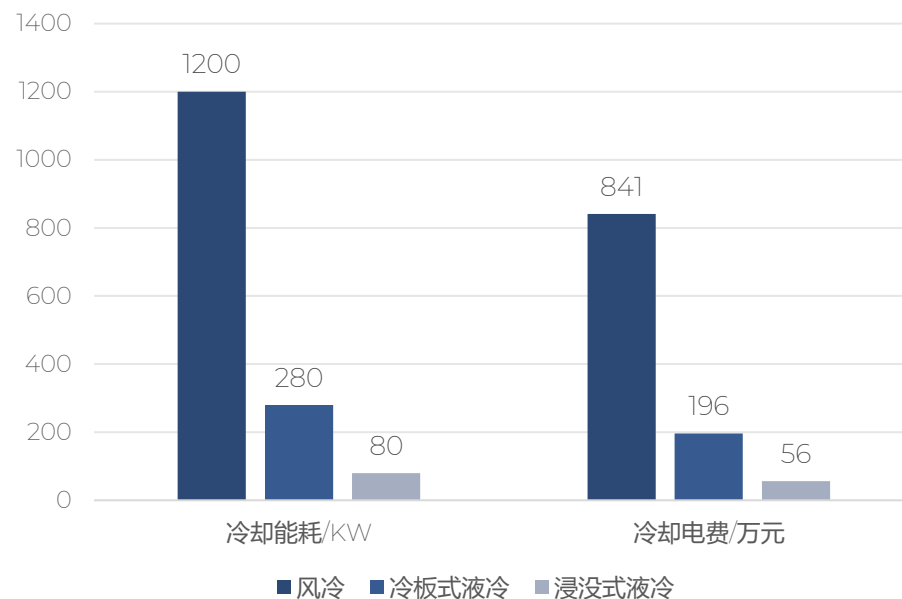


图 液冷同比风冷每年收益 (2MW机房)



- 液冷架构由多个部分组成，可以描述为三个部分：热捕获，热交换，冷源。
- 热交换主要通过CDU即冷量分配单元来实现。作为连接一次侧和二次侧的“桥梁”，CDU中包含热交换模块、泵模块、过滤模块、补液模块、监测模块、控制模块等。
- 冷源共有三类：自然冷却系统、机械冷却系统（带自然冷）、原有精密空调自然冷却系统。
- 热捕获指的是使用液体从IT组件中带走热量。根据热捕获的方式不同，液冷可以分为多种形式，当前主流的技术方案有三种：冷板式、浸没式、喷淋式。

图 液冷通用架构

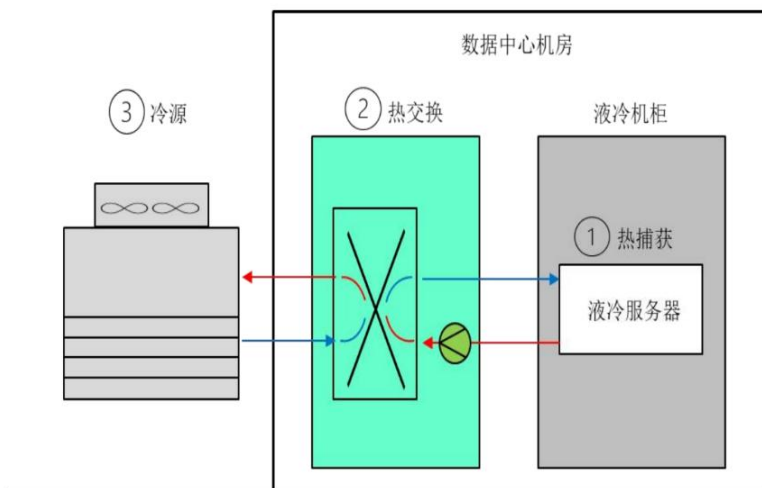
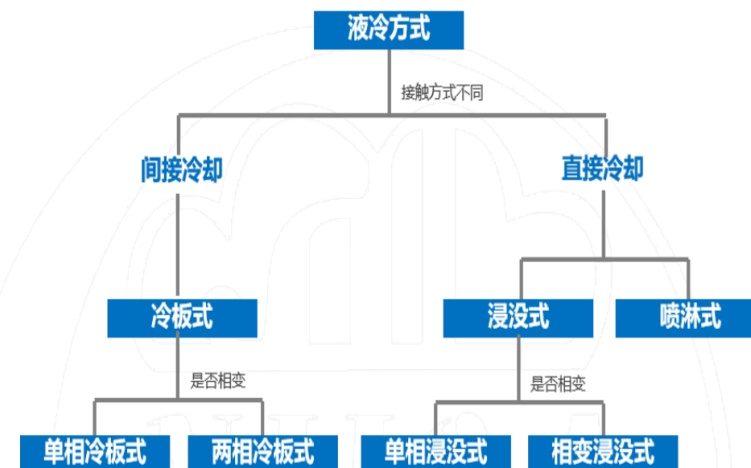


图 液冷分类



- **冷板式液冷是指利用工作流体作为中间热量传输的媒介,将热量由热区传递到远端后再进行冷却。**冷板式液冷的冷却液不与IT发热元件直接接触,而是通过安装在发热元件上的冷板(通常为铜铝等导热金属构成的封闭腔体)将热量带走,这种散热形式也称为非接触式液冷。
- **根据冷却液在冷板中是否发生相变,冷板式液冷可以单相冷板和两相冷板。**两种换热类型的制冷架构基本一致,主要区别在于二次侧冷却液不同。单相冷板一般采用沸点较高的水基冷却液,换热过程不发生相变。两相冷板一般采用沸点较低的制冷剂,换热过程会发生相变。

图 冷板液冷实物图

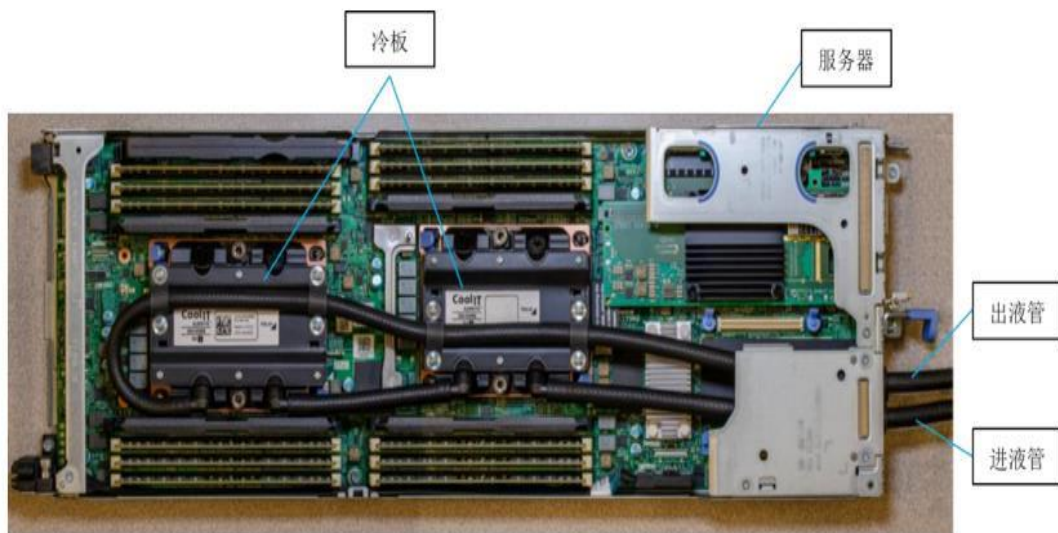
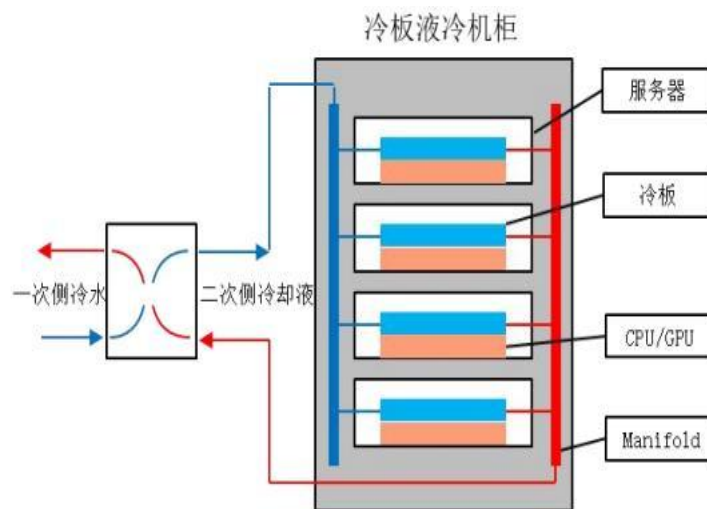


图 冷板液冷原理图



- **浸没式液冷**是将服务器内的元器件完全浸没在冷却液中，通过冷却液的循环将服务器的热量带走，这种散热形式也称为**接触式液冷**。根据冷却液在换热过程中是否相变浸没式液冷可以分为**单相浸没**与**两相浸没**。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。两相浸没将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

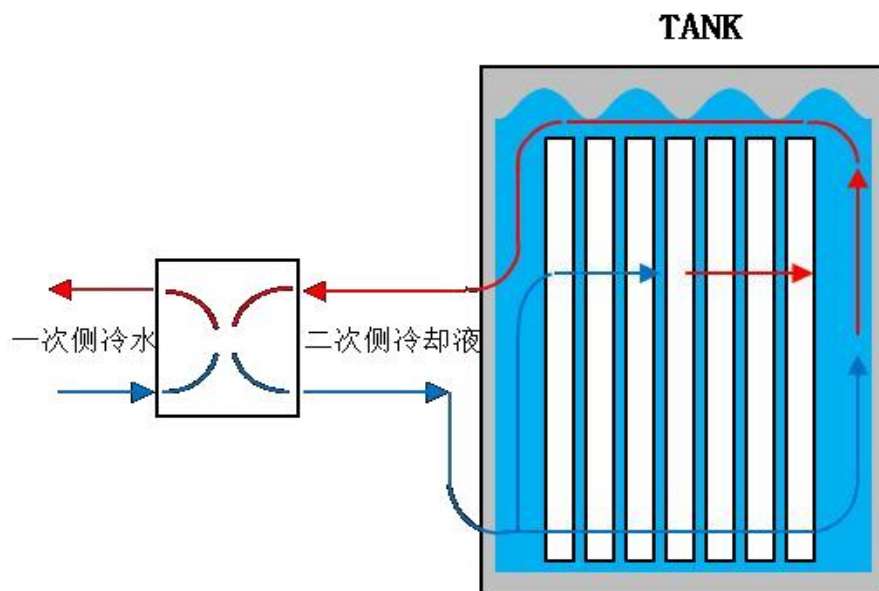
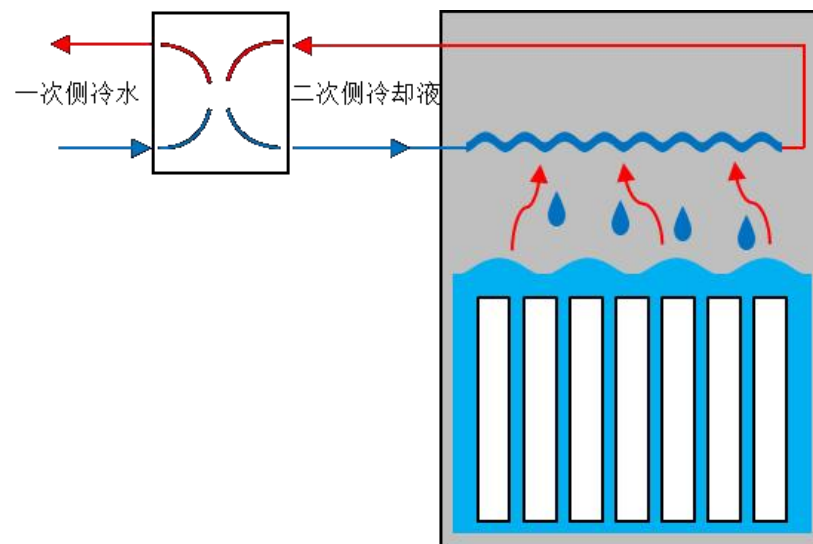


图 两相式液冷原理图



- **喷淋式液冷属于直接接触式液冷，是面向芯片级器件精准喷淋，通过重力或系统压力直接将冷却液喷洒至发热器件或与之连接的导热元件上的液冷形式。**冷却液通过布液装置直接喷淋在IT设备中的发热器件或与之相连的导热材料上完成冷却，吸收后的冷却液通过回液箱进行收集，并通过泵输送至CDU进行下一个制冷循环。

图 喷淋式液冷实物图

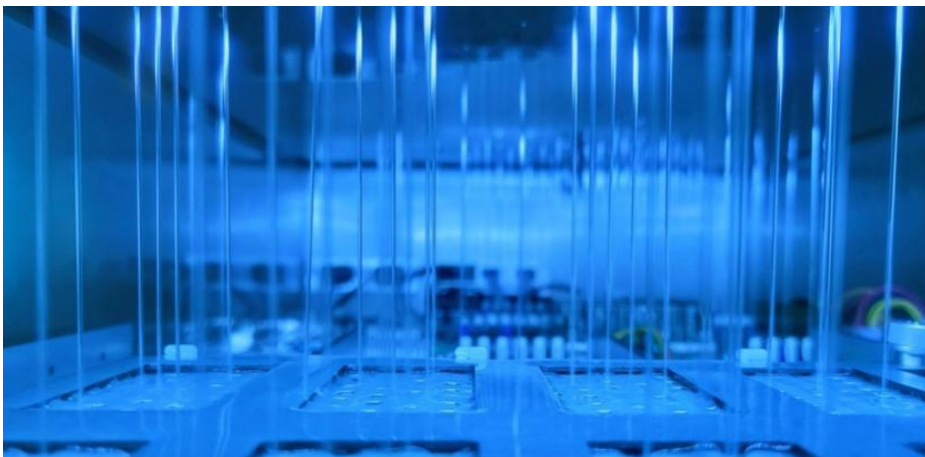
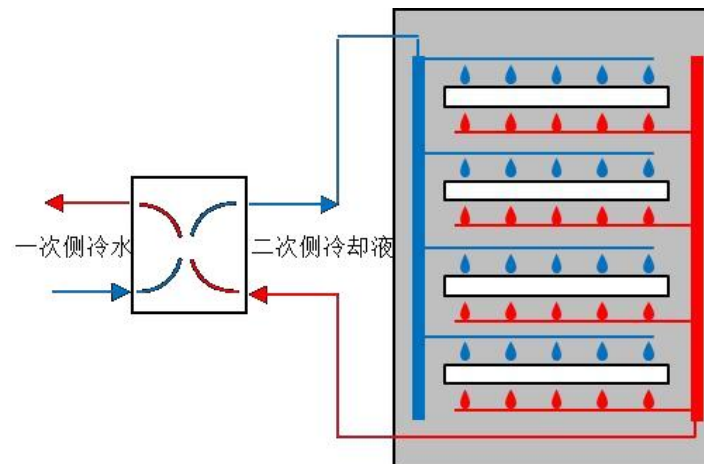


图 喷淋式液冷原理图



➤ **目前主流为冷板式液冷及单相浸没式液冷。**综合考虑在可维护性、空间利用率、建设成本、PUE及产业链成熟情况，目前市场上冷板式及单相浸没式为主流方案，其中冷板式为液冷首选，市场份额约80-90%。

	冷板式	浸没式		喷淋式
		单相浸没式	两相浸没式	
工作原理	冷板贴合器件 循环冷却液	器件全浸没显热吸收	浸没+相变潜热换热	喷淋器件表面吸热
易维护性	较易（独立设备维护）	较复杂 （需处理冷却液）	最复杂 （气液系统维护）	中高 （喷头/过滤维护）
节能效果 （PUE）	1.3-1.5	1.1-1.2	1.05-1.15	1.2-1.4
建设投资成本	最低	高	最高	中
耗水情况	中低 （依赖冷却系统类型）	低（闭式循环为主）	低	中低
产业链成熟度	成熟	逐步成熟	发展中	较低
市场份额	主流（成本均衡场景）	增长 （超算/高能效场景）	潜力大 （高效制冷需求）	初期推广

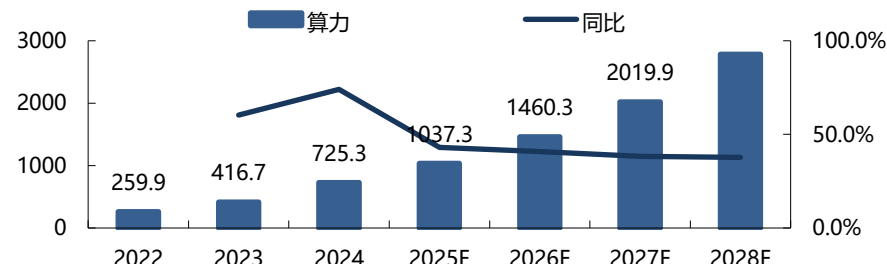
PART2 AI驱动液冷需求放量、英伟达全面转向液冷

- **全球AI发展推动算力需求提升，预计2030年全球算力规模超16ZFlops，CAGR超50%。**2023年全球计算设备算力总规模达到1397 EFlops，增速达54%，其中基础算力规模为497 EFlops，智能算力规模为875 EFlops，超算算力规模为25 EFlops。随着垂直行业模型和端侧大模型的应用和推广，预计**未来五年全球算力规模仍将以超过50%的速度增长**，至2030年全球算力将超过16ZFlops，其中智能算力占比将超过90%。
- **国内智能算力规模保持高速增长。**2024年中国智能算力规模达725.3EFLOPS，2025年将达到1037.3 EFLOPS，预计到2028年将达到2781.9 EFLOPS(基于FP16计算)。2023-2028年期间，中国智能算力规模年复合增长率达46.2%。2024年中国通用算力规模达71.5 EFLOPS，2025年将达到85.8 EFLOPS，预计到2028年通用算力规模将达到140.1EFLOPS(基于FP64计算)。2023-2028年期间，中国通用算力规模年复合增长率为18.8%。

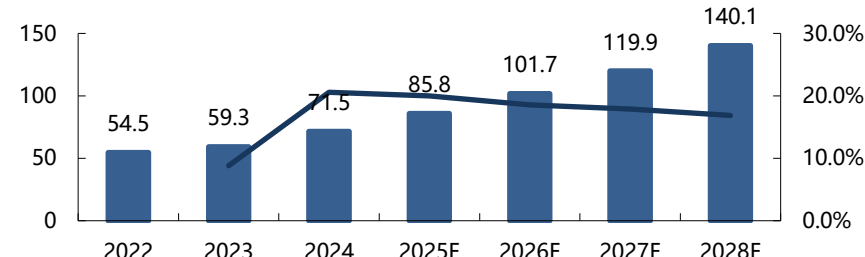
图：全球算力增长情况



图：国内智能算力规模及预测

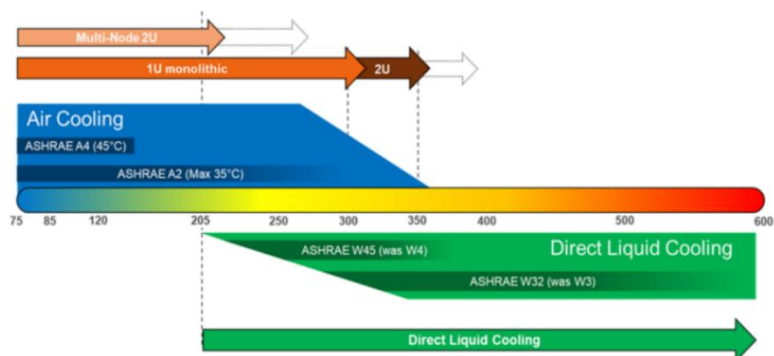


图：国内通用算力规模及预测



- 算力飞速增长带来TDP迅速增加，传统风冷逐渐无法满足需求，逐步转向液冷。随芯片性能的持续提升，其TDP也在不断上涨，以英伟达为例，其GPU的TDP从V100 SXM2 32GB的300W提升至H100 SXM 80GB 的700W，而当TDP逐步超过350W，传统风冷散热效果已无法满足需求。因此芯片TDP的增长促使散热方式从风冷向液冷加速转变。

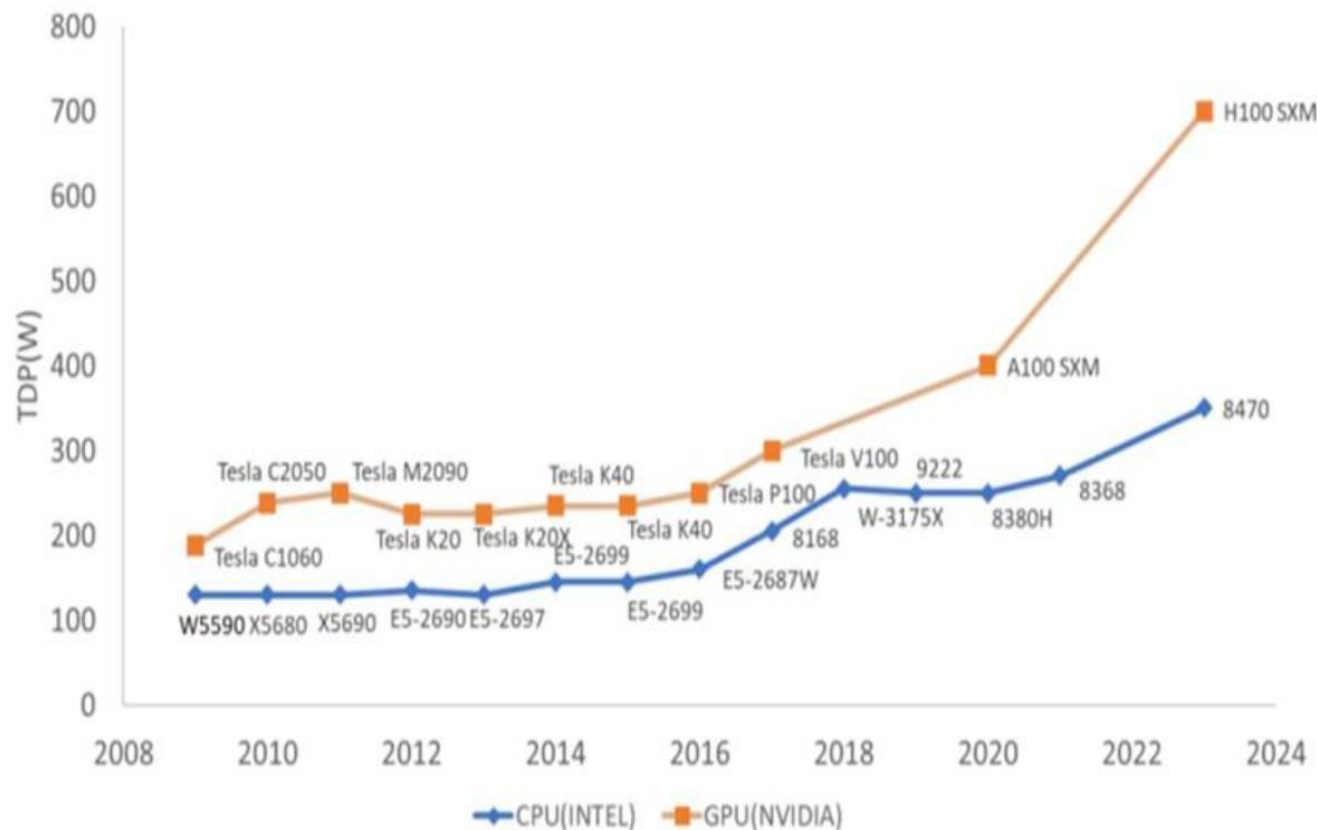
图：处理器TDP值与风冷&液冷冷却能力对比



图表：英伟达GPU性能与TDP对比情况

GPU	TDP(W)
Tesla P100	300
Tesla V100	300
A100	400
H100	700
B100/B200	800
GB200	1200
GB 300	1400

图：CPU和GPU的TDP趋势 (W)



- **数据中心PUE相关政策相继出台，监管逐步趋严。**政策明确要求到2023年底新建大型及以上数据中心PUE降低到1.3以下；到 2025 年全国新建大型、超大型数据中心平均电能利用效率降到1.3以下，国家枢纽节点进一步降到1.25以下，绿色低碳等级达到4A级以上；“东数西算”工程的10个数据中心集群与北京、上海、深圳等地也出台相关政策收紧要求。
- **液冷时代的到来势在必行。**目前，国内传统风冷数据中心PUE约为1.5，温控系统能耗占总能耗约40%，在国家严格的PUE考核标准下，风冷系统已无法满足国家政策需求，数据中心急需降低温控系统能耗以满足国家政策。从PUE指标来看，液冷技术可以将PUE指标降至1.2以下，满足当前国家政策对绿色数据中心的要求，达到减低耗能的目标。

图表：部分宏观PUE政策

政策	发布时间	重点内容
《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》	2022年1月	到2025年，全国新建大型、超大型数据中心平均PUE降至1.3以下，国家枢纽节点PUE进一步降至1.25以下。
《信息通信行业绿色低碳发展行动计划（2022-2025年）》	2022年8月	新建大型、超大型数据中心PUE降到1.3以下，改建核心机房PUE降到1.5以下。推动数据中心绿色设计、施工、采购与运营管理，提升资源利用效率。
《2024—2025年节能降碳行动方案》	2024年5月	加快数据中心节能降碳改造，推动重点用能设备更新升级，提升数据中心能源利用效率。
《数据中心绿色低碳发展专项行动计划》	2024年7月	到2025年底，全国数据中心平均PUE降至1.5以下，新建及改扩建大型和超大型数据中心PUE降至1.25以内，国家枢纽节点数据中心PUE不得高于1.2。到2030年底，全国数据中心PUE、单位算力能效和碳效达到国际先进水平。

图表：部分地方PUE政策

地方	政策	发布时间	重点内容
北京	《北京市数据中心绿色低碳改造行动计划》	2024年11月	自2026年起，对PUE值高于1.35的数据中心征收差别电价，并对PUE值不高于1.35的数据中心进行公示。对存量数据中心实施节能、节水、降碳改造以及新能源和可再生能源利用等绿色低碳项目给予资金奖励。
	上海市地方标准《数据中心能源消耗限额》	2021年4月	新建数据中心PUE值不超过1.3。在用数据中心PUE值不超过1.7。改建后的数据中心PUE值不超过1.4。
上海	《上海市工业和通信业节能降碳“百一”行动计划（2022-2025）》	2022年6月	新建数据中心PUE值严格控制在1.3以下。推进PUE大于1.7、单体规模不超过800架、连续投产时间10年以上的小老散旧数据中心关停并转。
	《上海市智能算力基础设施高质量发展“算力浦江”智算行动方案（2024-2025年）》	2024年3月	到2025年，新建智算中心PUE值达到1.25以下。存量智算中心改造后PUE力争达到1.3以下。

- **PUE的计算方法为数据中心的总耗电量比上IT设备的耗电量，数值越接近1，表明数据中心的能效越高。** $PUE = \text{数据中心总能耗} / \text{IT设备能耗}$ 。根据赛迪顾问统计数据显示，2019年中国数据中心主要设备能耗占比中（传统风冷），制冷耗电占比（约为43%）位居第二，仅次于IT设备自身能耗占比（约为45%）。采用液冷可以大幅降低数据中心能耗，提高PUE。液冷方式省去大部分风扇及空调系统能耗，相比传统风冷机房节能20%-30%以上，冷板式液冷 PUE低至1.2以下、浸没式液冷PUE低至1.1以下。

图 风冷&液冷数据中心能耗分布

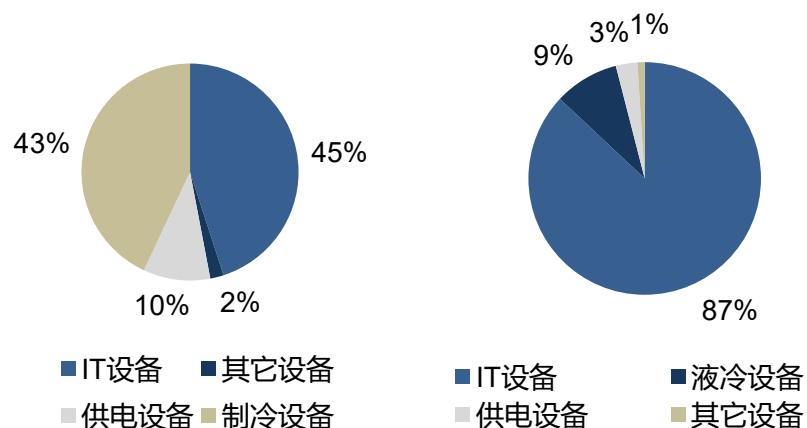
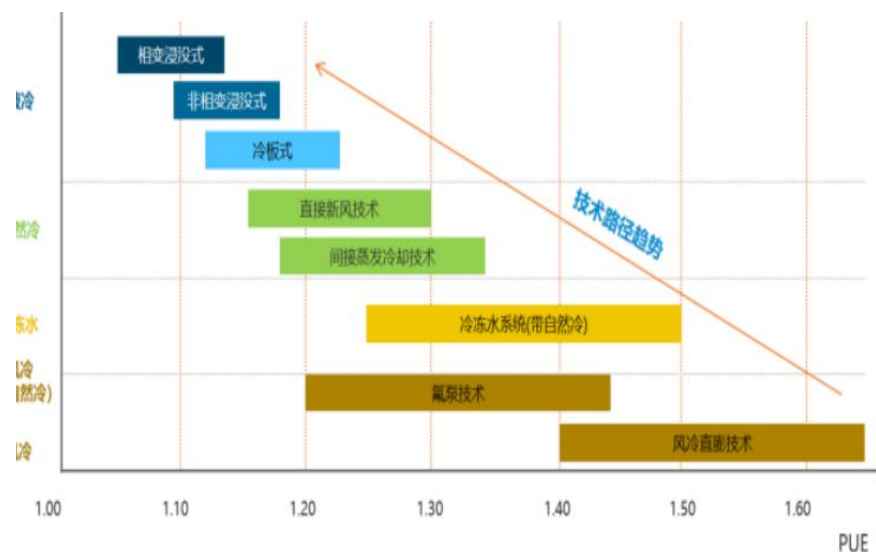


图 数据中心制冷技术对应 PUE 值范围



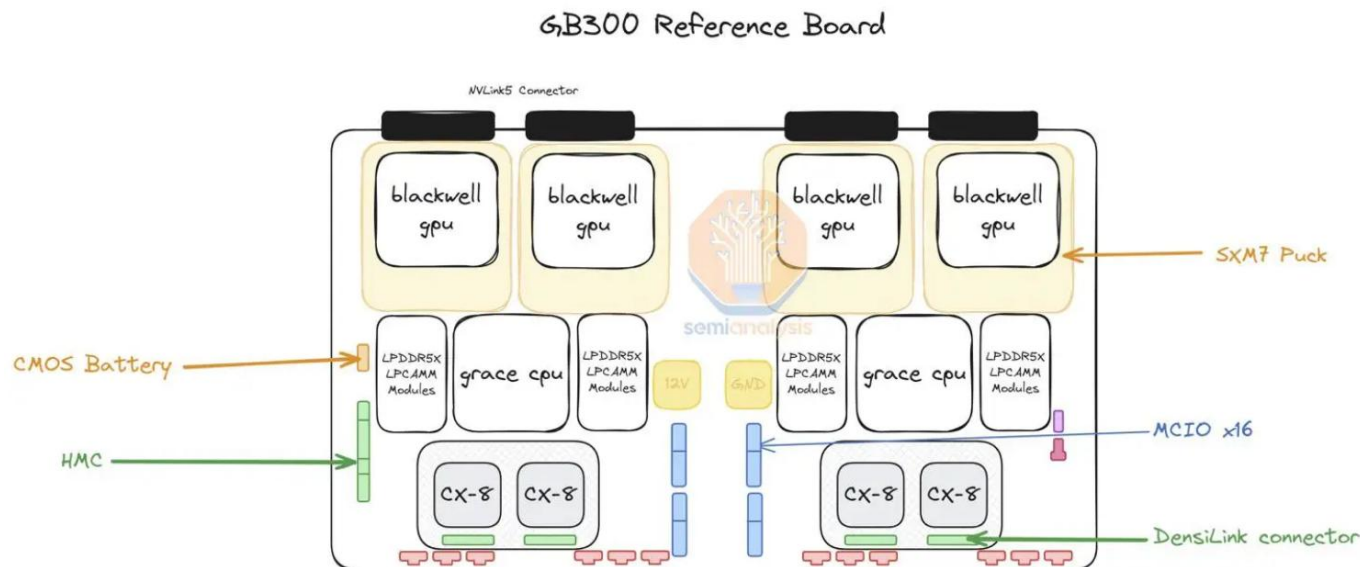
- **电信运营商提出液冷三年愿景，2025年50%项目采用液冷方案，同时国内大厂逐步加大资本开支。**《电信运营商液冷技术白皮书》指出了电信运营商在液冷方面的三年愿景，2023年，开展技术验证，充分验证液冷技术性能，储备规划、建设与维护等技术能力；2024年，开展规模测试，新建项目10%试点液冷技术；2025年，保证50%以上项目规模应用，推进形成标准统一、生态完善、成本最优、规模应用的高质量发展格局。同时国内大厂阿里字节腾讯等纷纷加大资本开支推进AI相关建设，年度资本开支均有望超千亿元人民币，将充分拉动液冷需求提升。

图 电信运营商三年愿景



- 英伟达在2025 GTC AI大会上发布了新一代数据中心GPU GB300，相比上一代GB200的120kW，热设计功耗提高到140kW，已经超过一般服务器与气冷散热极限，只有液冷方案才能有效解决散热问题。
- **GB200初期以风冷为主，GB300则全面采用液冷，并在组件上全面转向液冷。**相比GB200，GB300的主要变化集中在内部冷板(coldplate)的设计上，而其他组件如manifold、CDU以及cartridge等均沿用GB200的原有设计，无需额外调整。目前switchtray大部分采用风冷方案，仅主芯片使用液冷，未来将转向液冷，包括前端transceiver连接器也将采用液冷设计。
- **GB300从原来GB200的大面积冷板覆盖设计，转为每个GPU芯片配备独立的“一进一出”液冷板，增加了冷却硬件用量。**以NVL72系统为例，单个计算托盘（compute tray）的快接头数量从GB200的6对激增至14对，系统总量从126对翻倍至252对。

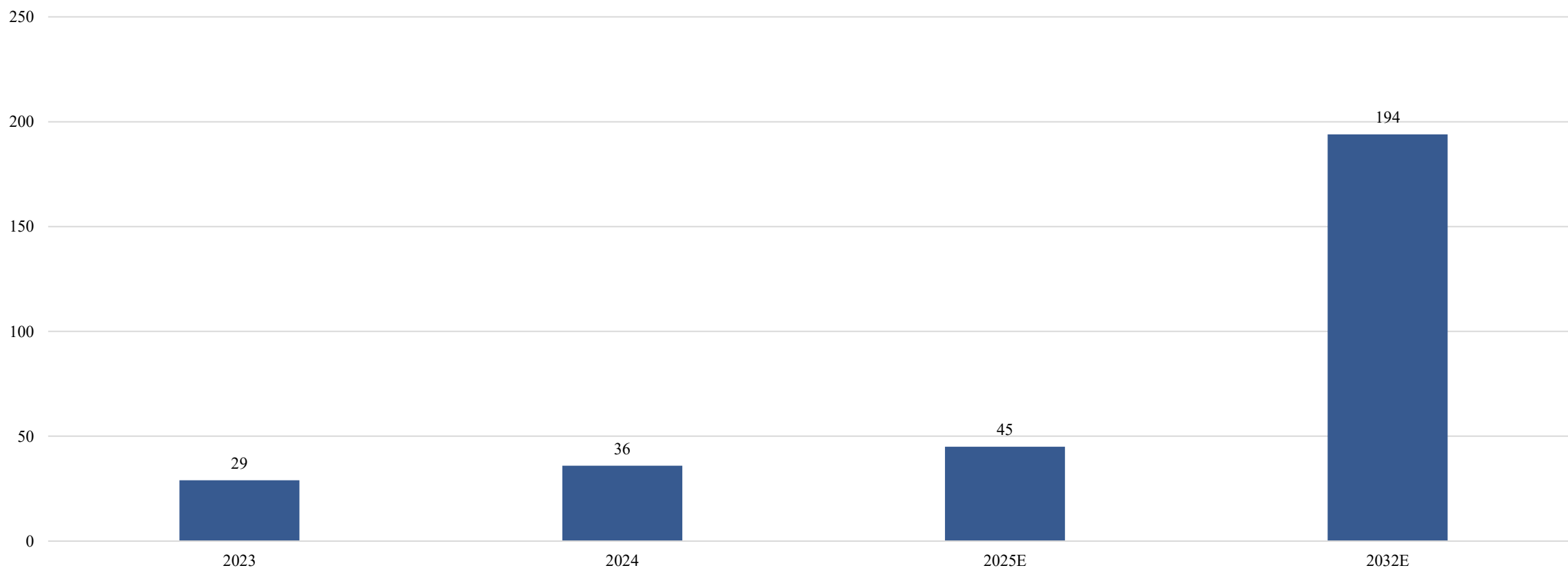
图 GB300内部结构示意图



全球液冷市场2032年预计超190亿美元

- **预计2032年全球液冷市场规模超190亿美元。**根据Skyquest数据显示，2023/2024年全球液冷市场规模为29/36亿美元，预计2025以及2032年市场规模将分别达到45/194亿美元，2025年-2032年CAGR达23%。

图 GB300内部结构示意图



PART3 产业链及标的推荐

- **液冷产业链包括上游的产品零部件供应商、中游的液冷服务器供应商及下游的算力使用者。**上游主要为产品零部件及液冷设备，包括接头、CDU、电磁阀、TANK、冷却液等组件或产品供应；中游主要为液冷服务器、芯片厂商以及液冷集成设施、模块与机柜等；下游主要有电信运营商，互联网企业以及信息化行业应用客户，主要在电信信息、互联网、政府、金融、交通和能源等信息化应用。

图：液冷产业链

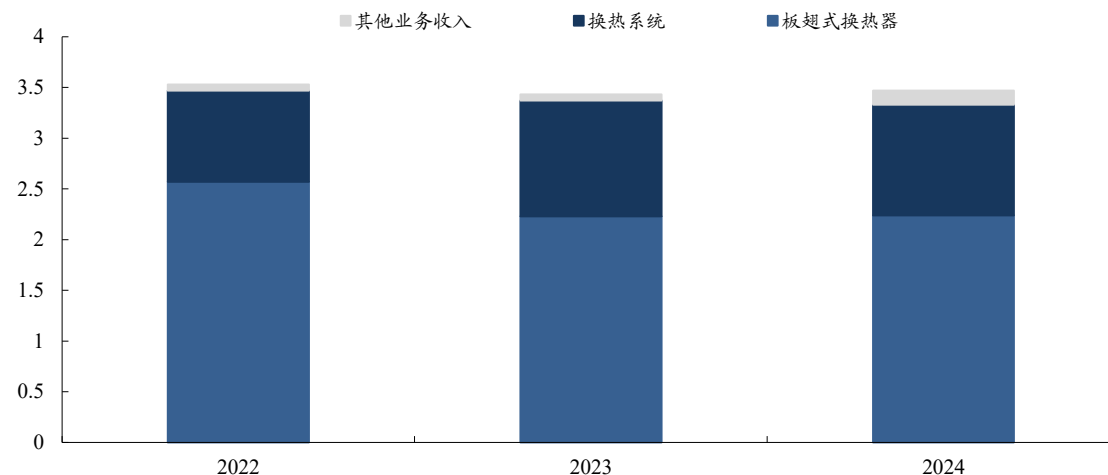


- **换热器领先企业，积极拓展液冷领域业务。**公司主营业务主要为板翅式换热器以及换热系统，下游应用领域包括风电、锂电、工程机械、农机、储能、氢能以及数据中心等，其中数据中心业务供应产品包括水冷散热器、液冷板、干冷器、不锈钢管路等，主要用于数据中心领域，公司客户包括维谛技术、科华、英维克等，2024年该业务收入约800万元，2025年预期实现成倍增长。
- **风险提示：**竞争加剧、需求不及预期

图：方盛股份水冷板



图：方盛股份收入结构（亿元）

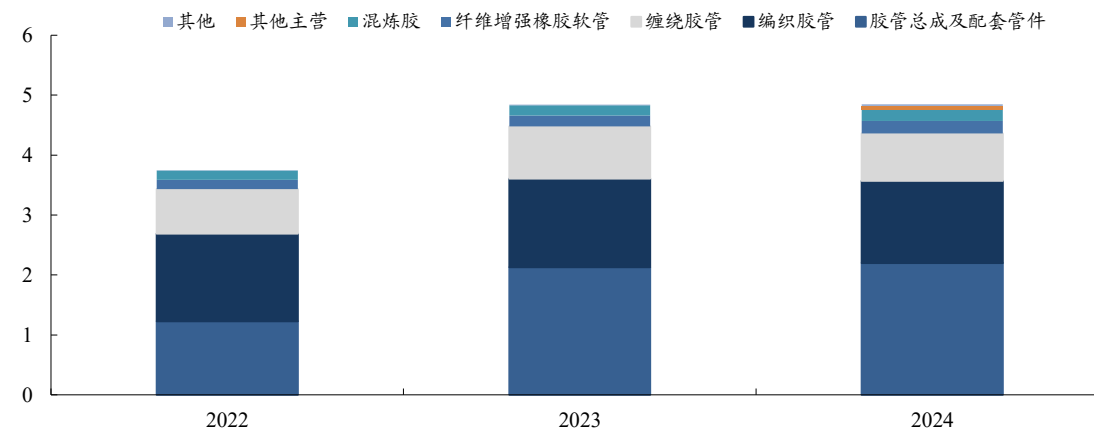


- **利通科技主要生产超高压软管、高分子材料和超高压设备，逐步拓展液冷领域。**公司主要业务为适应复杂工业环境的橡胶软管、连接件、橡胶软管总成、混炼胶及橡塑制品，主要应用领域主要包括工程机械、石油开采等，2024年公司逐步拓展液冷板块，布局数据中心液冷软管业务，未来随液冷起量，公司有望受益。
- **风险提示：**竞争加剧、需求不及预期

图：利通科技主要产品



图：利通科技收入结构（亿元）

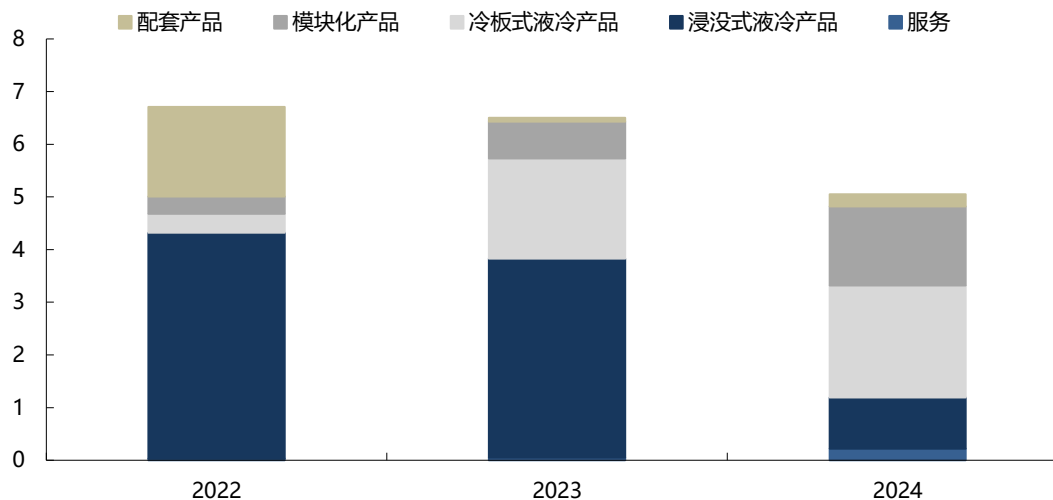


- **曙光数创液冷产品布局完善，核心产品包括C8000浸没液冷基础设施产品及C7000 2.0冷板液冷数据中心基础设施解决方案。**在浸没相变液冷方案上公司是国内唯一实现大规模商业化部署的企业，冷板液冷方案上公司突破传统风冷形式散热模式，采用液冷+风冷混合散热形式。公司浸没式液冷浸没式液冷产品营收占比自2022年63.9%下降至2024年19.2%，而冷板式液冷产品营收占比自2022年5.4%上升至42.2%，呈上升势态。
- **客户涵盖政府、金融、互联网、运营商等领域，服务中国移动、阿里云、字节跳动等巨头企业。**以高效冷却技术为核心竞争力，为数据中心提供精确制冷、低PUE、低噪音运行和高密度部署，提升数据中心设备运行效率同时，推动高效经济、低碳绿色的数据中心快速发展。
- **风险提示：**竞争加剧、需求不及预期

图：曙光数创液冷部分产品



图：曙光数创收入结构（亿元）



投资建议：随国内大厂及运营商加大资本开支推进AI及液冷建设，同时英伟达全面转向液冷，液冷市场逐步起量爆发，推荐布局液冷散热器、冷板及不锈钢管路的方盛股份、布局液冷软管的利通科技，建议关注曙光数创。

行业	代码	名称	概念	市值 (亿元)	收盘价 (元)	2024 归母净利润 (亿元)	2024 归母净利润同比	25Q1归母净利 润 (亿元)	25Q1归母净 利润同比	2025E 归母净利润 (亿元)	2026E 归母净利润 (亿元)	2027E 归母净利润 (亿元)	2025E PE	20256 PE	2027E PE
机械设备	832662.BJ	方盛股份	风电、液冷	33.58	38.35	0.30	-52.4%	0.07	-16.03%	0.43	0.61	0.80	78	55	42
基础化工	832225.BJ	利通科技	地下管网,数据中心,核电,油气开采	30.11	23.72	1.07	-19.8%	0.36	86.13%	1.38	1.73	2.10	22	17	14
计算机	872808.BJ	曙光数创	数据中心、液冷	141.04	70.52	0.61	-41.2%	-0.31	-329.66%	1.01	1.44	1.93	140	98	73

- 1) **下游需求不及预期：**若下游终端大厂资本开支放缓，AI服务器建设放缓，或将导致对液冷需求减少，进而导致行业需求增速下降，下游需求或存在不及预期风险。
- 2) **行业竞争加剧：**液冷市场目前处于起量高增长阶段，行业市场空间大，竞争尚不充分，将吸引大量玩家进入液冷市场，或将加剧行业竞争，随竞争加剧，企业盈利可能受到一定影响。

东吴证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。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，本公司及作者不对任何人因使用本报告中的内容所导致的任何后果负任何责任。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。

在法律许可的情况下，东吴证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

市场有风险，投资需谨慎。本报告是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息，本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，也不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。

本报告的版权归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明出处为东吴证券研究所，并注明本报告发布人和发布日期，提示使用本报告的风险，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

东吴证券投资评级标准

投资评级基于分析师对报告发布日后6至12个月内行业或公司回报潜力相对基准表现的预期（A股市场基准为沪深300指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普500指数，新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的），北交所基准指数为北证50指数），具体如下：

公司投资评级：

买入：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准在15%以上；

增持：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准介于5%与15%之间；

中性：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准介于-5%与5%之间；

减持：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准介于-15%与-5%之间；

卖出：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准在-15%以下。

行业投资评级：

增持：预期未来6个月内，行业指数相对强于基准5%以上；

中性：预期未来6个月内，行业指数相对基准-5%与5%；

减持：预期未来6个月内，行业指数相对弱于基准5%以上。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议。投资者买入或者卖出证券的决定应当充分考虑自身特定状况，如具体投资目的、财务状况以及特定需求等，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。

东吴证券 财富家园