下载日志已记录，仅供内部参考

华源证券 HUAYUAN SECURITIES

北交所专题报告

2026 年 06 月 30 日

从可选到刚需，AI 算力浪潮下液冷产业链投资价值再审视

———新质生产力专题报告六

证券分析师

赵昊

SAC：S1350524110004

zhaohao@huayuanstock.com

万枭

SAC：S1350524100001

wanxiao@huayuanstock.com

联系人

投资要点：

- **驱动因素：全球算力年增超 60%，液冷成为数据中心散热刚需。**全球算力规模在人工智能大模型训练与推理需求的驱动下呈现快速增长趋势，截至 2025 年 6 月全球计算设备算力总规模达到 4495EFlops，同比增长 117%，其中智能算力占比高达 85%。与此同时，英伟达 GPU 产品热设计功耗从 2020 年 A100 的 400W 一路攀升至 2026 年 Rubin 架构的 2300W，单机柜功率密度从传统的 20–30kW 跃升至 120kW 以上，已远超风冷系统仅能支持 30kW 以下机柜的物理散热极限。液冷技术凭借导热效率达空气 25 倍以上、换热系数为风冷 1000–3000 倍的核心优势，能够将数据中心制冷能耗从传统风冷方案的 43%降低至 24%，PUE 值从 1.4 以上降至 1.1 以下，叠加国家发改委明确设定的新建大型数据中心 PUE 不得高于 1.25 的政策红线，液冷技术已从数据中心的可选升级方案转变为合规运营的基础设施刚需。

- **技术路线：冷板式短期占比 65%，浸没式长期综合成本更优。**从技术路线来看，液冷系统按热捕获方式可分为冷板式、浸没式和喷淋式三种主流方案。冷板式液冷凭借兼容性强、改造成本低的优势，当前占据约 65%的市场份额，适配 30–80kW 主流 AI 服务器功率区间；浸没式液冷通过冷却液与发热器件直接接触消除中间传热环节，可将 PUE 降至 1.08 以下，适配 80kW 以上超高功率密度场景。以 100 柜×20kW 规模、10 年周期测算，浸没式液冷初始建设成本虽高出冷板式约 1000 万元，但年运营成本可节约 190 万元，运营超过 6 年后全生命周期总成本即优于冷板式方案。前沿技术方面，金刚石散热市场规模预计将从 2025 年的 0.37 亿美元增长至 2030 年的 152 亿美元，复合增速高达 214%，英伟达下一代 Vera Rubin 架构 GPU 已明确采用钻石铜复合散热方案，金刚石材料级创新正成为散热赛道的全新竞争焦点。

- **行业格局：2028 年我国液冷渗透率或将升至 31%，上游零部件国产替代空间广阔。**从产业格局来看，2024 年中国液冷服务器市场规模约为 201 亿元，预计 2025 年将达到 294 亿元，液冷技术在中国服务器中的渗透率预计将从 2025 年的 12%提升至 2028 年的 31%。产业链上游零部件环节技术壁垒突出，但浸没式液冷所需的氟化液领域国产化率低于 5%，海外巨头 3M 市占率超过 70%、形成垄断格局，国产替代空间广阔。中游液冷服务器市场中，2024 年浪潮信息以 36.8%的份额位居首位，超聚变和宁畅分列二三位，三者合计占据约七成市场份额。下游需求以数据中心与高性能计算为核心驱动，占比约 56%，三大电信运营商 2025 年 1–5 月新建项目液冷占比已达 60%–70%，实际进展超出市场预期，液冷产业正步入规模化放量的加速阶段。

- **北交所液冷产业重点标的梳理：**北交所液冷产业链企业共有 15 家，分别为**曙光数创、开特股份、利通科技、奥迪威、荣亿精密、阿为特、克莱特、方盛股份、广脉科技、海达尔、派诺科技、科隆新材、三祥科技、惠丰钻石、奥美森**。从产业位置看，这些公司大多集中在上游零部件与配套设备，少数延伸至系统方案与智算中心建设环节。2026 年 4 月 8 日，曙光数创在“液冷聚能·智算向新”2026 战略发布会上，正式发布全球首个 MW 级相变浸没液冷整机柜及其基础设施整体解决方案（C8000 V3.0），标志着智算基础设施正式进入“兆瓦级时代”，其最高可支持单机柜功率超过 900kW，达到 MW 级，是传统液冷方案的 3–5 倍，散热能力超过 200W/cm²，采用自研国产冷媒，可实现全年自然冷却，**并首次规模化应用金刚石铜导热材料**，导热率提升 80%，助力芯片性能提升 10%。

- **风险提示：技术标准未统一风险、浸没工质供应链风险、液冷泄漏与可靠性风险**

下载日志已记录，仅供内部参考

内容目录

1. 驱动因素：全球算力年增超 60%，液冷成为数据中心散热刚需 5
1.1. 算力需求：英伟达 GPU 功耗跃升至 2300W，芯片散热需求突破风冷物理极限 5
1.2. 液冷优势：液冷制冷能耗降至 24%，PUE 可降至 1.1 以下 6
1.3. 政策驱动：国家 PUE 红线锁定 1.25/1.2，液冷资产化助力企业实现 ESG 溢价 8
2. 技术路线：冷板式短期占比 65%，浸没式长期综合成本更优 9
2.1. 热捕获：冷板式适配 30-80kW 场景，浸没式 PUE 可降至 1.08 以下 9
2.2. 架构形式：2024 年我国 IDC 机架式 CDU 占比约 65%，机柜式占比有望逐步提升 15
2.3. 前沿技术：金刚石赋能高功耗 GPU 散热升级，微流控冷却突破封装热管理瓶颈 . 18
3. 行业格局：2028 年我国液冷渗透率或将升至 31%，上游零部件国产替代空间广阔 . 21
3.1. 上游：液冷各个零部件存在其技术壁垒，氟化液国产化率低于 5%亟需技术突破 . 22
3.2. 中游：2027 年我国液冷服务器规模或将超 400 亿元 23
3.3. 下游：数据中心占下游需求 56%，2025 年 1-5 月运营商液冷占比达 60%-70%. 25
4. 北交所相关标的 26
5. 风险提示 28

下载日志已记录，仅供内部参考

图表目录

图表 1： 2026 年英伟达发布的 Rubin 架构设计功率进一步跃升至 2300W 5
图表 2： 2025 上半年全球计算设备算力总规模同比增长 117% 5
图表 3： 2025 上半年我国计算设备智能算力规模 yoy+96% 5
图表 4： 热密度 300W 为传统风冷散热物理极限 6
图表 5： 2024 年约 55%的电子元器件故障源于温度过高 6
图表 6： 传统风冷方式与液冷方式对比示意图 6
图表 7： 液冷技术主要有低能耗、高散热、低噪音等优势 7
图表 8： 传统风冷数据中心制冷能耗占比约 43% 7
图表 9： 液冷数据中心制冷能耗占比约 24% 7
图表 10： 数据中心制冷技术所对应 PUE 范围 8
图表 11： 节点建设强制锚定低 PUE 液冷方案 8
图表 12： 液冷技术成为智算中心进入市场的强制性门槛 8
图表 13： 液冷资产化作为企业低碳转型核心叙事的溢价体现 9
图表 14： 液冷架构主要包括热捕获、热交换和冷源三个部分 9
图表 15： 液冷按技术可以分为冷板式、浸没式和喷淋式三大类 10
图表 16： 冷板式液冷的冷却液不与 IT 发热元件直接接触 10
图表 17： 单相冷板式液冷冷却液推荐选择 25%丙二醇水溶液 11
图表 18： 单相浸没中冷却液始终保持液态 11
图表 19： 双相浸没中冷却液在吸收热量后发生沸腾相变 11
图表 20： 浸没液冷的冷却液推荐氟化液，其综合热性能优秀 12
图表 21： 喷淋式与浸没式都属于接触式液冷，差异在于喷淋式加强了对流换热 12
图表 22： 冷板式液冷凭借兼容性强、改造成本低等优势市场占比约 65%（2025 年数据） 13
图表 23： 在散热方面有明显优势的浸没式液冷或将逐渐成为未来发展方向 13
图表 24： 建设成本方面浸没式显著高于冷板式（万元） 14
图表 25： 年运营成本方面浸没式略低于冷板式（万元） 14
图表 26： 液冷系统主流部署形态可划分为卧式 Tank 与立式机柜两大类别 14
图表 27： 当机柜功率密度超过 30kW/R 时，建议优先考虑液冷方案 15
图表 28： CDU 三大核心功能包括热量交换与隔离、环境控制和流体管理 15
图表 29： CDU 中包含板式换热器、循环水泵、定压补液系统等 15

下载日志已记录，仅供内部参考

图表 30： CDU 安装方式可以分为机架式和机柜式，两者安装位置有所不同 16
图表 31： 机架式冷量范围通常在 100kW 以内，远小于机柜式 16
图表 32： 2024 年国内数据中心中机架式 CDU 占比约 65% 16
图表 33： ASHRAE 液冷水温等级 17
图表 34： 针对新建液冷数据中心的冷源选择建议 17
图表 35： 8 种液冷架构的分类和特点 17
图表 36： 英伟达 Vera Rubin GPU 金刚石铜复合液冷散热封装剖面示意图 18
图表 37： 金刚石是已知热导率较高的材料，其热性能远超传统散热材料 18
图表 38： Vera Rubin GPU 核心参数与传统铜散热短板对比鲜明 19
图表 39： MCL 技术通过消除中间界面热阻，解决极高热流密度的散热难题 19
图表 40： 金刚石基歧管式微通道冷却芯片纵向剖面结构 20
图表 41： 歧管式微通道冷却液流动三维结构示意图 20
图表 42： 国内外企业形成多元化竞争格局，国内企业凭借产业链优势凸显 20
图表 43： 我国液冷产业链全景图 21
图表 44： 液冷行业中部分海外厂商和国内厂商 21
图表 45： 液冷零部件均有其技术壁垒和核心厂商 22
图表 46： 液冷主要零部件国产化率 22
图表 47： 2024 年全球冷板市场销售额达到了 3.65 亿美元 23
图表 48： 美国是全球最大的冷板市场，占比约 40% 23
图表 49： 预计 2025-2031 年全球数据中心 CDU 市场规模 CAGR 为 12.8% 23
图表 50： 2025 年我国 CDU 市场份额跃升至 20% 23
图表 51： 2027 年我国液冷服务器规模或将超 400 亿元 24
图表 52： 2024 年浪潮信息在我国液冷服务器市场居首位 24
图表 53： 到 2030 年全球液冷机柜出货量或将接近 50 万台 24
图表 54： 预计到 2028 年我国液冷市场渗透率将进一步提升至 31% 24
图表 55： 下游应用产品市场占比（按照技术功能划分） 25
图表 56： 中国智算中心规划布局图 25
图表 57： 2025 年 1-5 月新建项目液冷占比已达 60%-70% 26
图表 58： 三大电信运营商在液冷基础设施建设领域发展格局 26
图表 59： 北交所液冷产业链企业共有 15 家（数据截至 20260624） 26
图表 60： 曙光数创发布 C8000 V3.0 28

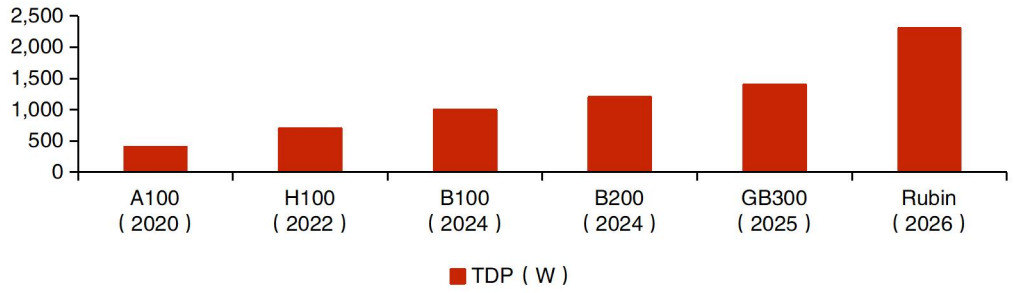
下载日志已记录，仅供内部参考

1. 驱动因素：全球算力年增超 60%，液冷成为数据中心散热刚需

1.1. 算力需求：英伟达 GPU 功耗跃升至 2300W，芯片散热需求突破风冷物理极限

根据汇融研究，从英伟达 GPU 产品线的演进来看，芯片功耗呈现清晰的上升曲线。2020 年发布的 A100 芯片热设计功耗（TDP）为 400W，2022 年推出的 H100 提升至 700W，2024 年的 B100 和 B200 分别达到 1000W 和 1200W，2025 年发布的 GB300 系列 TDP 达到 1400W，2026 年的 Rubin 架构进一步跃升至 2300W，2027 年的 Rubin Ultra 更是有望达到 3500W。

图表 1：2026 年英伟达发布的 Rubin 架构设计功率进一步跃升至 2300W



资料来源：汇融研究、华源证券研究所

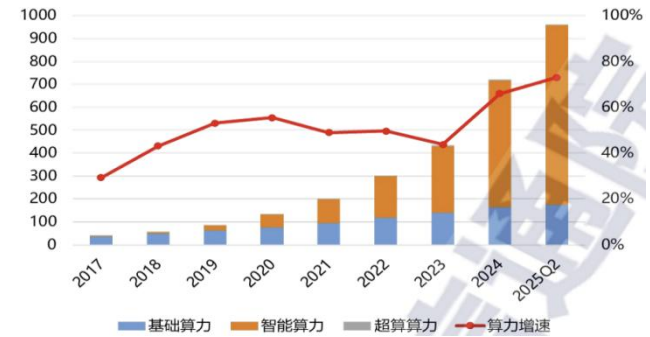
根据中国信通院，算力规模方面，截至 2025 年 6 月，全球计算设备算力总规模为 4495EFlops，yoy+117%，其中基础算力规模（FP32）为 597EFlops；智能算力规模（换算为 FP32）为 3846EFlops，占总算力比例达到 85%，yoy+13 个百分点；超算算力规模（换算为 FP32）为 52EFlops，同比增长 63%。随着智能算力成为相对主导，预计未来五年全球算力规模将以超过 60%的速度增长，至 2030 年全球算力或将超过 50ZFlops，其中智能算力占比或将超过 95%。我国算力规模同样快速增长。截至 2025 年 6 月，我国计算设备算力总规模达到 962EFlops（FP32），全球占比约为 21%，同比增速达 73%。其中基础算力增速放缓，截至 2025 年 6 月，基础算力规模为 175EFlops（FP32），增速为 15%，在我国算力占比为 18.2%；智能算力增速加快，截至 2025 年 6 月，计算设备智能算力规模达到 782EFlops（换算为 FP32），同比增长 96%，在我国算力占比达 81%，成为算力增长的主导。

图表 2：2025 上半年全球计算设备算力总规模同比增长 117%



资料来源：中国信通院、IDC、Gartner、Top500、华源证券研究所

图表 3：2025 上半年我国计算设备智能算力规模 yoy+96%

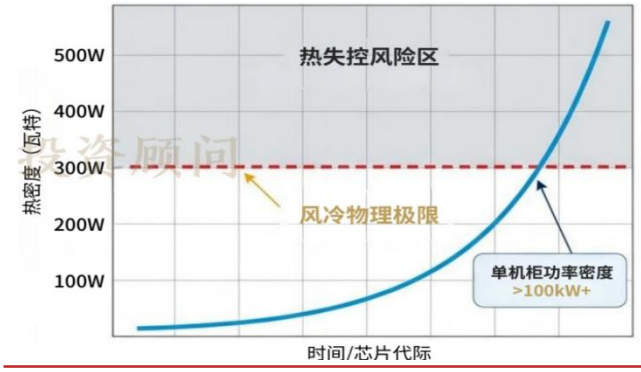


资料来源：中国信通院、HPC Top100、华源证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

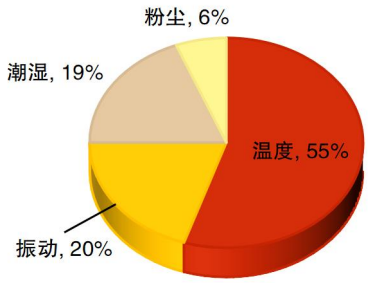
根据头豹研究院，**算力需求大幅增长正彻底重塑数据中心散热方式，使液冷技术从可选项变为高密度算力场景的必选项。**AI 大模型训练和推理对算力的需求呈指数级增长，导致芯片功耗与单机柜功率密度跃升。英伟达 GB200/300 等高端 AI 芯片功耗突破 1200–2700W，单机柜功率密度从传统的 20–30kW 跃升至 120kW 以上。然而，风冷系统散热能力存在物理极限，仅能支持≤30kW 机柜的功率密度，在 40kW 以上场景效率急剧下降；液冷技术导热效率是空气的 25 倍以上，换热系数达风冷的 1,000–3,000 倍，可轻松支持 50kW 以上甚至 200kW 的单机柜功率密度。算力需求攀升是液冷市场发展的根本引擎，而液冷技术则成为释放算力潜能的关键支撑。算力快速提升导致芯片热设计功耗持续攀升，散热需求迫在眉睫。**2024 年 55%的电子元器件故障源于温度过高，温度每升高 2℃，电子元器件可靠性将下降 10%，温度过高导致焊点变脆脱落、晶体管参数漂移、绝缘材料老化等连锁问题出现。**而液冷技术通过直接接触热源（冷板式）或完全浸没（浸没式），将芯片温度稳定控制在安全阈值内，使因过热导致的故障风险降低 80–90%。

图表 4：热密度 300W 为传统风冷散热物理极限



资料来源：大象研究院、华源证券研究所

图表 5：2024 年约 55%的电子元器件故障源于温度过高

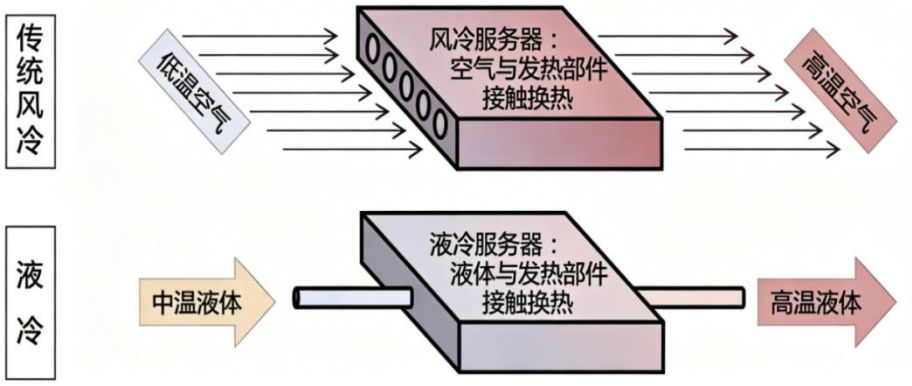


资料来源：中国信通院、头豹研究院、华源证券研究所

1.2. 液冷优势：液冷制冷能耗降至 24%，PUE 可降至 1.1 以下

根据头豹研究院，液冷技术指采用液体取代空气作为冷却介质，通过与发热部件进行热交换，借助液体的温升或相变作用带走热量的技术。该技术核心优势源于液体高导热、高热容特性，相比传统风冷，能解决高密度算力等场景下的散热难题，可大幅降低设备能耗与故障率。

图表 6：传统风冷方式与液冷方式对比示意图



资料来源：曙光数创招股书、华源证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

根据头豹研究院，液冷行业是伴随 AI 算力攀升、数据中心高密度化等需求崛起的高成长性产业，其核心技术凭借低能耗、高散热、低噪音、节能等优势，正从数据中心渗透到新能源汽车、储能等多个领域。

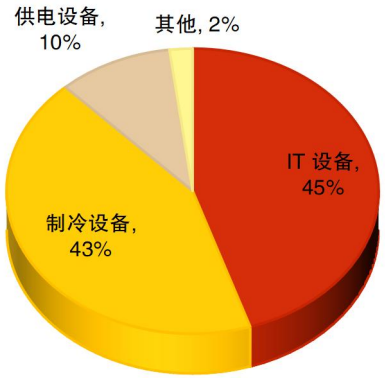
图表 7：液冷技术主要有低能耗、高散热、低噪音等优势



资料来源：头豹研究院、华源证券研究所

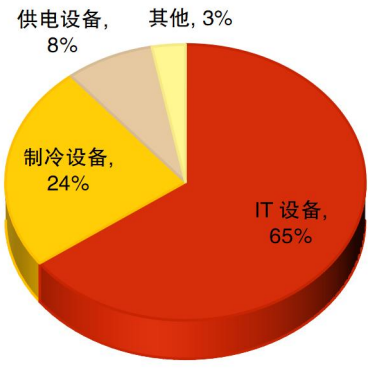
根据头豹研究院，在运行成本结构中，制冷系统一直是仅次于 IT 负载的第二能耗大户，液冷数据中心制冷能耗占比约 24%，传统风冷方案下能耗可达 43%，因此降低制冷系统的能耗可显著提高数据中心的电能利用效率，相比空气，液体凭借更高的热传导效率，能够在更低的能源消耗下实现更好的散热效果，从而进一步降低 PUE（PUE 是评估数据中心效率水平的重要指标）。根据大象研究院，液冷技术的应用正在根本性地改变数据中心的能源分配逻辑。通过将制冷重心从“空气物理交换”转向“液体高效传导”，液冷架构不仅突破了传统散热的物理瓶颈，更实现了从高能效维持向高算力产出的战略转型。

图表 8：传统风冷数据中心制冷能耗占比约 43%



资料来源：中国政府网、头豹研究院、华源证券研究所

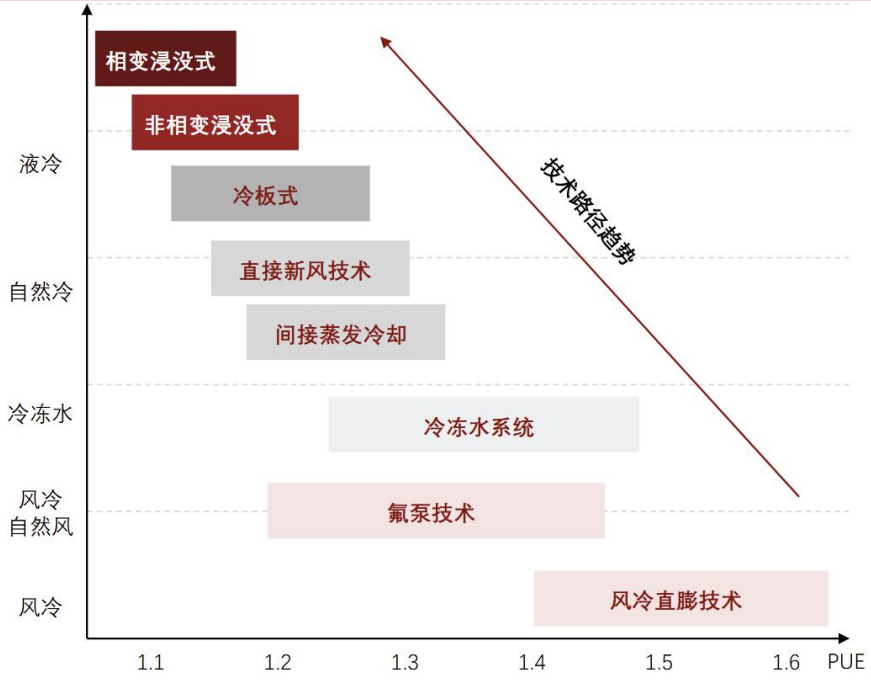
图表 9：液冷数据中心制冷能耗占比约 24%



资料来源：中国政府网、头豹研究院、华源证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

图表 10：数据中心制冷技术所对应 PUE 范围



资料来源：头豹研究院、华源证券研究所

1.3. 政策驱动：国家 PUE 红线锁定 1.25/1.2，液冷资产化助力企业实现 ESG 溢价

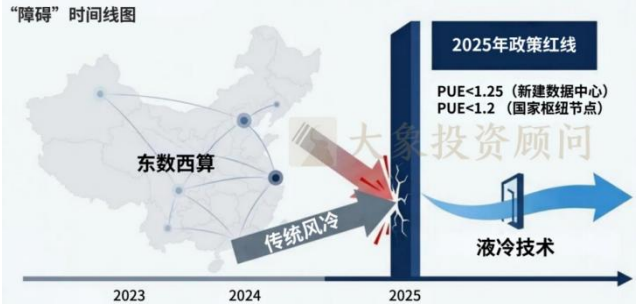
根据中商产业研究院，2022 年 1 月，国家发改委在《关于同意启动建设全国一体化算力网络国家枢纽节点的系列复函》中提到将国家算力东、西部枢纽节点数据中心 PUE 分别控制在 1.25、1.2 以下，为液冷技术推广奠定政策基础。2024 年 7 月，国家发改委、工信部、能源局、数据局在《数据中心绿色低碳发展专项行动计划》再次明确 PUE 红线：到 2025 年底，新建及改扩建大型和超大型数据中心 PUE 降至 1.25 以内，国家枢纽节点数据中心项目 PUE 不得高于 1.2。根据大象研究院，随着国家政策对 PUE 指标设置了 1.25/1.2 的严苛“红线”，液冷技术已不再是可选项，而是数据中心合规运营的基石。

图表 11：节点建设强制锚定低 PUE 液冷方案



资料来源：大象研究院、华源证券研究所

图表 12：液冷技术成为智算中心进入市场的强制性门槛



资料来源：大象研究院、华源证券研究所

根据大象研究院，液冷技术正转化为企业的“低碳资产”，助力提升 ESG 评级并获取绿色金融支持，实现品牌与资本的双重溢价。

下载日志已记录，仅供内部参考

图表 13：液冷资产化作为企业低碳转型核心叙事的溢价体现

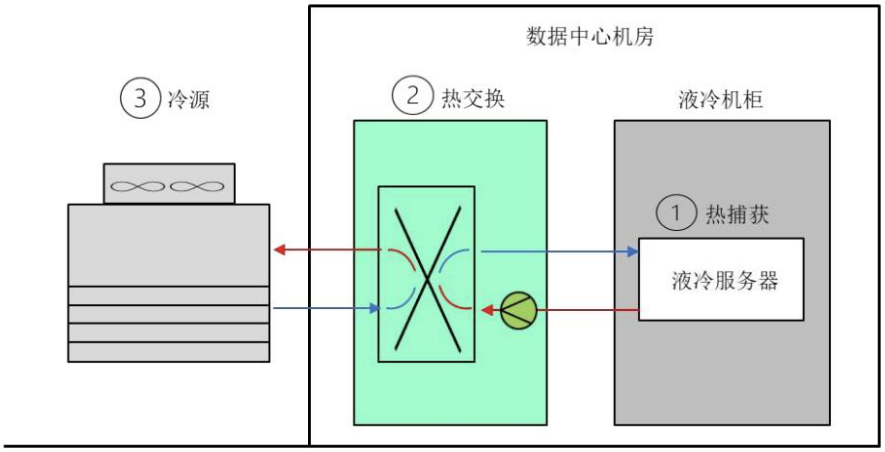


资料来源：大象研究院、华源证券研究所

2. 技术路线：冷板式短期占比 65%，浸没式长期综合成本更优

根据中国电信&深知社，从架构方式来看，液冷系统由多个部分组成，并且每个部分还可以继续细分，但本质上液冷架构可以描述为三个部分：热捕获、热交换、冷源。

图表 14：液冷架构主要包括热捕获、热交换和冷源三个部分



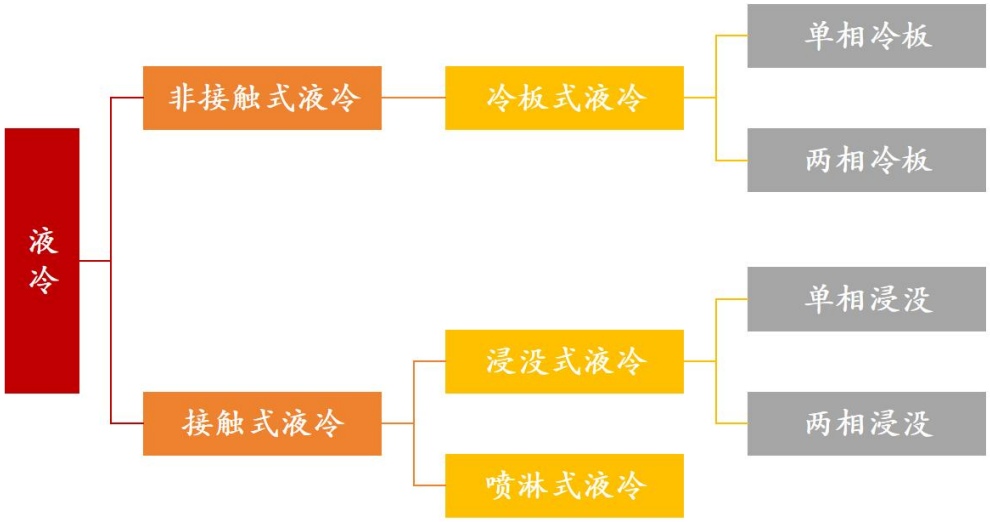
资料来源：中国电信&深知社、华源证券研究所

2.1. 热捕获：冷板式适配 30-80kW 场景，浸没式 PUE 可降至 1.08 以下

根据中国电信&深知社，液冷的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。

下载日志已记录，仅供内部参考

图表 15：液冷按技术可以分为冷板式、浸没式和喷淋式三大类

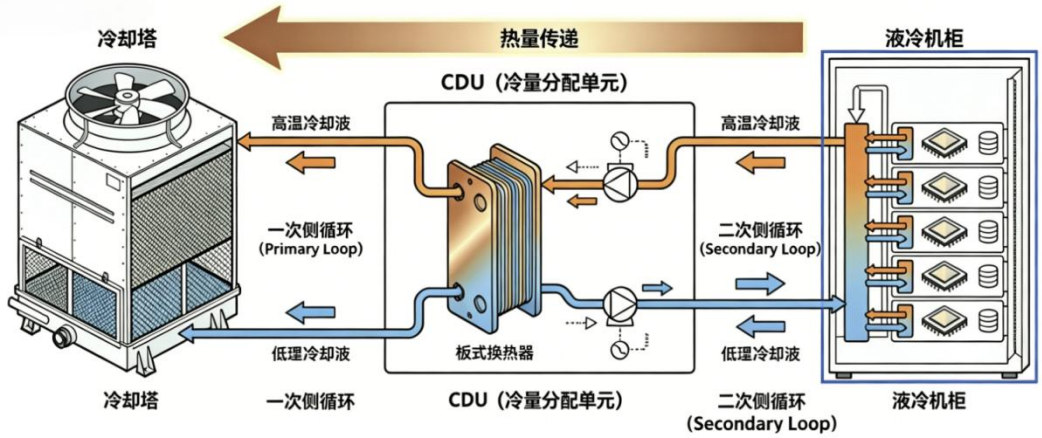


资料来源：中兴通讯液冷技术、头豹研究院、华源证券研究所

➢ **冷板式液冷**

根据中国电信&深知社，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（通常为 CPU/GPU 等大功耗部件）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。此外，根据冷却液在冷板中是否发生相变，冷板式液冷可以分为以下两种类型：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。**

图表 16：冷板式液冷的冷却液不与 IT 发热元件直接接触



资料来源：汇融研究、华源证券研究所

根据中国电信&深知社，**冷板式液冷选择冷却液时，需要综合分析冷却液的热性能、环保、兼容性、价格等因素。**对于单相冷板液冷，需要特别关注冷却液的防腐和细菌抑制能力，

下载日志已记录，仅供内部参考

否则不但会导致换热效率大幅下降，同时也可能造成泄漏，损坏服务器。对于相变冷板液冷，需要特别关注当地的环保法规和工作压力。

图表 17：单相冷板式液冷冷却液推荐选择 25%丙二醇水溶液

冷板形式	单相冷板			两相冷板
冷却液类型	去离子水	乙二醇/丙二醇水溶液	氟化液（单相）	氟化液（两相）
综合热性能	较高	中	中	高
材料兼容性	中	中	高	高
沸点	高	高	高	低
冰点	0℃	<0℃	<0℃	<0℃
电导率	高	高	极低	极低
环保问题	低	存在排放问题	含 PFAS、ODP、GWP 隐患	含 PFAS、ODP、GWP 隐患
腐蚀风险	低	低	无	无
微生物风险	中	低	无	无
毒性	无	低	无	无
维护频率	高	中	低	低
工作压力	低	低	低	高
价格	低	低	中	高

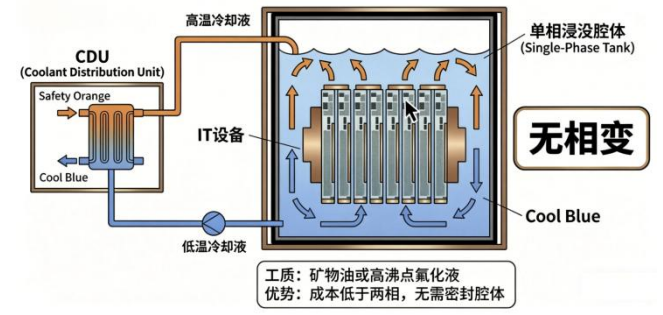
资料来源：中国电信&深知社、华源证券研究所

➢ **浸没式液冷**

根据中国电信&深知社，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。根据汇融研究，**浸没式液冷的散热能力显著高于冷板式液冷。**由于冷却液与发热器件直接接触，消除了冷板这个中间传热环节，热阻大幅降低。浸没式液冷可将 PUE 降至 1.08 以下，是目前散热效率最高的液冷方案。

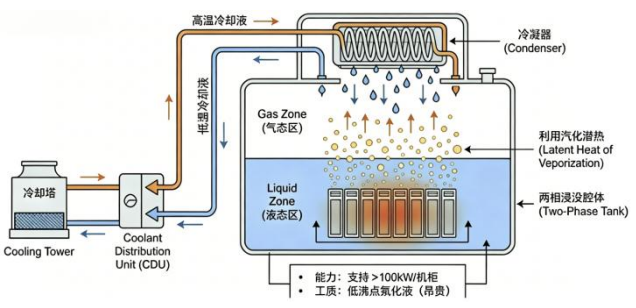
根据汇融研究，根据冷却液在换热过程中是否相变，浸没式液冷可以分为以下两种类型：**单相浸没式液冷：**冷却液在吸收热量后温度升高，但始终保持液态。这种方案系统控制相对简单，但散热能力受液体比热容限制。**双相浸没式液冷：**冷却液在吸收热量后发生沸腾相变，通过相变潜热实现高效散热。这种方案散热效率最高，但系统控制复杂，对冷却液的热稳定性要求高。根据中国电信&深知社，**单相液冷和双相液冷两者的制冷架构基本一致，主要差异在于二次侧冷却液的循环方式。**相变液冷的冷却液仅在浸没腔体内循环，而单相液冷的冷却液需要进入 CDU 中。

图表 18：单相浸没中冷却液始终保持液态



资料来源：汇融研究、华源证券研究所

图表 19：双相浸没中冷却液在吸收热量后发生沸腾相变



资料来源：汇融研究、华源证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

根据中国电信&深知社，冷却液是浸没液冷最需要关注的地方，也是其大规模应用的最大瓶颈。浸没液冷在选择冷却液时，需要从以下几个方面综合考虑：①综合热性能；②信号完整度；③兼容性、可靠性、维护难易度等；④环保。综合来看，氟化液综合热性能优秀，并且有非常好的兼容性和可靠性，缺点是价格昂贵，并且需要关注当地的环保法规。

图表 20：浸没液冷的冷却液推荐氟化液，其综合热性能优秀

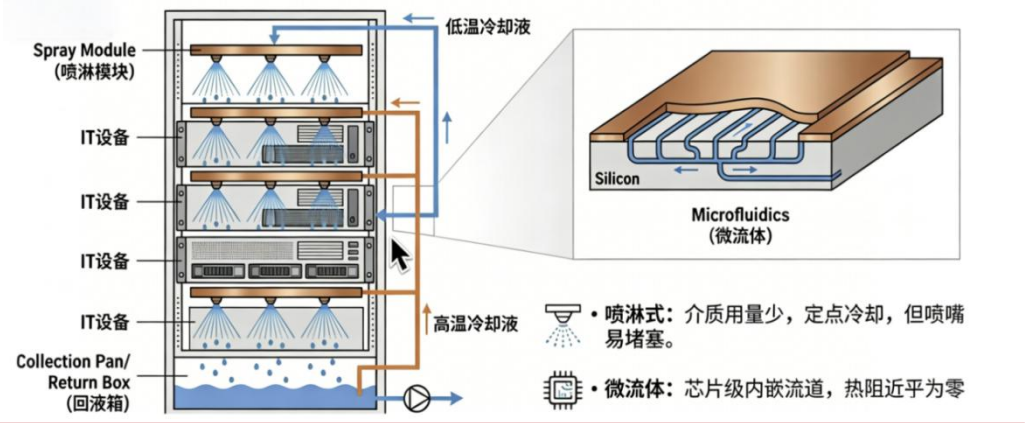
浸没形式	单相浸没		两相浸没
冷却液类型	油类	氟化液（单相）	氟化液（两相）
综合热性能	中	较高	高
材料兼容性	中	高	高
信号完整度	中	高	高
沸点	高	高	低
闪点	有	无	无
老化变质	易	不易	不易
可靠性	低	高	高
环保问题	废液排放	含 PFAS、ODP、GWP 环保隐患	含 PFAS、ODP、GWP 环保隐患
维护难度	高	低	低
价格	低	高	高

资料来源：中国电信&深知社、华源证券研究所

- **喷淋式液冷**

根据中国电信&深知社，喷淋式液冷是用低温冷却液直接喷淋 IT 组件的发热元件，吸热后的高温冷却液换热后再次循环进入服务器喷淋，整个过程中无相变。它和浸没式液冷一样也属于接触式液冷，差异在于喷淋式加强了对流换热。喷淋式与单相浸没式液冷比较类似，可以把它当作一种特殊形式的浸没液冷，因此喷淋式可以采用与单相浸没一样的冷却液。根据科智咨询，这种技术路线目前应用较少，主要系在喷淋过程中存在液体飘逸和挥发问题，应用成本较高，且不适合高密度服务器和超大规模数据中心。

图表 21：喷淋式与浸没式都属于接触式液冷，差异在于喷淋式加强了对流换热



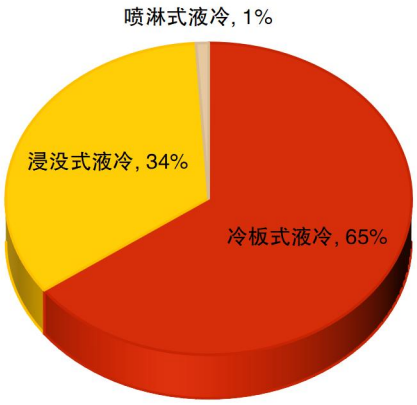
资料来源：汇融研究、华源证券研究所

- **技术对比**

根据头豹研究院，冷板式液冷凭借兼容性强、改造成本低等优势占据主要市场，市场占比 65%（2025 年数据）；浸没式液冷市场占比位居其次，其散热效率高，支持高密度部署、静音等。

下载日志已记录，仅供内部参考

图表 22：冷板式液冷凭借兼容性强、改造成本低等优势市场占比约 65%（2025 年数据）



资料来源：中兴通讯液冷技术、头豹研究院、华源证券研究所

从成本端看，根据头豹研究院，中高密度算力需求且需兼容现有架构优先选择冷板式液冷；而常规高密度场景且追求静音与节能，单相浸没式液冷是性价比之选；超高密度算力与极致能效，相变浸没式液冷为唯一可行方案；在局部高热流密度或空间受限场景，喷淋式液冷提供灵活补充。短期来看，冷板式液冷凭借兼容性强、改造成本低等优势占据主要液冷市场，而浸没式液冷由于高改造成本和运维难题，限制了其实现规模化应用；但长远来看，随着未来冷却液价格下降、技术成熟度提升，在散热方面具有明显优势的浸没式液冷有望逐渐成为未来高算力场景的发展方向，而具有更高散热效率的相变浸没式液冷或是终极液冷出路。

图表 23：在散热方面有明显优势的浸没式液冷或将逐渐成为未来发展方向

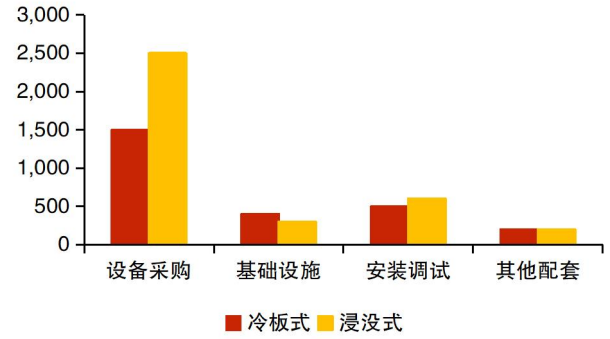
液冷形式	冷板液冷	单相浸没	两相浸没	喷淋式
初始投资成本	中等	较高	高	中等
维护成本	中等	较高	高	中等
初始投资（万元）	50–80（常规），100–120（相变冷板）	100–150（合成油）、180–250（氟化液）	180–250（氟化液方案）	80–120（定制化管路）
冷却液成本（万元）	水+乙二醇（几乎可忽略）	30–50（合成油）、80–120（氟化液）	80–120（氟化液）	20–40（氟化液）
运维成本（万元/年）	0.5–1.0（含清洗与风扇维护）	1.5–2.5（液体监测与密封检查）	3.0–5.0（压力系统维护）	1.0–1.5（喷淋头校准）
电费节省（万元/年）	8–12（PUE1.15，对比风冷）	15–20（PUE1.10，对比风冷）	20–25（PUE1.05，对比风冷）	10–15（PUE1.20，对比风冷）
TCO（万元）	75–120（常规），130–180（相变冷板）	150–200（合成油）、220–300（氟化液）	220–300（氟化液）	110–160（定制化管路）
投资回报期	2–3 年（常规）、4–5 年（相变冷板）	3–4 年（合成油）、5–6 年（氟化液）	4–6 年	3–4 年

资料来源：中兴通讯液冷技术，头豹研究院、华源证券研究所

根据汇融研究，对两种不同液冷形式以 100 柜×20kW 规模、10 年周期为基准进行测算可知：初始建设成本方面，冷板式液冷 2600 万元，较浸没式 3600 万元更低；浸没式年运营成本 2420 万元，每年相较于冷板式可节约运营开支 190 万元。简单计算可得**当运营年限超过 6 年时，浸没式液冷的全生命周期总成本将低于冷板式液冷，因此长期来看浸没式液冷的综合成本更具优势。**

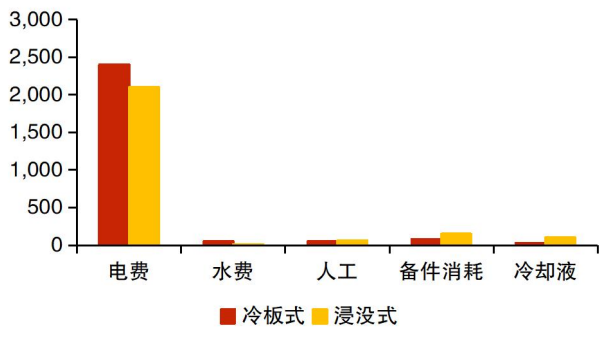
下载日志已记录，仅供内部参考

图表 24：建设成本方面浸没式显著高于冷板式（万元）



资料来源：汇融研究、华源证券研究所
注：以 100 柜 x20kW 规模、10 年周期为基准进行测算

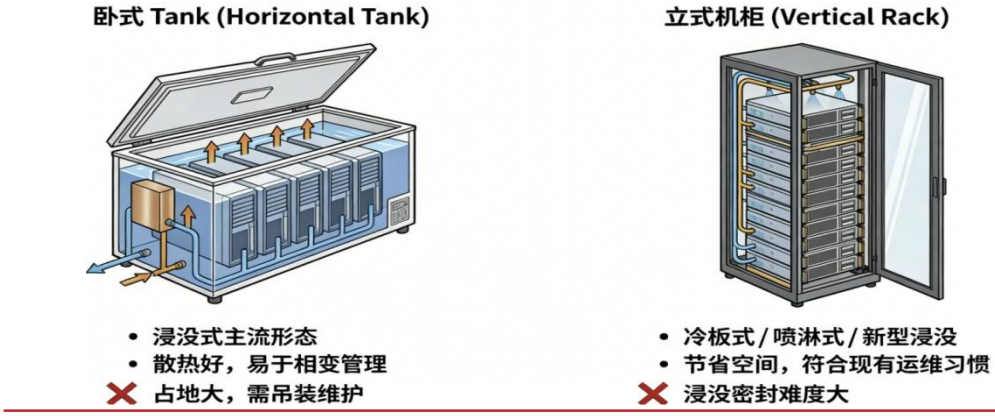
图表 25：年运营成本方面浸没式略低于冷板式（万元）



资料来源：汇融研究、华源证券研究所
注：以 100 柜 x20kW 规模、10 年周期为基准进行测算

液冷技术在进行方案选择时，还需要重点考虑服务器侧的条件，通过服务器侧的具体信息反推基础设施侧采用何种液冷技术。根据汇融研究，液冷系统主流部署形态可划分为**卧式 Tank 与立式机柜**两大类别。**卧式 Tank** 是浸没式液冷的主流应用形态，核心优势为散热效能优异，对冷却工质相变过程的管控难度更低，可稳定适配高功率算力设备的持续散热需求；其短板在于场地占地面积较大，设备日常运维需吊装作业配合，对机房物理空间与专业运维配套能力要求较高。**立式机柜**可兼容冷板式、喷淋式及新型浸没式液冷方案，核心优势为空间利用率高，部署模式贴合传统机房运维习惯，存量机房改造成本更低；其核心局限在于，若应用于浸没式场景，柜体密封设计难度大幅提升，存在冷却工质泄漏的潜在风险。

图表 26：液冷系统主流部署形态可划分为卧式 Tank 与立式机柜两大类别

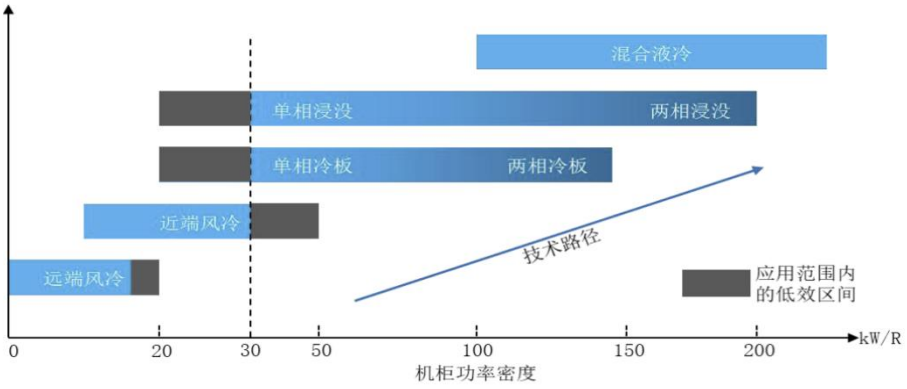


资料来源：汇融研究、华源证券研究所

根据中国电信&深知社，随着机柜功率密度的提升，制冷技术的发展路径是不断地靠近服务器从而降低热阻。近端风冷靠近热源，散热效率高于远端风冷，可以解决 50kW 以内的功率密度，但同时也带来能效低、噪音大等问题。**因此，当机柜功率密度超过 30kW/R 时，建议优先考虑液冷方案。**根据汇融研究，30–80kW 是当前 AI 服务器的主流部署功率区间，冷板式液冷凭借成熟可靠的技术体系，成为该场景的主流选型；当单机柜功率达到 80–100kW 区间，浸没式液冷在超高功率密度　场景下的散热优势显著凸显；而针对单机柜功率超 100kW、有能效需求的场景，浸没式液冷是满足高散热需求的核心方案。

下载日志已记录，仅供内部参考

图表 27：当机柜功率密度超过 30kW/R 时，建议优先考虑液冷方案



资料来源：中国电信&深知社、华源证券研究所

2.2. 架构形式：2024 年我国 IDC 机架式 CDU 占比约 65%，机柜式占比有望逐步提升

➢ **热交换**

根据中国电信&深知社，液冷的热交换主要通过 CDU 即冷量分配单元来实现。根据中讯邮电咨询设计院，冷量分配单元 CDU 主要功能是将热量从热源（如服务器等）传递到冷却介质中，从而实现对设备的有效冷却，作为整个液冷系统的“心脏”，负责提供并调节低温冷却液，为冷却液提供循环动力，通过换热器将其热量传递至一次侧系统冷源，实现冷却介质的降温。

图表 28：CDU 三大核心功能包括热量交换与隔离、环境控制和流体管理

功能	简介
热量交换与隔离	将靠近 IT 设备的 TCS 回路热量高效转移至 FWS 回路，同时隔离外部水源污染
环境控制	动态维持次级回路供液温度高于数据中心露点，有效防止冷凝水产生
流体管理	提供受控、无污染的冷却液，精确调节温度、压力和流速，适配直连芯片或浸没式液冷需求

资料来源：观研天下、华源证券研究所

根据中讯邮电咨询设计院，CDU 设备组成包括板式换热器、二次侧循环水泵、定压补液系统、膨胀罐、过滤器、控制调节阀、温湿度传感器、压力传感器、流量计、控制系统、触摸屏、电源模块、智能电表等配件。

图表 29：CDU 中包含板式换热器、循环水泵、定压补液系统等

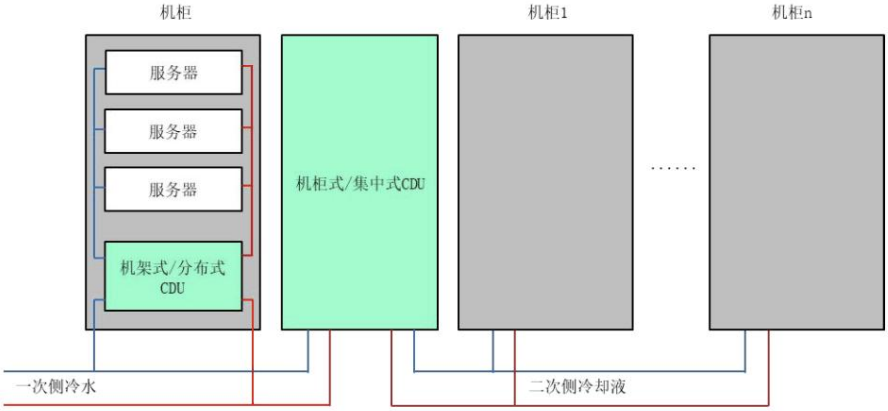


资料来源：中讯邮电咨询设计院、华源证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

根据中国电信&深知社，CDU 的安装方式不仅决定了它的安装位置，同时也决定了它的容量和所带末端的数量，可分为**机架式（分布式）和机柜式（集中式）**。根据观研天下研究院，两种形式分别适配中小型与大型数据中心的不同应用场景。在配备 2～6 台液冷机柜的小型场景中，机架式 CDU 采用入柜安装方式，能够高效利用空间并保障散热效果；而在 20 台以上液冷机柜的大型部署场景下，机柜式 CDU 更适合采用独立区域集中安装，可支持多兆瓦级散热需求。

图表 30：CDU 安装方式可以分为机架式和机柜式，两者安装位置有所不同



资料来源：中国电信&深知社、华源证券研究所

图表 31：机架式冷量范围通常在 100kW 以内，远小于机柜式

安装方式	机架式	机柜式
安装方式	高度一般为 4U，安装于机柜内	入列或者安装在单独的房间
部署方式	只为所在机柜提供制冷能力	为多台机柜提供制冷能力
冷量范围	100kW 以内	200kW–1MW 以上
接管复杂度	二次侧管路简单	二次侧管路复杂
冗余度	低，冗余难度大	高，可实现 N+X 冗余
单位千瓦成本	高	低
适用场景	中小型数据中心，快速部署	大型数据中心，规模化部署

资料来源：中国电信&深知社、华源证券研究所

根据观研天下研究院，2024 年国内数据中心 CDU 市场结构呈现明显分化，机架式凭借单柜部署、即插即用的优势，适配 10–40kW/rack 功率密度场景，占比约 65%；机柜式占比 25%。随着数据中心大型化、集群化以及单机柜功率密度持续攀升，叠加 AI 大模型训练对多兆瓦级散热、集中管控与高效流体分配的需求持续释放，集中式液冷方案逐步成为超大型智算中心、云计算基地的主流选择，机柜式 CDU 占比有望逐步提升。

图表 32：2024 年国内数据中心中机架式 CDU 占比约 65%



资料来源：观研天下、华源证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

➢ 冷源

根据中国电信&深知社，液冷架构的冷源有多种方案可供选择。选择冷源前，要确定一次侧的供水温度，ASHRAE TC9.9 定义了一次侧冷水的温度等级。

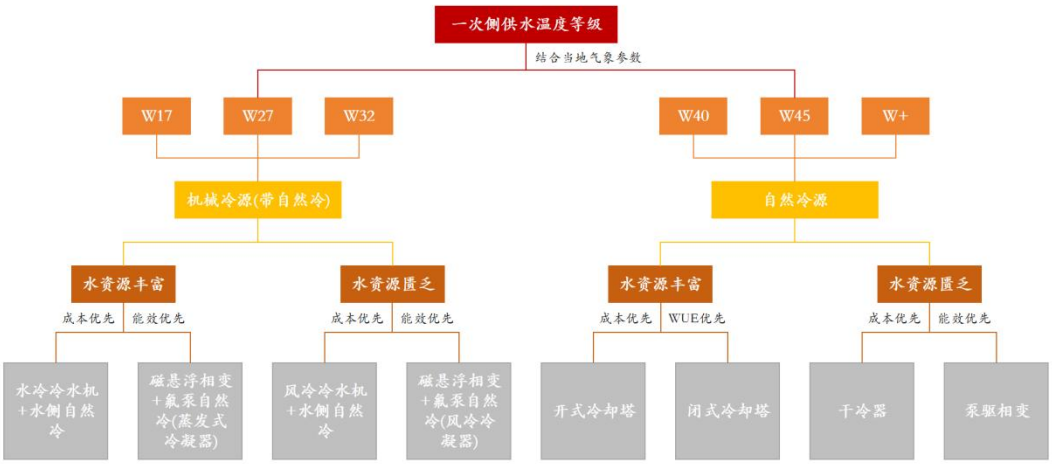
图表 33：ASHRAE 液冷水温等级

水温等级	W17	W27	W32	W40	W45	W+
对应水温	17℃	27℃	32℃	40℃	45℃	>45℃

资料来源：ASHRAE、中国电信&深知社、华源证券研究所

根据中国电信&深知社，当水温较高且当地气候条件好，可以完全利用**自然冷却系统**，而当水温较低时，一般就需要利用**机械冷却系统**。还有一种情况比较特殊：部分老旧机房也会有智算需求，因此要对它们进行液冷改造，但普遍存在的问题是现场无法新增一套供液冷使用的冷源，所以只能将原有的精密空调作为冷源。针对新建的液冷数据中心，选择冷源时需要从以下几个方面综合考虑：①一次侧供液温度等级；②气候条件（温度、湿度、气温变化范围等）；③水资源情况及 WUE 政策；④技术因素（能效、可靠性、冷却介质等）；⑤经济因素（初始投资&运行成本）；⑥其他因素（建设周期、可扩展性、建筑形式等）。

图表 34：针对新建液冷数据中心的冷源选择建议



资料来源：中国电信&深知社、华源证券研究所
注：一次侧供液温度与当地气象参数相关联，同样的供液等级在不同地区的冷源形式可能不同。

根据中国电信&深知社，液冷系统的三个核心部分组合在一起可以形成多种液冷架构。热捕获形式中，喷淋式液冷的应用案例太少，未形成完整的产业链。因此，液冷架构还是以冷板式和浸没式为主，可以归纳为下表中的 8 种架构，分别对应都有适用的场景。

图表 35：8 种液冷架构的分类和特点

序号	冷源	热捕获	CDU
①	机械冷源（环温高&供液温度低）	冷板式（兼容性高&成本低）	机柜式（大规模部署）
②			机架式（快速化部署）
③		浸没式（PUE 低&高性能计算）	机柜式（大规模部署）
④			机架式（快速化部署）
⑤	自然冷源（环温低&供液温度高）	冷板式（兼容性高&成本低）	机柜式（大规模部署）
⑥			机架式（快速化部署）
⑦		浸没式（PUE 低&高性能计算）	机柜式（大规模部署）
⑧			机架式（快速化部署）

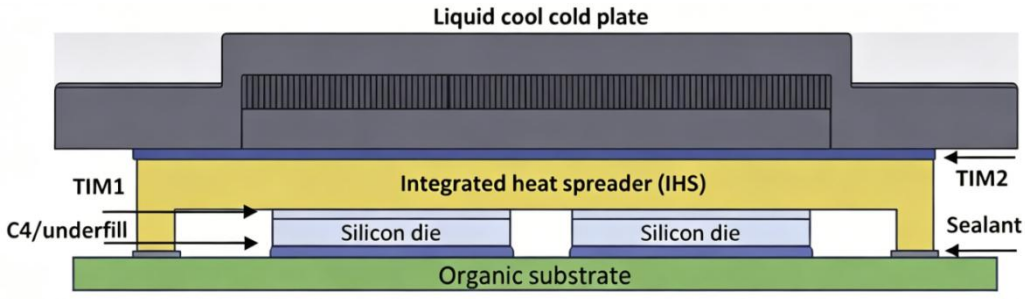
资料来源：中国电信&深知社、华源证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

2.3. 前沿技术：金刚石赋能高功耗 GPU 散热升级，微流控冷却突破封装热管理瓶颈

根据电子工程专辑信息，2026 年 2 月 23 日，Akash Systems 宣布已向印度主权云服务商 NxtGen AI Pvt Ltd 交付全球首批搭载 Diamond Cooling®技术的英伟达 GPU 服务器。这是全球首次将“金刚石导热技术”正式部署于商用 AI 服务器体系，标志着金刚石散热技术从实验室走向产业化应用，为 AI 芯片高功耗散热难题提供了全新解决路径。与此同时，英伟达也已明确布局下一代 Vera Rubin 架构 GPU，将全面采用“钻石铜复合散热+45℃温水直液冷”全新方案，双重动作凸显金刚石在 AI 热管理领域的核心价值，也预示着材料级创新正成为散热赛道的新竞争焦点。**这两种方案均非对现有冷却系统的颠覆，而是聚焦传热效率的优化升级**——前者优化 GPU 热传导路径，后者实现“局部核心极致散热+全局液冷高效控温”的双重突破，本质都是通过金刚石材料的优异特性破解散热瓶颈。

图表 36：英伟达 Vera Rubin GPU 金刚石铜复合液冷散热封装剖面示意图



资料来源：电子工程专辑、华源证券研究所

根据电子工程专辑，**金刚石基板具有一系列优异的特性，使其在高功率芯片散热中具有显著优势。卓越的热导率：**金刚石的热导率可达 800–2200W/(m·K)。如此高的热导率使得金刚石基板能够快速将热量传导出去，有效避免芯片因温度过高而出现性能下降、可靠性降低等问题。**低热膨胀系数：**金刚石热膨胀系数与半导体材料（如硅）的热膨胀系数较为相近，这就大大减少了因热膨胀所引发的材料变形、开裂等风险。**出色的电绝缘性能：**金刚石属于超宽带隙半导体，其介电击穿强度至少为碳化硅（SiC）的 3 倍，拥有 5.47eV 的高带隙以及低本征载流子密度，这些特性赋予了金刚石杰出的电气隔离性能，能够有效防止电流泄漏。

图表 37：金刚石是已知热导率较高的材料，其热性能远超传统散热材料

材料名称	热膨胀系数($10^{-6}\cdot K^{-1}$)	热导率($W\cdot m^{-1}\cdot K^{-1}$)
铝(Al)	23	230
铜(Cu)	17	400
单晶硅(Si)	2.6	150
6H 型碳化硅(6H-SiC)	4.2	490
金刚石(Diamond)	1.0~1.7	800~2200
金刚石/铝复合材料(Diamond/Al)	7.0~9.0	1021
金刚石/铜复合材料(Diamond/Cu)	4.0~7.0	900

资料来源：邓世博等《金刚石基材料及其表面微通道制备技术在高效散热中的应用》、电子工程专辑、华源证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

根据电子工程专辑，英伟达选用的钻石铜复合材料，热导率高达 950W/(m·K)，较高的热扩散系数可快速响应热点温度变化，避免热量淤积；材料热膨胀系数可调，能与半导体材料良好匹配，降低热应力。同时，金刚石的绝缘性与低介电常数，不会引入额外寄生电容，契合 AI 芯片高频运行需求。实验显示，采用钻石散热技术的 GPU，AI 及云计算性能提升 3 倍，温度降低 60%，能耗降低 40%。

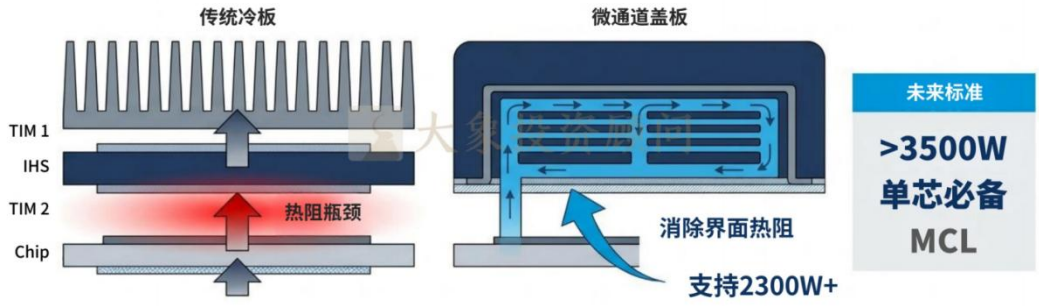
图表 38：Vera Rubin GPU 核心参数与传统铜散热短板对比鲜明

参数类别	英伟达 Vera Rubin GPU	传统铜散热方案
晶体管数量	3360 亿个	前代 GPU 水平（约 1000–2000 亿个）
单芯片最高功耗	突破 2300W	难以支撑 1500W 以上长期运行
满载核心温度	可控（钻石铜散热）	10 分钟触达 110℃过热阈值
使用寿命	大幅延长	3–5 年需更换
芯片贴合度	适配 3 纳米级精密芯片	热胀冷缩导致缝隙漏热、漏电

资料来源：电子工程专辑、华源证券研究所

根据电子工程专辑，冷板和浸没式冷却主要解决的是芯片封装向周围环境的散热问题。更紧迫的散热挑战在于封装本身，即如何管理 3D 封装架构中垂直堆叠组件之间产生的热量。**微流控冷却是解决这一内部热瓶颈的潜在方案，**其原理是利用微通道中的流体流动来实现热量的传递。通过在芯片或电子设备内部制造微米级别的通道，引导冷却液流经热源附近，利用对流换热快速转移热量。其优势源于微通道的高比表面积和层流特性，在微通道中，流体的流动通常处于层流状态，这使得热量能够在流体与通道壁之间更高效地传递，从而显著提升热传递效率。此外，微流体冷却系统具有良好的紧凑性与集成度，微通道直接集成在芯片内部，减少了外部散热组件的体积和重量，适用于高密度 3D 集成电路等对空间要求较高的应用场景。目前，相关研究正在积极推进，通过优化微通道结构、开发新型微泵和控制技术，提高微流体冷却系统的性能和稳定性，有望在未来几年实现商业化应用。

图表 39：MCL 技术通过消除中间界面热阻，解决极高热流密度的散热难题

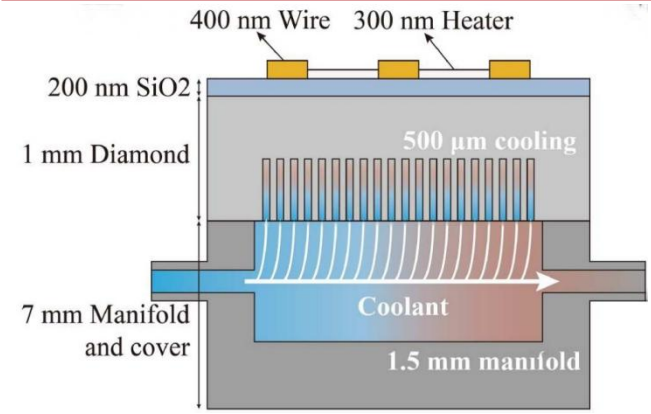


资料来源：大象研究院、华源证券研究所

根据中国科学技术科学公众号，有研究提出了一种将高热导率衬底与高效液冷技术相结合的先进热管理策略。在金刚石衬底器件中，该研究在衬底内部集成了近结微流道，实现了从内部固体导热到外部流体散热的全流程高效热管理。金刚石的超高热导率使器件热点产生的热量能够迅速通过热扩散扩展至大面积表面，同时近结液冷能够将产生的热量及时耗散，避免热量在局部堆积，从而显著降低了器件温度并提升了可靠性。

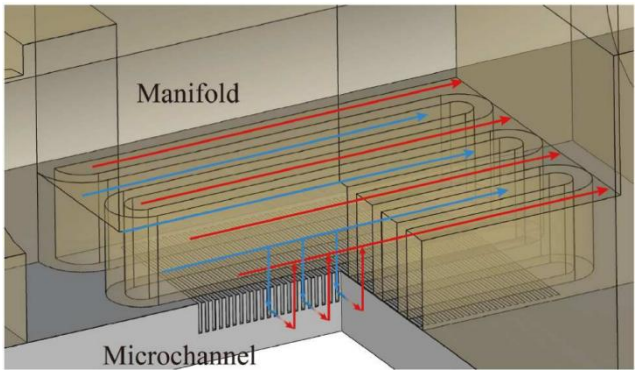
下载日志已记录，仅供内部参考

图表 40：金刚石基歧管式微通道冷却芯片纵向剖面结构



资料来源：中国科学技术科学公众号、华源证券研究所

图表 41：歧管式微通道冷却液流动三维结构示意图



资料来源：中国科学技术科学公众号、华源证券研究所

根据电子工程专辑，钻石散热市场规模或将从 2025 年的 0.37 亿美元上涨至 2030 年的 152 亿美元，渗透率从不足 0.1%提升至 10%，复合增速高达 214%，产业化处于“从 0 到 1”的关键阶段。**中国作为全球培育钻石核心产区，具备得天独厚的产业优势：**75%的培育钻石毛坯、70%以上的半导体级高纯度培育钻石均来自中国，人造金刚石产量占全球 90%以上，拥有完整产业链。

图表 42：国内外企业形成多元化竞争格局，国内企业凭借产业链优势凸显

企业类型	代表企业	核心布局方向
国内龙头（材料+应用）	瑞为新材	金刚石/金属复合材料，适配英伟达 Vera Rubin、H200 GPU，实现批量供货
国内龙头（材料+应用）	黄河旋风	工业金刚石、培育钻石，研制 8 英寸热沉片，即将量产
国内配套企业	化合积电、赛墨科技等	金刚石半导体材料、金刚石–铜复合材料、芯片级导热材料
国外核心企业	英伟达、Akash Systems	终端应用布局，钻石铜散热方案、金刚石冷却 GPU 服务器
国外材料企业	Element Six、Diamond Foundry 等	高纯度金刚石材料研发，高端细分领域技术领先

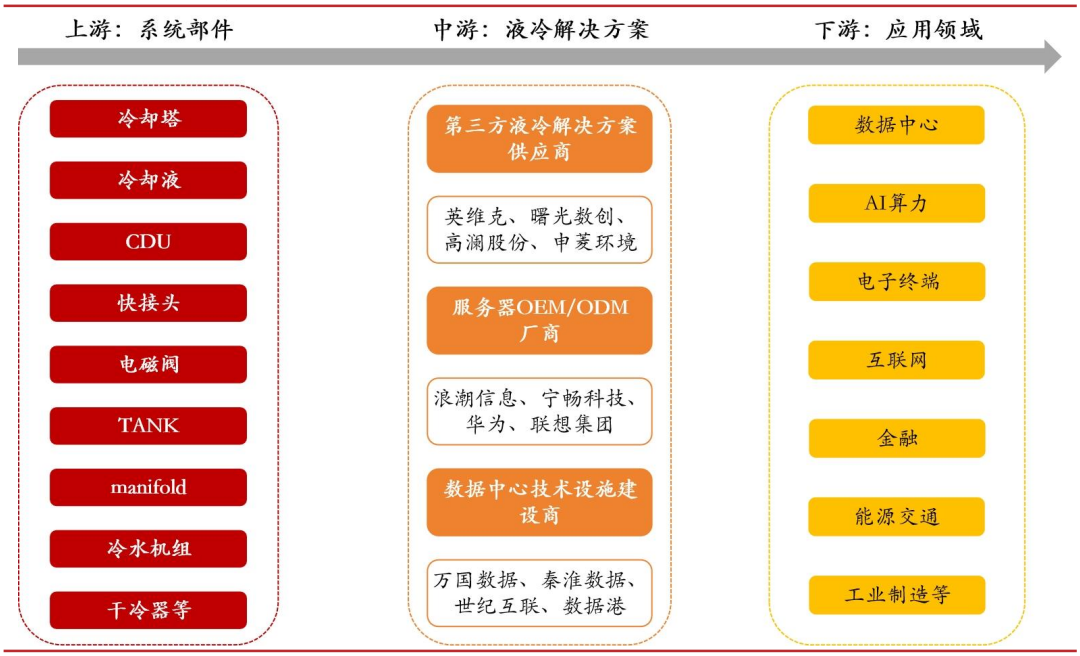
资料来源：电子工程专辑、华源证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

3. 行业格局：2028 年我国液冷渗透率或将升至 31%，上游零部件国产替代空间广阔

根据中商产业研究院，AI 液冷产业链上游为冷却塔、冷却液、CDU（冷却液分配单元）、接头、电磁阀、TANK、manifold、冷水机组、干冷器等系统部件；中游为液冷解决方案，可分为第三方液冷解决方案供应商、服务器 OEM/ODM 厂商、数据中心技术设施建设商；下游应用于数据中心、AI 算力、电子终端、互联网、金融、能源交通、工业制造等领域。

图表 43：我国液冷产业链全景图



资料来源：中商产业研究院、华源证券研究所

从竞争格局来看，**海外液冷龙头各环节技术壁垒突出：**Vertiv 坐拥全域温控产品线与全球服务网络；CoolIT、Boyd 掌控高端冷板技术；3M 氟化液占据浸没介质七成以上市场。国内厂商加速追赶，高澜股份形成冷板、CDU、浸没液冷完整布局，同飞、依米康、佳力图、申菱环境依托温控基础拓展液冷业务。

图表 44：液冷行业中部分海外厂商和国内厂商

	厂商	主要产品	技术定位	竞争优势/业务进展
海外厂商	Vertiv（维谛，美国）	CDU、精密空调、数据中心整体温控	全球数据中心温控第一	全产品线+全球服务网络
	CoolIT Systems（加拿大）	冷板、CDU、液冷解决方案	冷板式液冷全球领先	直接液冷技术专利壁垒
	Boyd Corporation（美国）	冷板、换热器、液冷组件	冷板设计与制造龙头	微通道加工技术积累深厚
	3M（美国）	Novec 氟化液、浸没式解决方案	浸没工质全球垄断超 70%	化学配方专利+规模优势
	Schneider Electric（施耐德，法国）	数据中心整体温控、配电、监控	数据中心基础设施全球巨头	完善产品组合+品牌+全球服务网络
我国厂商	英维克	CDU、冷板、液冷系统集成、数据中心温控	国内液冷绝对龙头，全球前三	GB200 等超大型项目已获订单，液冷业务增速＞50%
	高澜股份	CDU、冷板、浸没式液冷系统	国内液冷核心部件领先者	覆盖冷板式、浸没式双技术路线

下载日志已记录，仅供内部参考

	同飞股份	液体恒温设备、精密温控、液冷 CDU	工业级液体恒温领先者	切入数据中心液冷赛道，落地液冷项目
	依米康	数据中心温控设备、液冷系统集成	数据中心全生命周期温控服务商	持续获取液冷系统集成订单
	佳力图	精密空调、机房环境一体化产品	数据中心精密空调领先者	向液冷业务拓展，传统温控受益于 AI 机房建设
	申菱环境	数据中心温控设备、液冷系统解决方案	数据中心环境控制新势力	液冷解决方案已落地多个项目

资料来源：电动车千人会、电子工程专辑、华源证券研究所

3.1. 上游：液冷各个零部件存在其技术壁垒，氟化液国产化率低于 5%亟需技术突破

根据头豹研究院，液冷产业链上游是整体产业链的核心基础支撑，以冷却液、冷板、快接头、CDU 等高价值高壁垒环节直接决定系统散热效率、安全性与可靠性。

根据电子工程专辑，**液冷各个零部件存在其技术壁垒**。整体来看，海外厂商技术领先，国内英维克、高澜、巨化公司等实现多零部件配套，但整体国产化率仍然较低，尤其在浸没氟化液方面，海外巨头 3M 形成垄断，市占率超过 70%，国内厂商巨化股份、东岳集团等仍在进行研发。

图表 45：液冷零部件均有其技术壁垒和核心厂商

液冷形式	部件	技术要求	全球主要供应商	国内主要厂商
冷板式	CDU	±0.5℃控温精度，冗余设计	Vertiv、CoolIT、Boyd	英维克、高澜股份、同飞股份
	冷板	微通道设计，热阻＜0.05℃/W	CoolIT、Boyd、AAVID	英维克、飞荣达、高澜股份
	Manifold（管路分配器）	耐压、流量均匀分配、快速连接	CPC、Staubli	英维克、申菱环境
	快接头	零泄漏设计，插拔次数＞5000 次	Staubli、CPC、Parker	英维克、旭升股份
	冷却液	低冰点、高比热、低导电性	3M(Novec)、Solvay	巨化股份、东岳集团
浸没式	浸没槽(Tank)	密封、耐腐蚀、高结构强度	LiquidStack、GRC、3M	高澜股份、依米康
	CDU	大流量、高效换热、防泄漏监控	英维克、Vertiv、CoolIT	英维克、高澜股份
	浸没工质	高绝缘、低粘度、不可燃	3M(Novec)、Solvay(Fluorinert)	巨化股份、东岳集团（研发中）

资料来源：电动车千人会、电子工程专辑、华源证券研究所

图表 46：液冷主要零部件国产化率

产业环节	国产化率（2024A）	国产化率（2027E）	主要短板
液冷系统集成	~35%	~50%	大型项目经验积累
CDU	~30%	~45%	控制精度、冗余设计
冷板	~40%	~55%	微通道加工、热阻优化
快接头	~25%	~40%	零泄漏设计、耐用次数
冷却液(氟化液)	＜5%	~15%	3M 垄断超 70%，化学配方专利壁垒
循环泵/高端阀门	~30%	~45%	长期可靠性、耐腐蚀性能

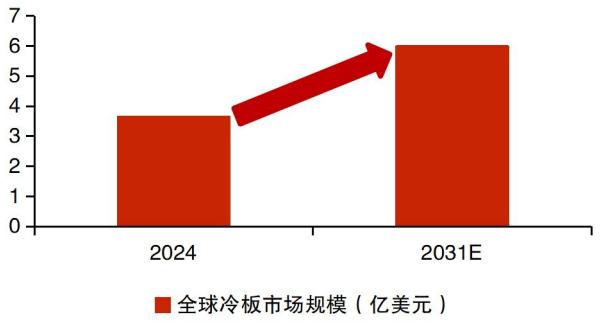
资料来源：电动车千人会、电子工程专辑、华源证券研究所

根据 QYResearch 数据，2024 年全球冷板市场销售额达到了 3.65 亿美元，预计 2031 年将达到 5.98 亿美元。全球冷板主要厂商有 Aavid、Lytron、Wakefield-Vette、Wolverine Tube、

下载日志已记录，仅供内部参考

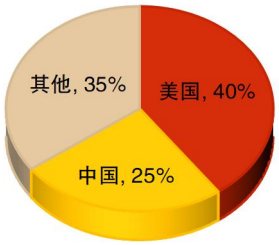
Asia Vital Components 等，全球前五大厂商共占有大约 50%的市场份额。美国是全球最大的冷板市场，占有大约 40%的市场份额，之后是中国市场，占有大约 25%的份额。

图表 47：2024 年全球冷板市场销售额达到了 3.65 亿美元



资料来源：QYResearch、华源证券研究所

图表 48：美国是全球最大的冷板市场，占比约 40%



资料来源：QYResearch、华源证券研究所

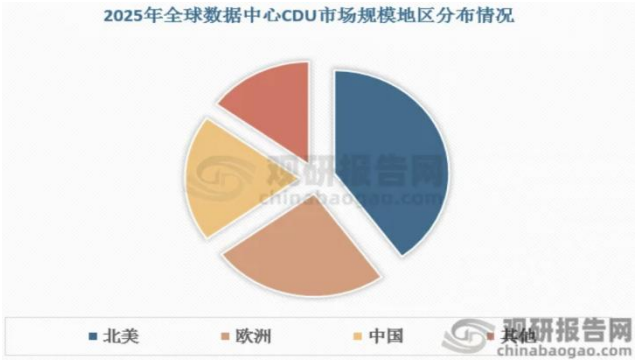
根据观研天下，2025 年全球数据中心 CDU 市场规模约 12.13 亿美元，预计 2031 年全球数据中心 CDU 市场规模将增长至 37.15 亿美元，对应 2025-2031 年复合增长率为 12.8%。区域市场方面，北美凭借技术领先优势占据全球 40%份额，欧洲以绿色数据中心政策驱动占比 25%，中国市场则因“东数西算”工程及民营数据中心崛起，份额从 2021 年的 12%跃升至 2025 年的 20%，成为全球数据中心液冷 CDU 市场的重要增长极。

图表 49：预计 2025-2031 年全球数据中心 CDU 市场规模 CAGR 为 12.8%



资料来源：观研天下、华源证券研究所

图表 50：2025 年我国 CDU 市场份额跃升至 20%



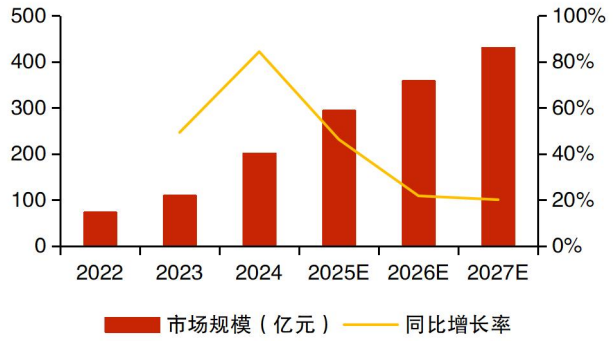
资料来源：观研天下、华源证券研究所

3.2. 中游：2027 年我国液冷服务器规模或将超 400 亿元

根据中商产业研究院数据，2023 年中国液冷服务器市场规模约为 109 亿元，同比增长 49.3%，2024 年约为 201 亿元。2025 年中国液冷服务器市场规模或达 294 亿元，到 2027 年市场规模或将超 400 亿元。根据汇融研究和 IDC 数据，**2024 年中国液冷服务器市场占比前三的厂商分别是浪潮信息、超聚变和宁畅，三者合计占据了约七成的市场份额。浪潮信息**以 36.8%的市场份额位居中国液冷服务器市场首位。浪潮信息实施“All in 液冷”战略，在亚洲建立了最大的液冷生产基地。**超聚变**以 23.4%的市场份额排名第二。超聚变专注整机柜液冷技术，其 FusionPoD for AI 产品具有高密度集成优势。**宁畅**以 11.4%的市场份额位列第三。宁畅的技术特点是“全场景液冷”布局，覆盖从边缘计算到大型数据中心的各种场景需求。

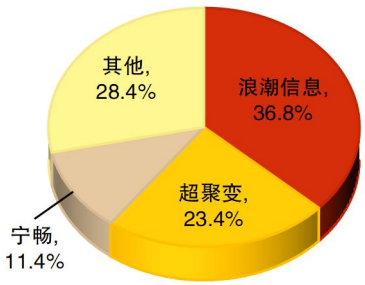
下载日志已记录，仅供内部参考

图表 51：2027 年我国液冷服务器规模或将超 400 亿元



资料来源：IDC、中商产业研究院、华源证券研究所

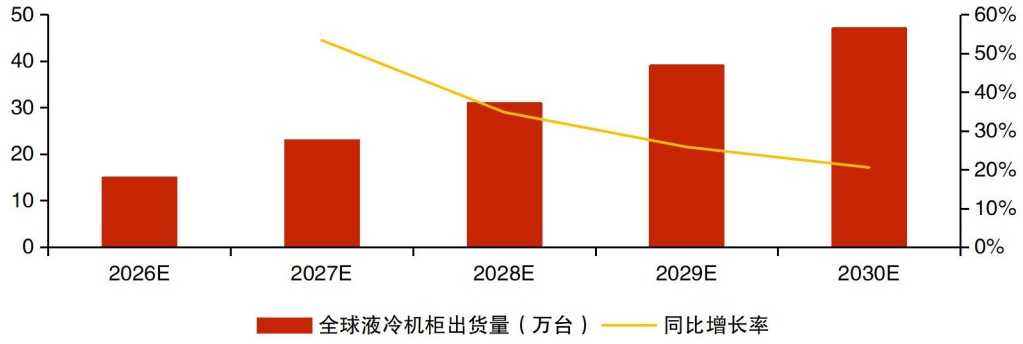
图表 52：2024 年浪潮信息在我国液冷服务器市场居首位



资料来源：IDC、汇融研究、华源证券研究所

根据中商产业研究院预测，2026 年全球液冷机柜出货量或将达 15 万台，到 2030 年或将接近 50 万台。

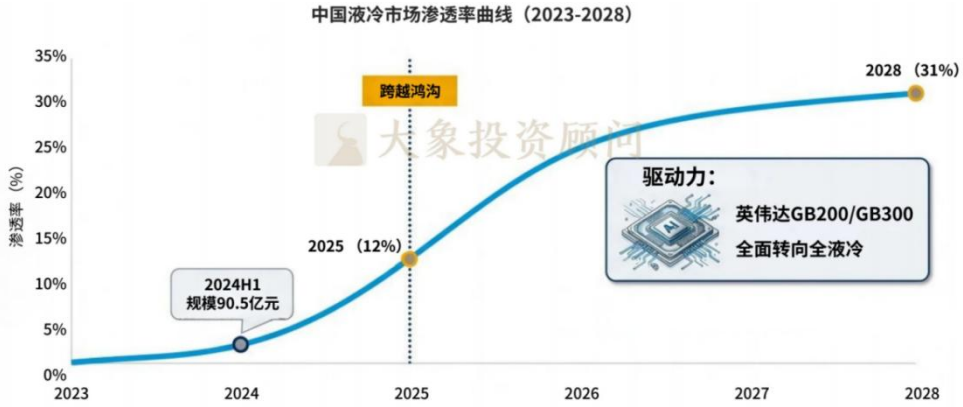
图表 53：到 2030 年全球液冷机柜出货量或将接近 50 万台



资料来源：中商产业研究院、华源证券研究所

根据大象研究院，从渗透率角度看，液冷技术在服务器中的应用正在快速提升。2025 年中国液冷渗透率约为 12%，预计到 2028 年将进一步提升至 31%。

图表 54：预计到 2028 年我国液冷市场渗透率将进一步提升至 31%



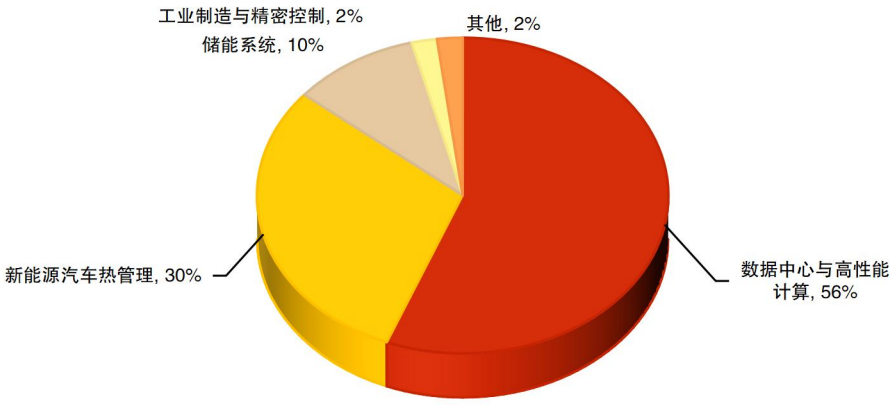
资料来源：大象研究院、华源证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

3.3. 下游：数据中心占下游需求 56%，2025 年 1-5 月运营商液冷占比达 60%-70%

根据头豹研究院，液冷产业链下游是需求驱动核心，以数据中心为重点价值环节。按照技术功能划分，数据中心与高性能计算占比约 56%，新能源汽车热管理约占 30%。

图表 55：下游应用产品市场占比（按照技术功能划分）



资料来源：头豹研究院、华源证券研究所

根据中国电信研究院，截至 2024 年 6 月，中国已建和正在建设的智算中心超 250 个，已建成的有 40 多个。

图表 56：中国智算中心规划布局图

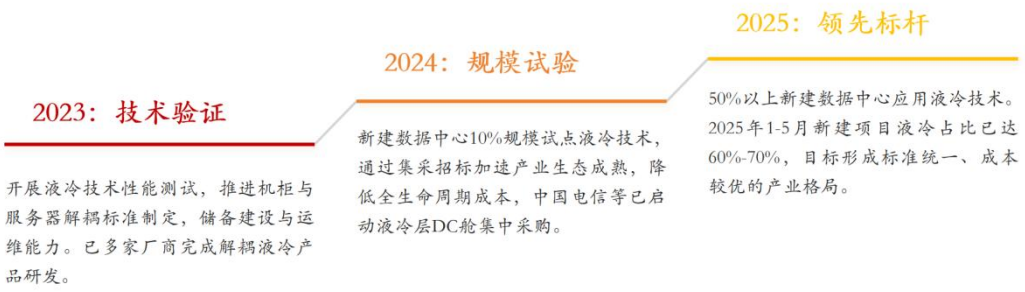


资料来源：中国电信研究院、华源证券研究所　　注：本图仅为示意简图，不代表完整的中国地图

根据《电信运营商液冷技术白皮书》和头豹研究院，中国三大电信运营商在液冷基础设施建设领域形成统一愿景、差异化落地的发展格局；2025 年 1-5 月新建项目液冷占比已达 60%-70%，国产算力卡与液冷设备兼容性提升。

下载日志已记录，仅供内部参考

图表 57：2025 年 1-5 月新建项目液冷占比已达 60%-70%



资料来源：《电信运营商液冷技术白皮书》、中国政府网、头豹研究院、华源证券研究所

图表 58：三大电信运营商在液冷基础设施建设领域发展格局

规划布局	中国移动	中国电信	中国联通
规划核心	以智算中心为载体，扩大液冷部署规模，主导标准制定，应用规模领先其他两家运营商一倍	聚焦智算中心、老旧机房改造，推进液冷技术多场景落地，打造可复制的区域化方案	响应“双碳”政策，联合产业链推进技术攻关，重点完善液冷基础设施运维体系
落地项目	2023 年启动呼和浩特数据中心绿色节能示范项目、智算中心液冷规模试点；累计建设机架超 150 万架，新规划大型数据中心均将液冷纳入采购计划	石家庄分公司落地北方首个汇聚机房规模化浸没式液冷项目；建成粤港澳大湾区首个大规模全液冷智能算力数据中心、上海临港智算中心（PUE≤1.15）；2024–2025 年集采 3,200 套弹性 DC 舱，含 323 套液冷层 DC 舱	开展液冷技术研究与试点试用，聚焦数据中心绿色低碳改造，探索边缘计算节点液冷部署方案
技术侧重	以冷板式液冷为批量应用主力，同步开展单相浸没式试点，适配 AI 算力集群高密散热需求。	冷板式与浸没式并行，在高密场景推广单相浸没式，在常规场景规模化应用冷板式，单机柜功率密度突破 30kW	以冷板式液冷为基础路线，试点单相浸没式方案，注重与国产算力卡、设备的兼容性适配

资料来源：《电信运营商液冷技术白皮书》、中国政府网、头豹研究院、华源证券研究所

4. 北交所相关标的

北交所液冷产业链企业共有 15 家，分别为**曙光数创、开特股份、利通科技、奥迪威、荣亿精密、阿为特、克莱特、方盛股份、广脉科技、海达尔、派诺科技、科隆新材、三祥科技、惠丰钻石、奥美森**。从产业位置看，这些公司大多集中在上游零部件与配套设备，少数延伸至系统方案与智算中心建设环节。

图表 59：北交所液冷产业链企业共有 15 家（数据截至 20260624）

产业链	证券代码	证券简称	相关业务信息	市值/亿元	市盈率	2025 年营收/亿元	2025 年归母净利润/万元
上游-传感器	920491.BJ	奥迪威	公司推出智能服务器液冷散热专用系列流量传感器，该产品采用超声波与涡街双技术架构，通过多传感器融合，构建从芯片级散热到机柜级热管理的全链路流量监测体系。	45.26	54	6.83	9,403
上游-传感器	92097	开特股份	基于公司在汽车热管理领域的技术积累，管路温度传感器等产品	38.67	23	11.29	17,316

下载日志已记录，仅供内部参考

	8.BJ		已成功应用于新能源汽车液冷场景，可实现对空调冷媒管路、热系统冷却液管路的温度监控。目前，公司已与广州豪特节能环保科技股份有限公司签署战略协议，双方将共同开发数据中心产业链客户相关产品市场。				
上游-服务器滑轨	920699.BJ	海达尔	公司托盘型产品主要应用于液冷型服务器。	32.85	61	3.70	6,341
上游-换热系统	920662.BJ	方盛股份	公司大力布局储能热管理、氢能热管理、数据中心液冷热管理等，在前期试样、小批量供货的基础上，业务量呈现逐步增长态势。	21.14	130	3.86	1,983
上游-金刚石粉	920725.BJ	惠丰钻石	包头项目主要负责 CVD 金刚石热沉片、半导体等功能材料及培育钻石的研发与生产，主要负责规模化量产。2026 年 5 月 22 日中国台湾某知名半导体企业一行莅临惠丰钻石考察交流，双方达成正式送样散热片业务计划。目前，公司正推进 6-12 英寸级产品研发，并探索“自支撑”薄膜的高效制备工艺，以期实现生产效率提升。	101.07	-717	1.70	-1,875
上游-精密零部件	920693.BJ	阿为特	公司在液冷服务器相关精密零部件方面的产品开发取得重要进展，业务增长较快。	20.43	-3,032	2.92	373
上游-快接头	920223.BJ	荣亿精密	2025 年第三季度公司与富世达的合作持续深化，公司所供液冷快速接头组件已稳定配套 AI 服务器。基于在液冷 UQD 细分领域的技术积累及量产验证，液冷市场持续开拓中。	23.00	-115	4.35	-1,971
上游-冷却塔	920689.BJ	克莱特	公司业务涵盖冷却塔和空冷器风机，冷却塔是数据中心液冷冷却系统的必备设备。	17.44	31	5.87	5,509
上游-密封圈	920098.BJ	科隆新材	公司针对数据中心液冷系统研发了聚四氟乙烯冷却软管及密封圈，已通过重点客户认证，具备批量供货能力。	16.55	30	4.84	5,881
上游-生产设备及生产线	920080.BJ	奥美森	公司主要产品包括换热器生产智能设备等，已应用于液冷、数据机房等行业	18.61	24	3.94	7,457
上游-液冷软管	920225.BJ	利通科技	公司数据中心液冷软管目前已经基本定型，正在通过送样、参加展会等方式进行市场开拓。	25.50	45	4.61	8,324
上游-液冷软管	920195.BJ	三祥科技	公司已经围绕液冷应用场景完成了部分产品的开发研制工作，相关产品在材料选型、结构设计、加工工艺和性能验证方面已经取得了一定进展。	12.77	12	11.35	11,182
中游-解决方案	920808.BJ	曙光数创	公司浸没液冷从技术原理角度适用于所有数据中心服务器。	165.92	803	8.82	3,690
中游-解决方案	920924.BJ	广脉科技	公司开展的算力运营服务业务有进行各大主流开源大模型的适配和应用以满足客户需求。液冷作为算力基础设施一部分，公司将根据客户需求决定建设算力中心是否采用液冷技术，公司可提供智算中心建设液冷解决方案。	17.06	119	4.84	1,740
中游-解决方案	920375.BJ	派诺科技	随着液冷技术在高效散热和节能方面的优势日益凸显，公司会结合自身在能源数字化和温控管理领域的积累，推出更适应高密度算力场景的解决方案。	11.53	204	7.08	977

资料来源：Wind、华源证券研究所

2026 年 4 月 8 日，曙光数创在“液冷聚能·智算向新”2026 战略发布会上，正式发布全球首个 MW 级相变浸没液冷整机柜及其基础设施整体解决方案（C8000 V3.0）。此次 MW 级基础设施整体解决方案 C8000 V3.0 的发布，标志着智算基础设施正式进入“兆瓦级时代”，其意义不仅在于技术指标的突破，更在于为 AI 算力的可持续发展提供了系统级答案与生态级路径。当前趋势下，传统散热与供电架构正逼近物理极限。这不仅是技术瓶颈，更是产业发展的关键制约，推动从以服务器为中心到以基础设施为中心的范式革命，是支撑超大规模智算集群建设的较好选择。C8000 V3.0 并非单一技术迭代，而是对散热、供电、控制与结构的系统性重构，通过五大技术突破定义下一代智算基础设施新范式。**浸没式相变液冷换热技术：**最高可支持单机柜功率超过 900kW，达到 MW 级，是传统液冷方案的 3-5 倍，散热能力超过 200W/cm²。采用自研国产冷媒，可实现全年自然冷却。**并首次规模化应用金刚石铜导热材料，导热率提升 80%，助力芯片性能提升 10%。**

下载日志已记录，仅供内部参考

图表 60：曙光数创发布 C8000 V3.0



资料来源：曙光数创官网、华源证券研究所

5. 风险提示

技术标准未统一风险：冷板式与浸没式的技术路线之争尚未定论，不同云厂商采用不同方案，导致产业链标准化困难。若某一路线被放弃，相关供应商可能受到冲击。

浸没工质供应链风险：3M Novec 氟化液在浸没式市场占比>70%，且部分产品面临环保限制。国产工质替代进度直接影响浸没式液冷商用化节奏。

液冷泄漏与可靠性风险：液冷系统一旦出现管路破裂或快接头泄漏，可能造成 GPU 整机损毁。这对系统可靠性和工程质量提出极高要求。

下载日志已记录，仅供内部参考

证券分析师声明

本报告署名分析师在此声明，本人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，本报告表述的所有观点均准确反映了本人对标的证券和公司的个人看法。本人以勤勉的职业态度，专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观的出具此报告，本人所得报酬的任何部分不曾与、不与，也不将会与本报告中的具体投资意见或观点有直接或间接联系。

一般声明

华源证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。
本报告是机密文件，仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司客户。本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息撰写，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测等只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人作出邀请。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特殊需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。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。
本报告所载的意见、评估及推测仅反映本公司于发布本报告当日的观点和判断，在不同时期，本公司可发出与本报告所载意见、评估及推测不一致的报告。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。除非另行说明，本报告中所引用的关于业绩的数据代表过往表现，过往的业绩表现不应作为日后回报的预示。本公司不承诺也不保证任何预示的回报会得以实现，分析中所做的预测可能是基于相应的假设，任何假设的变化可能会显著影响所预测的回报。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。
本报告的版权归本公司所有，属于非公开资料。本公司对本报告保留一切权利。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式修改、复制或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。如征得本公司许可进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“华源证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。本公司保留追究相关责任的权利。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。
本公司销售人员、交易人员以及其他专业人员可能会依据不同的假设和标准，采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论或交易观点，本公司没有就此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

信息披露声明

在法律许可的情况下，本公司可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。本公司将会在知晓范围内依法合规的履行信息披露义务。因此，投资者应当考虑到本公司及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

投资评级说明

证券的投资评级：以报告日后的 6 个月内，证券相对于同期市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

买入：相对同期市场基准指数涨跌幅在 20%以上；
增持：相对同期市场基准指数涨跌幅在 5%～20%之间；
中性：相对同期市场基准指数涨跌幅在－5%～＋5%之间；
减持：相对同期市场基准指数涨跌幅低于–5%及以下。
无：由于我们无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使我们无法给出明确的投资评级。

行业的投资评级：以报告日后的 6 个月内，行业股票指数相对于同期市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

看好：行业股票指数超越同期市场基准指数；
中性：行业股票指数与同期市场基准指数基本持平；
看淡：行业股票指数弱于同期市场基准指数。

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取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

本报告采用的基准指数：A 股市场（北交所除外）基准为沪深 300 指数，北交所市场基准为北证 50 指数，香港市场基准为恒生中国企业指数（HSCEI），美国市场基准为标普 500 指数或者纳斯达克指数，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）。