

2026 年 08 月 09 日

液冷成为 AI 算力刚需底座，北交所精密制造企业卡位液冷 1-N 机会 ——北交所行业主题报告

北交所研究团队

诸海滨（分析师）

zhuhaibin@kysec.cn

证书编号：S0790522080007

杨懿宁（分析师）

yangyining@kysec.cn

证书编号：S0790526060001

● 液冷成为 AI 算力时代刚需底座，从 0-1 迈入 1-N 导入期

IDC 智算中心与传统通用 IDC 存在明显业态差异，通用 IDC 以物理机柜租赁为主，算力密度较低，而智算中心聚焦 AI 高算力训练与推理业务，算力功耗与散热压力大幅提升。伴随 AI 服务器的功率快速增大，以及芯片制程向 3nm 迭代、3D 堆叠封装普及，高端 AI 芯片晶体管数量激增，例如英伟达 B200 晶体管规模较 H100 实现翻倍，芯片热流密度持续抬升，当前峰值已达 200W/cm²；有望突破 500-1000W/cm²；温度逐步成为 AI 服务器电子元器件故障的核心原因之一，传统风冷已难以适配。液冷技术凭借超高散热效率，可显著提升机房空间利用率，将 PUE 降至 1.2 以下，有效降低能耗与运维成本。从海外来看，英伟达 Rubin 平台实现全液冷落地，验证液冷已成为高端智算中心的确定性主流方案。根据 TrendForce 数据，预计液冷在 AI 数据中心的渗透率将从 2024 年 14%，大幅提升至 2025 年 33%，2026 年达 40%。根据头豹研究院数据 2024 年我国智算中心液冷市场规模达到了 184 亿元，较 2023 年同比增长 66.1%，预计 2029 年我国智算中心液冷市场将达到约 1300 亿元。

相关研究报告

《双英集团（920059.BJ）：全产业链汽车座椅先锋，绑定吉利 / 比亚迪 / 赛力斯——北交所新股申购报告》-2026.8.7
《公司积极拓展工业+人形机器人新领域，2026H1 营收同比+12%——北交所信息更新》-2026.8.5
《直播渠道拉动增长，电商毛利率改善，2026H1 归母净利润同比+43%——北交所信息更新》-2026.8.4

● 冷板式液冷方案目前占主导地位，上游精密零部件制造成为核心价值环节

现阶段冷板式液冷依托适配性好、改造投入偏低的优势，拿下约 65% 市场份额。冷却液、冷板、CDU、快插头等上游零部件是产业链壁垒与利润高地，直接决定液冷系统稳定性。参照头豹数据，英伟达 GB300 机柜里冷板、CDU、快插头价值占比依次为 34%、28%、15%，上游行业平均毛利率 25%~30%，高精细分赛道可达 40%~60%。1) 快插头：GPU 插槽革新预计带动快插头需求翻倍，预计单台 GB300 机柜插头用量由 CB200 的 300 颗提升至 600 颗，根据 QY Research 数据，预计 2031 年全球液冷快插头市场规模将达到 6 亿美元，2026-2032 年复合增长率 CAGR 为 10.6%。2) 3D 打印微通道冷板：微通道液冷技术作为解决高功率密度芯片散热难题的关键技术，正处于从实验室研究向大规模产业化应用转变的关键时期，3D 打印技术凭借工艺优势，补齐传统制造短板，有望成为超高算力场景下的核心微通道冷板散热解决技术。

● 多年深耕精密机加工，北交所精密制造企业卡位液冷 1-N 机会

北交所液冷相关企业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。北交所聚集大量深耕精密加工的专精特新“小巨人”企业，具备柔性定制、快速客户认证、成本响应、跨赛道工艺迁移四大核心优势。相较于沪深大型制造平台、海外零部件厂商，北交所精密制造企业更加适配液冷 1-N 阶段多型号、小批量、快速迭代的产业特征，有望持续拿到服务器厂商、液冷系统集成商的二级供应商份额，业绩逐步兑现，当前具备左侧布局价值。其中包括 1) 易实精密：与 IQ Evolution GmbH 合作，聚集 3D 打印微通道液冷板。2) 超精密制造小巨人，半导体+液冷服务器领域新业务共拓空间。3) 海达尔：服务器滑轨龙头加码高端新品，液冷服务器滑轨技术储备完善。

● 风险提示：下游需求下行、行业政策变化、新技术不及预期等风险。

目 录

1、液冷成为 AI 算力时代刚需底座，从 0-1 迈入 1-N 导入期.....	4
1.1、智算需求兴起驱动芯片功率持续跃升，散热需求迫在眉睫.....	4
1.2、传统风冷触及物理极限，液冷有望成为高密算力最优散热方案.....	7
1.3、云厂商资本开支增长 AI 产业需求强劲，液冷市场成长空间广阔.....	11
2、冷板式方案目前占主导地位，上游零部件为核心价值环节.....	14
2.1、冷板式液冷凭借兼容性强+改造成本低，目前占据市场主导地位.....	14
2.2、上游是产业链核心价值环节，部分技术壁垒高的环节毛利率高达 40%-60%.....	18
2.3、快插头高精制造壁垒，3D 打印微通道冷板解锁散热上限.....	20
3、深耕精密机加工，北交所精密制造企业卡位液冷 1-N	29
3.1、易实精密：与 IQ Evolution GmbH 合作，聚集 3D 打印微通道液冷板.....	30
3.2、阿为特：超精密制造小巨人，半导体+液冷服务器领域新业务共拓空间.....	34
3.3、海达尔：服务器滑轨龙头加码高端新品，液冷服务器滑轨技术储备完善.....	36
4、风险提示.....	39

图表目录

图 1：据中心构造及服务器机房内部示意图.....	4
图 2：IDC 通用数据中心与 AIDC 智算中心的差异.....	5
图 3：NV GPU 芯片发展演进路线.....	5
图 4：全球单机柜平均功率持续快速上行，30kW 以上高密度机柜占比显著提升	6
图 5：电子芯片的晶体管数量、热流密度和最大功耗的逐年变化.....	6
图 6：AI 服务器电子元器件故障原因分布情况（2024 年）	7
图 7：机柜功率密度与制冷方式	7
图 8：目前数据中心基础设施的制冷方式主要有风冷和液冷两种方式.....	8
图 9：液冷技术优势	8
图 10：数据中心制冷技术对应 PUE 范围	9
图 11：传统风冷方案下数据中心制冷能耗占 43%	9
图 12：液冷方案下数据中心制冷能耗占 24%	9
图 13：液冷同比风冷散热能力（2MW 机房）	10
图 14：液冷同比风冷每年收益（2MW 机房）.....	10
图 15：英伟达宣布 Rubin 平台实现 100%全液冷	11
图 16：云厂商资本开支增长 AI 产业需求强劲，全球九大 CSP 再度上修 2026 年资本支出指引（十亿美元）	12
图 17：我国智能算力建设规模稳步增长，预计 2023-2028 年复合增长率预计达到 46.2%（EFLOPS）	12
图 18：随着液冷技术从早期试点迈向规模化导入，液冷在 AI 渗透率增长空间广阔.....	13
图 19：随着液冷技术趋于成熟可靠，业界对液冷系统的认可度正不断提升，预计我国液冷市场规模稳步增长（亿元）	13
图 20：液冷技术分为接触式及非接触式两种.....	14
图 21：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	14
图 22：液冷系统通用架构原理	15
图 23：冷板式液冷系统原理图	16
图 24：单相浸没式液冷原理	16
图 25：两相浸没液冷原理	17
图 26：喷淋式液冷原理	17

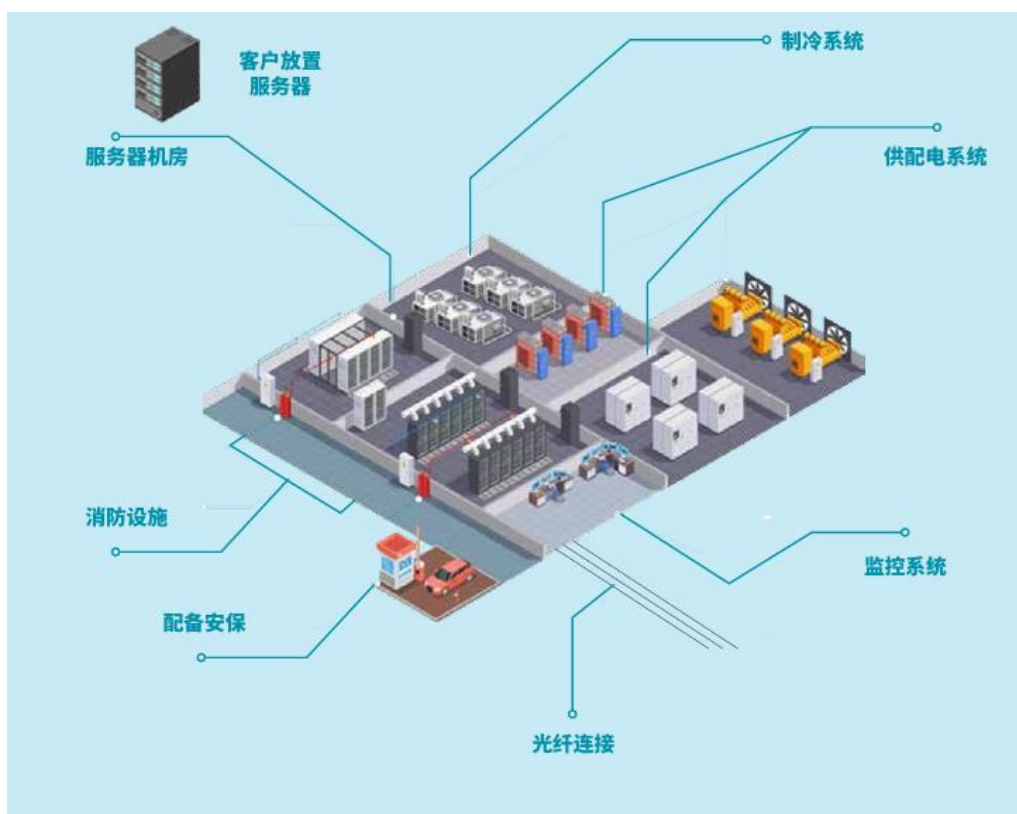
图 27: 液冷产业链图谱	18
图 28: 液冷散热模块是液冷服务器的核心部件	18
图 29: 冷板式液冷各环节价值占比 (英伟达 GB300 液冷机柜为例)	19
图 30: 液冷快速接头在服务器的应用	20
图 31: 丹佛斯通用快换接头 (UQD) 产品性能参数	21
图 32: 丹佛斯通用快换接头 (UQD) 产品	21
图 33: UQDB 盲插快插头	22
图 34: MDQ 快插头	22
图 35: 预计 2026-2032 年全球液冷快插头市场复合增长率 CAGR 为 10.6%	23
图 36: 微通道冷板	24
图 37: 英伟达微通道液冷散热板	25
图 38: 3D 打印一体化液冷冷板, 内部集成了复杂的流道结构, 无需焊接	26
图 39: Alloy Enterprises 3D 打印大面积铝液冷板	27
图 40: Alloy 3D 打印 SLM 工艺	28
图 41: 北交所液冷相关产业链企业	29
图 42: 易实精密一直专注于汽车精密金属零部件	30
图 43: 易实精密在精密件制造的: 性能、成本、服务方面具备优势	31
图 44: 易实精密在加工精度、加工表面质量等指标上超出客户要求	31
图 45: 3D 打印微通道冷板	32
图 46: 易实精密 2025 年营收 3.49 亿元 (+8.74%), 归母净利润 5,800.13 万元 (+7.21%)	33
图 47: 阿为特是一家专注于科学仪器、医疗器械、交通运输等行业的精密机械零部件制造商	34
图 48: 公司具备强大的 DFM 能力与服务, 与客户共同设计开发	34
图 49: 2026 年一季度营收 0.97 亿元 (+42.26%)	35
图 50: 服务器滑轨	36
图 51: 海达尔 2025 年营收 3.70 亿元 (-11.17%), 归母净利润 6341.10 万元 (-22.09%)	38
表 1: 液冷产业链上游平均毛利率达 25%-30% 以上, 部分技术壁垒高的环节高达 40%-60%	19
表 2: 水力直径是决定液冷板通道流动特性与散热能力的关键指标, 据此可将微纳通道冷板划分为细小通道冷板、微通道冷板 (MLCP)、纳米通道冷板三类	24
表 3: 目前液冷散热领域被看好的技术有三条路线	26
表 4: 海达尔具备服务滑轨生产的五大核心技术	37
表 5: 服务器产品多数性能已达到国外一流水平, 部分性能甚至超过国外水平	37

1、液冷成为 AI 算力时代刚需底座，从 0-1 迈入 1-N 导入期

1.1、智算需求兴起驱动芯片功率持续跃升，散热需求迫在眉睫

数据中心(IDC, Internet Data Center)是为租户/客户的计算机系统(包括服务器、存储设备、网络设备等)提供放置、电力、冷却、安全和监控等基础设施的专用空间，依赖于一个物理房间、一座建筑物或一处设施：用于构建、运行和交付应用程序和服务，同时也用于存储和管理与这些应用程序和服务相关的数据的 IT 基础设施。

图1：据中心构造及服务器机房内部示意图



资料来源：《数据中心行业投资与价值洞察》首程控股

智算需求兴起是推动数据中心供需平衡的新动力。智算中心（AIDC, Artificial Intelligence Data Center）是以人工智能计算任务为主的数据中心：基于最新人工智能理论，采用领先的人工智能计算架构，提供人工智能应用所需算力服务、数据服务和算法服务的新型算力基础设施。

AIDC 智算中心与通用型 IDC 数据中心在多个方面存在显著差异，包括应用场景、技术架构和客户群体。相较于 AIDC 智算中心，通用型 IDC 数据中心更多地提供物理空间租赁服务，而智算中心则在此基础上增加了对计算能力的需求。

图2: IDC 通用数据中心与 AIDC 智算中心的差异

IDC (通用算力中心)	AIDC (智算中心)
通用算力为主, 搭载CPU芯片	智能算力为主, 依赖GPU/FPGA/ASIC等加速芯片
通用算力	智能算力
电商、社交、即时通讯等互联网基础业务	自动驾驶、科研计算、生成式AI等
普遍2-10KW	通常在12-24kw或更高
万国数据、世纪互联等	商汤科技、华为及各大互联网科技巨头

资料来源:《数据中心行业投资与价值洞察》首程控股、开源证券研究所

AI 服务器的功率快速增大, 整柜功率远高于通算数据中心。通算数据中心机柜采用交流分散架构, 服务器搭载内置 PSU 电源, 单机功率从几 kW 到十几 kW 较常见, 服务器多一点的机柜, 20~30kW 单机柜功率已经是较高负载场景。但 AI 服务器上来以后, 功率快速增大, 基于 HGX H100 平台的 8 卡服务器为例, 按单颗 H100SXM GPU 约 700W 计算, 8 颗 GPU 本体功耗合计约 5.6kW, 整机最大功耗大约 10.2kW; 如果一个机柜放 4 台这样的服务器, 整柜功耗达到约 41kW。到了 B200/B300 时代, 8 卡服务器已经接近 14.3kW, 一个机柜如果继续放 4 台 8 卡服务器, 整柜功率会进一步上升到接近 60kW。

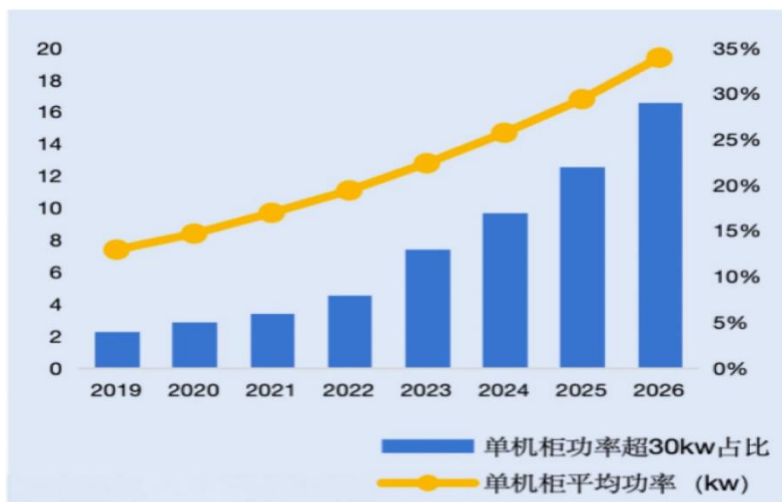
图3: NV GPU 芯片发展演进路线



资料来源: 艾特网能公众号

全球单机柜平均功率持续快速上行, 30kW 以上高密度机柜占比显著提升。根据 CDCC 数据, 2019—2025 年全球单机柜平均功率从 7kW 左右增至 16kW 左右, 30kW 以上机柜占比由 5% 以下提升至 20% 以上; 预计数据中心 GPU、服务器到机柜层级功耗全面增长, 设备散热压力将持续加大。

图4：全球单机柜平均功率持续快速上行，30kW 以上高密度机柜占比显著提升

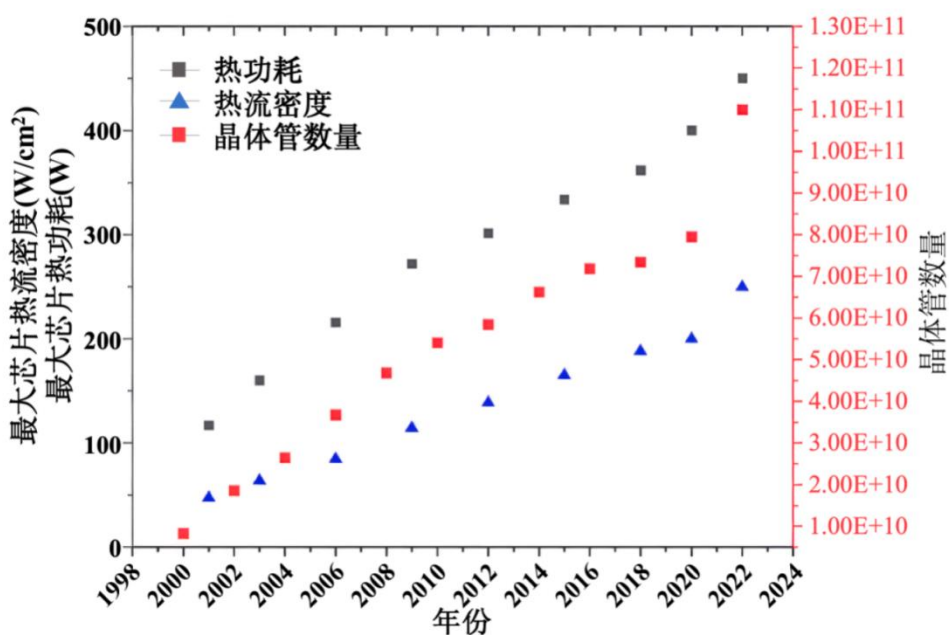


资料来源：CDCC

随着人工智能等高算力业务激增，芯片制程微缩至 3nm，3D 堆叠封装等先进封装技术不断发展，热流密度和热复杂性均持续增加。热流密度是指单位面积上的热量。根据“摩尔定律”，集成电路上可以容纳的晶体管数目始终保持每经过 18 个月到 24 个月便会增加一倍的规律增长。

英伟达在 GTC2024 大会上发布的 B200 芯片的晶体管数量已达 2080 亿个，是 H100 的 800 亿个晶体管两倍多。最大热通量已经达到 $200\text{W}/\text{cm}^2$ ，有望很快可能突破 $500\text{W}/\text{cm}^2$ 且局部热通量将达到 $1000\text{W}/\text{cm}^2$ 。

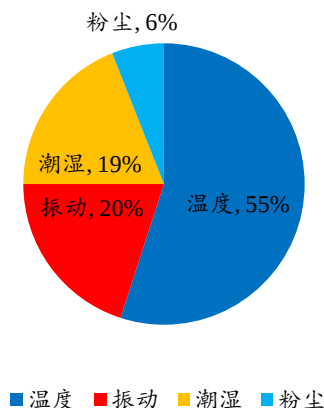
图5：电子芯片的晶体管数量、热流密度和最大功耗的逐年变化



资料来源：CDCC

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。根据头豹研究院数据，55%的电子元器件故障源于温度过高，温度每升高 2° C，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。

图6：AI 服务器电子元器件故障原因分布情况（2024 年）

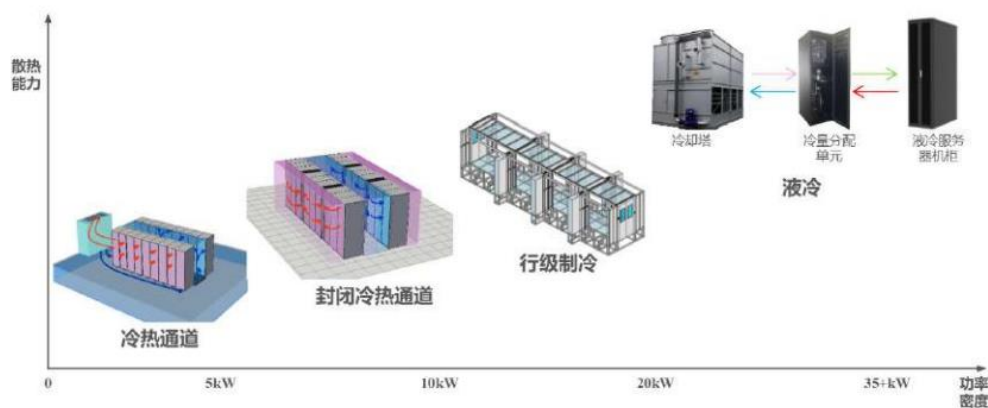


数据来源：头豹研究院、开源证券研究所

1.2、传统风冷触及物理极限，液冷有望成为高密算力最优散热方案

液冷作为数据中心新兴制冷技术，被应用于解决高功率密度机柜散热需求。算力的持续增加促进通讯设备性能不断提升，芯片功耗和热流密度也在持续攀升，产品每演进一代功率密度攀升 30~50%。当代 X86 平台 CPU 最大功耗 300~400W，业界最高芯片热流密度已超过 120W/cm²；芯片功率密度的持续提升直接制约着芯片散热和可靠性，传统风冷散热能力越来越难以为继。芯片功率密度的攀升同时带来整柜功率密度的增长，当前最大已超过 30kW/ 机架；对机房制冷技术也提出了更高的挑战。

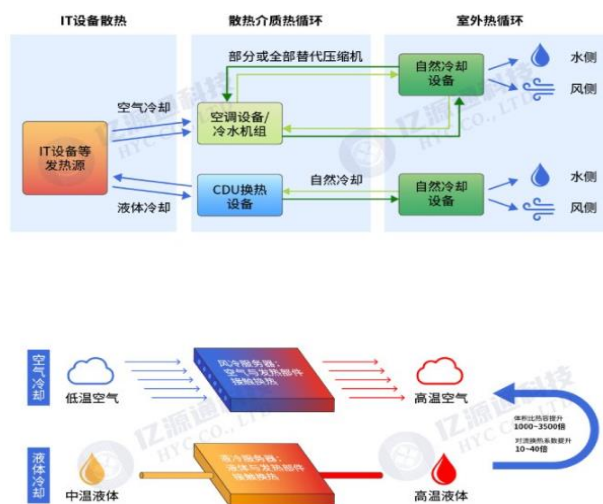
图7：机柜功率密度与制冷方式



资料来源：《液冷技术白皮书》中兴通讯

目前数据中心基础设施的制冷方式主要有风冷和液冷两种方式。液冷技术是指利用液体取代空气作为冷却介质，与服务器发热元器件进行热交换，将服务器元器件产生的热量带走，以保证服务器工作在安全温度范围内的一种冷却方法。风冷技术依赖于风扇和空调系统，通过空气流动带走热量。液冷技术通过液体直接冷却发热器件，液体的导热能力是空气的 25 倍，液体的体积比热容是空气的 1000~3500 倍，液体的对流换热系数是空气的 10~40 倍，同等情况下，液冷的冷却能力远高于空气。

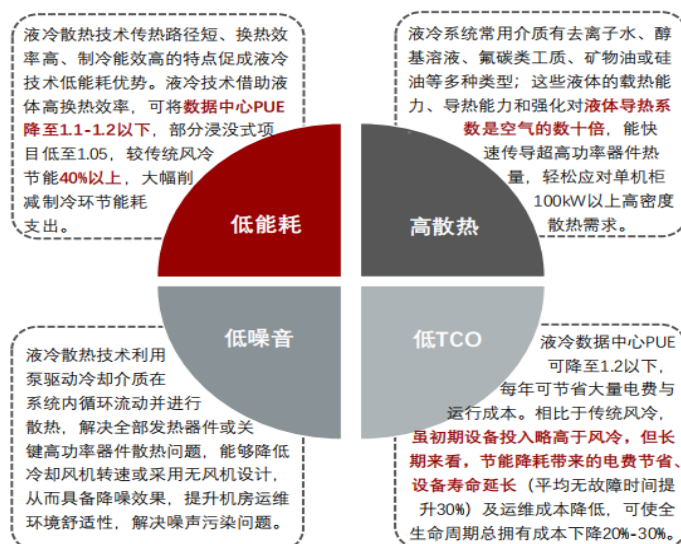
图8：目前数据中心基础设施的制冷方式主要有风冷和液冷两种方式



资料来源：亿源通科技官网

液冷行业以液冷技术为核心，围绕液体散热相关的设备研发、生产、系统集成及运维服务等形成的产业集群。其中。液冷技术是核心支撑，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。

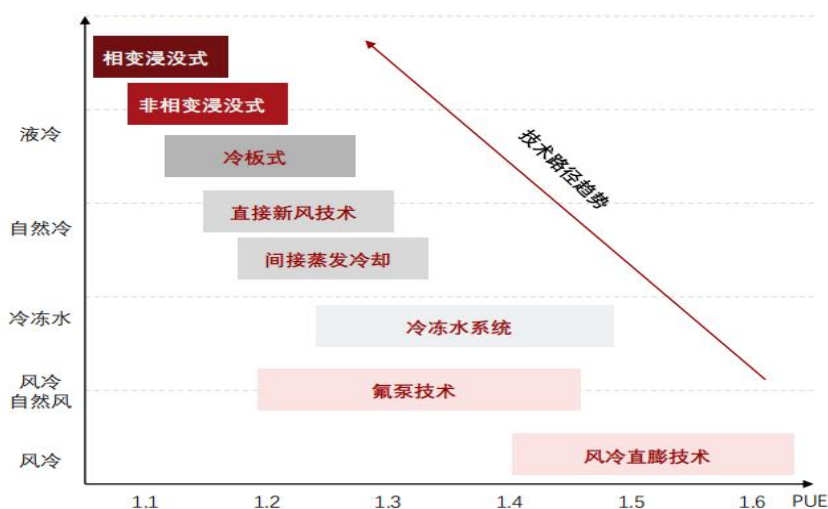
图9：液冷技术优势



资料来源：头豹研究院

PUE 是评估数据中心效率水平的重要指标， $PUE = \text{数据中心消耗的所有能源} / \text{IT 负载消耗的能源}$ ，其中 IT 负载消耗是指用于计算、存储和网络设备的电力和能源，PUE 越接近 1，数据中心的能效水平越好。作为“新基建”的数字底座与核心代表，数据中心在国家“双碳”目标战略框架下被赋予更高维度的绿色发展使命。国家层面对于大型数据中心 PUE 指标要求逐年提高，根据 2024 年 7 月国家发改委等联合发布《数据中心绿色低碳发展专项行动计划》，要求到 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。

图10：数据中心制冷技术对应 PUE 范围



资料来源：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，当前数据中心制冷能耗占约 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。

图11：传统风冷方案下数据中心制冷能耗占 43%

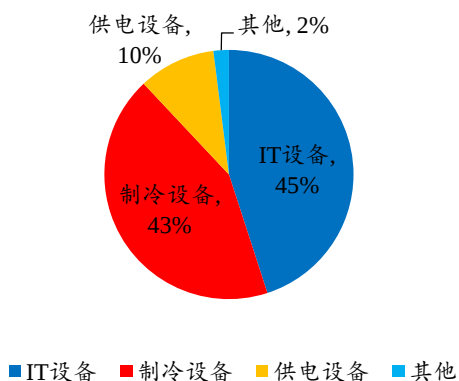
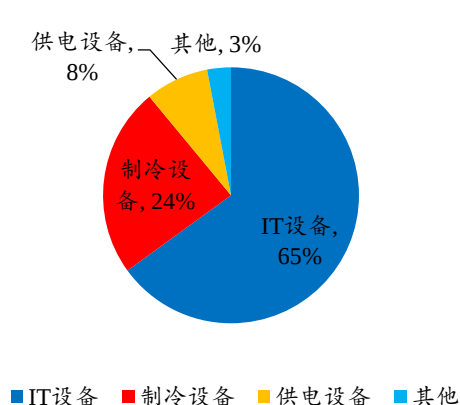


图12：液冷方案下数据中心制冷能耗占 24%



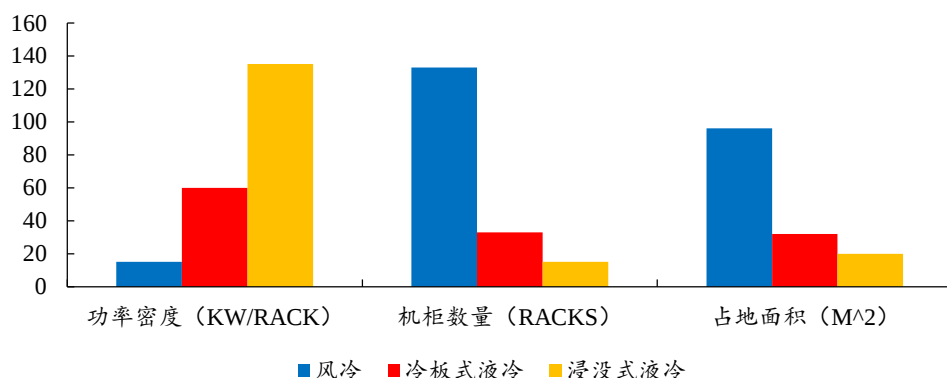
数据来源：头豹研究院、开源证券研究所

数据来源：头豹研究院、开源证券研究所

针对单芯片，液冷相比于风冷具有更高的散热能力，同时能够提高数据中心空间利用率、节省用地面积。液冷系统常用介质有去离子水、醇基溶液、氟碳类工质、矿物油或硅油等多种类型；这些液体的载热能力、导热能力和强化对流换热系数均远大于空气；因此，针对单芯片，液冷相比于风冷具有更高的散热能力。

同时，液冷直接将设备大部分热源热量通过循环介质带走；单板、整柜、机房整体送风需求量大幅降低，允许高功率密度设备部署；同时，在单位空间能够布置更多的 ICT 设备，提高数据中心空间利用率、节省用地面积。

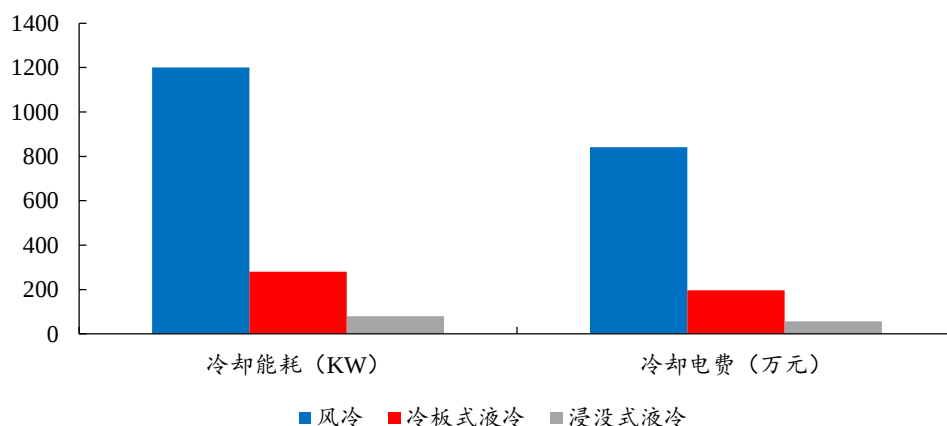
图13：液冷同比风冷散热能力（2MW 机房）



数据来源：《液冷技术白皮书》中兴通讯、开源证券研究所

液冷技术具有极佳的节能效果，液冷数据中心 PUE 可降至 1.2 以下，每年可节省大量电费，能够较好的降低数据中心运行成本。相比于传统风冷，液冷散热技术的应用虽然会增加一定的初期投资，但可通过降低运行成本回收投资。以规模为 10MW 的数据中心为例，比较液冷方案（PUE1.15）和冷冻水方案（PUE1.35），预计 2.2 年左右可回收增加的基础设施初投资。

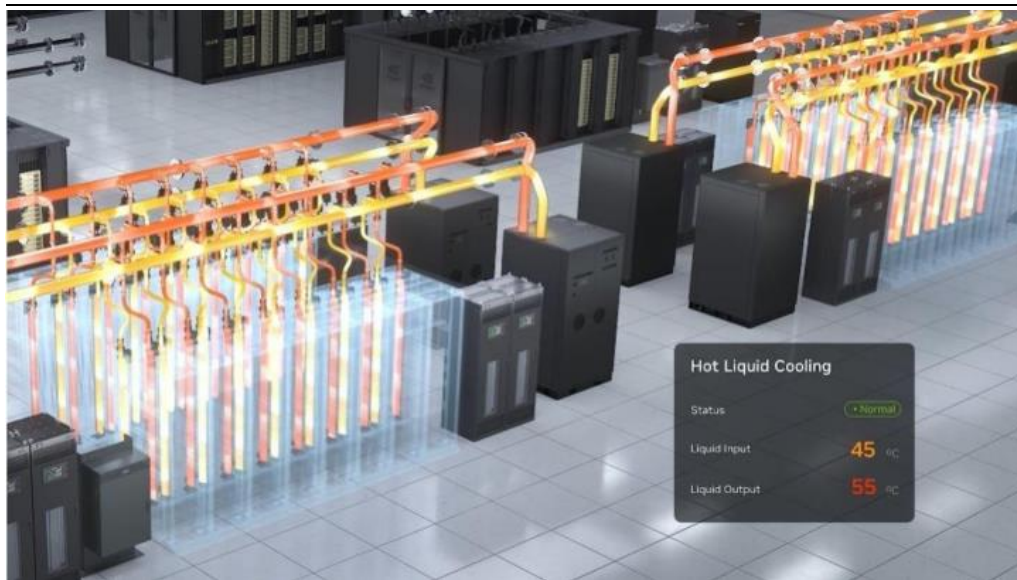
图14：液冷同比风冷每年收益（2MW 机房）



数据来源：《液冷技术白皮书》中兴通讯、开源证券研究所

此外，英伟达 2026 年 6 月 21 日宣布 Rubin 平台实现 100%全液冷。每一颗芯片、每一个网络组件，全部由液体闭环冷却，系统内没有任何风扇。冷却液以 45℃ 进入、约 55℃ 流出。在气候适宜的地区，这套系统甚至可以全年不启动机械冷水机组，将设施冷却用水量从传统冷却塔每年约 260 万加仑/兆瓦降至接近零。

图15：英伟达宣布 Rubin 平台实现 100%全液冷



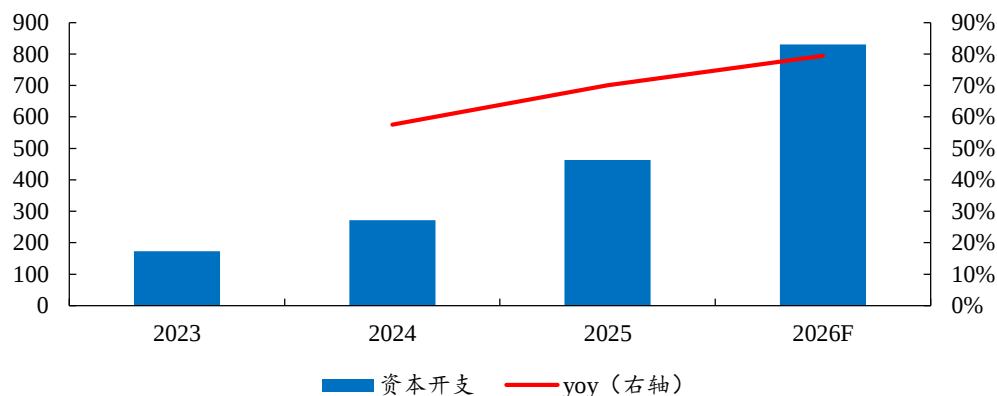
资料来源：英伟达官网、产联社 CLS

1.3、云厂商资本开支增长 AI 产业需求强劲，液冷市场成长空间广阔

云厂商资本开支增长 AI 产业需求强劲，全球九大 CSP 再度上修 2026 年资本支出指引。根据 TrendForce 数据，由于多数北美主要云端服务供应商（CSP）再度上修 2026 年资本支出指引，以回应强劲的 AI 需求，全年美系 Google（谷歌）、AWS（亚马逊云科技）、Meta、Microsoft（微软）、Oracle（甲骨文）以及中系 ByteDance（字节跳动）、Tencent（腾讯）、Alibaba（阿里巴巴）、Baidu（百度）等九大 CSP，合计资本支出预估至约 8,300 亿美元，年增率也从原本的 61%提升至 79%。

其中 2026 年 Microsoft 上调展望至 1,900 亿美元，年增率提高为 130%左右，其中约 250 亿美元为反映零部件价格上涨影响；Google 从 1,750-1,850 亿美元上修至 1,800-1,900 亿美元，年成长率也超过一倍；Meta 则将资本支出区间由 1,150-1,350 亿美元上修至 1,250-1,450 亿美元，估计年增率约 85%；AWS 亦因应 AI 云端服务需求，预计 2026 年资本支出逾 2,300 亿美元，年成长 50%以上。

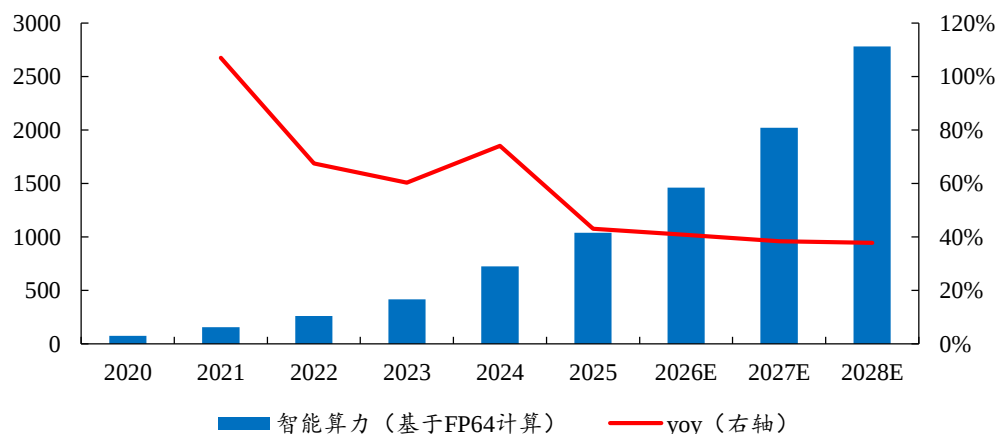
图16：云厂商资本开支增长 AI 产业需求强劲，全球九大 CSP 再度上修 2026 年资本支出指引（十亿美元）



数据来源：TrendForce、开源证券研究所

我国智能算力建设规模稳步增长, 预计 2023-2028 年复合增长率预计达到 46.2%。根据 IDC《2025 年中国人工智能算力发展评估报告》数据, 2025 年中国智能算力规模将达到 1,037.3 EFLOPS, 预计到 2028 年将达到 2,781.9EFLOPS, 预计 2023-2028 年期间, 中国智能算力规模的五年年复合增长率达 46.2%。

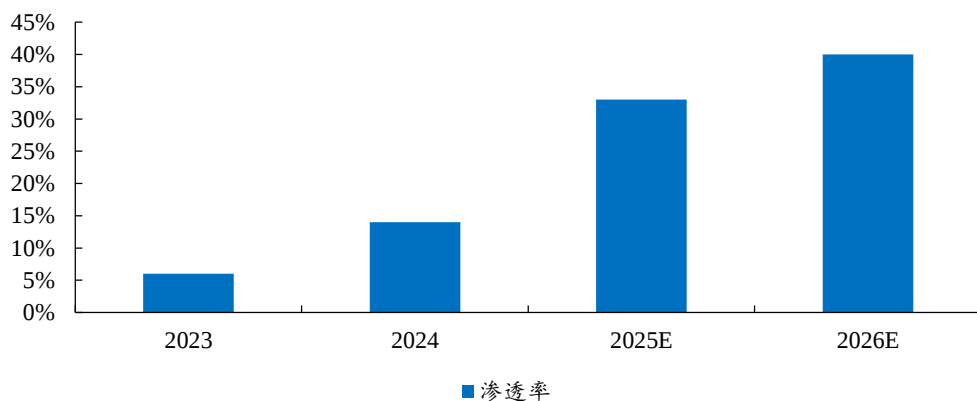
图17：我国智能算力建设规模稳步增长，预计 2023-2028 年复合增长率预计达到 46.2%（EFLOPS）



数据来源：《2025 年中国人工智能算力发展评估报告》IDC、开源证券研究所

随着液冷技术从早期试点迈向规模化导入，液冷在 AI 渗透率增长空间广阔。根据 TrendForce 数据，随着 NVIDIA GB200 NVL72 机柜式服务器于 2025 年放量出货，云端从业者加速升级 AI 数据中心架构，促使液冷技术从早期试点迈向规模化导入，预计液冷在 AI 数据中心的渗透率将从 2024 年 14%，大幅提升至 2025 年 33%，2026 年达 40%。

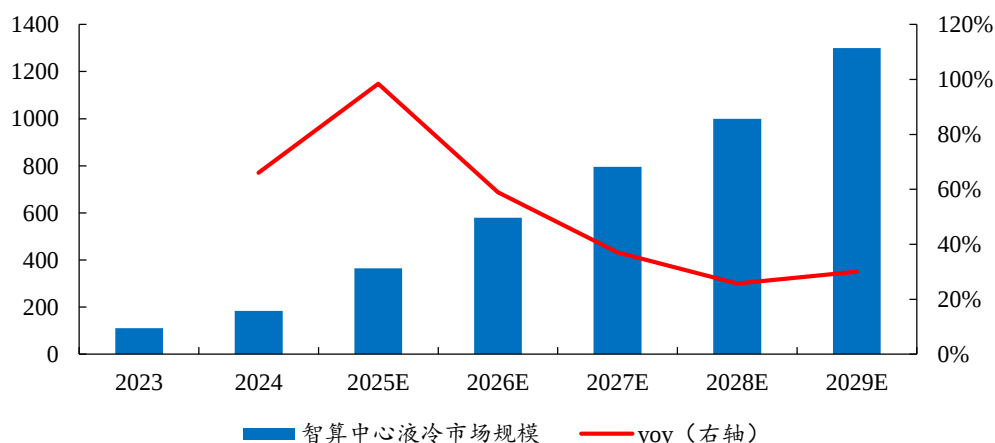
图18：随着液冷技术从早期试点迈向规模化导入，液冷在 AI 渗透率增长空间广阔



数据来源：TrendForce、开源证券研究所

随着液冷技术趋于成熟可靠，业界对液冷系统的认可度正不断提升，预计我国液冷市场规模稳步增长。根据头豹研究院数据 2024 年我国智算中心液冷市场规模达到了 184 亿元，较 2023 年同比增长 66.1%，预计 2029 年我国智算中心液冷市场将达到约 1300 亿元。

图19：随着液冷技术趋于成熟可靠，业界对液冷系统的认可度正不断提升，预计我国液冷市场规模稳步增长（亿元）



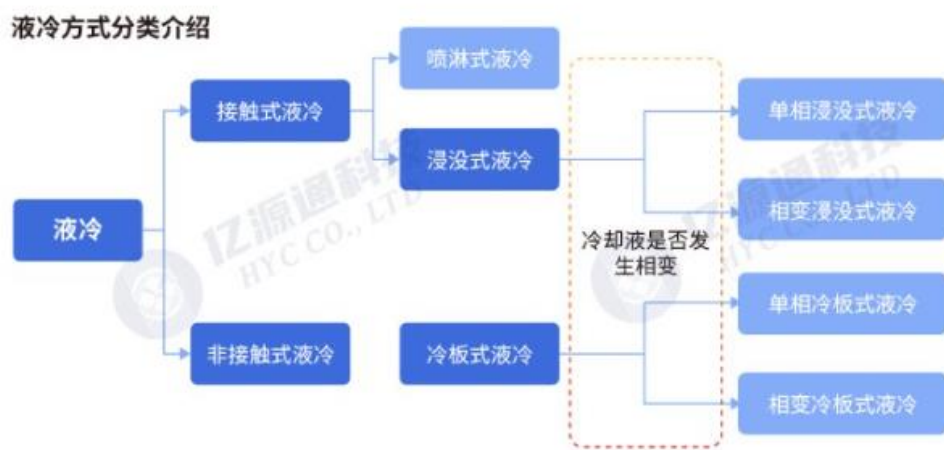
数据来源：中国通信院、头豹研究院、开源证券研究所

2、冷板式方案目前占主导地位，上游零部件为核心价值环节

2.1、冷板式液冷凭借兼容性强+改造成本低，目前占据市场主导地位

液冷技术分为接触式及非接触式两种，接触式液冷是指将冷却液体与发热器件直接接触的一种液冷实现方式，包括浸没式和喷淋式液冷等具体方案。非接触式液冷是指冷却液体与发热器件不直接接触的一种液冷实现方式，包括冷板式等具体方案。其中，冷板式液冷采用微通道强化换热技术具有极高的散热性能，目前行业成熟度最高；而浸没式和喷淋式液冷实现了 100%液体冷却，具有更优的节能效果。

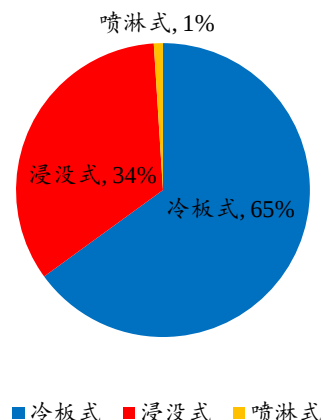
图20：液冷技术分为接触式及非接触式两种



资料来源：亿源通科技官网

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%；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；喷淋式液冷技术成熟度相对较低。

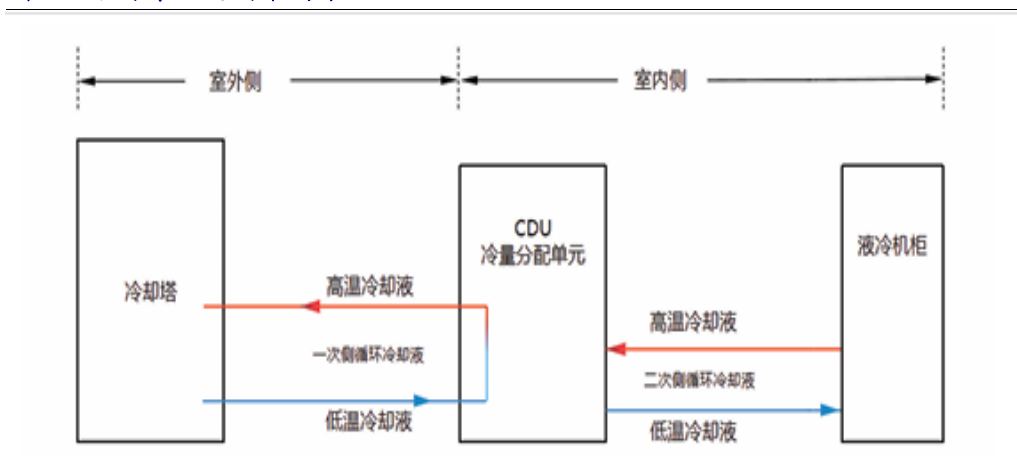
图21：冷板式液冷凭借兼容性强、改造成本低等优势占据主要市场



数据来源：头豹研究院、开源证券研究所

液冷系统通用架构包括室外侧包含冷却塔、一次侧管网、一次侧冷却液；室内侧包含 CDU、液冷机柜、ICT 设备、二次侧管网和二次侧冷却液。

图22：液冷系统通用架构原理



资料来源：《液冷技术白皮书》中兴通讯

冷板式液冷是通过液冷板（通常为铜铝等导热金属构成的封闭腔体）将发热器件的热量间接传递给封闭在循环管路中的冷却液体，通过冷却液体将热量带走的一种散热形式。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。

冷板式液冷散热原理包括：

1) 液冷板与芯片贴合；

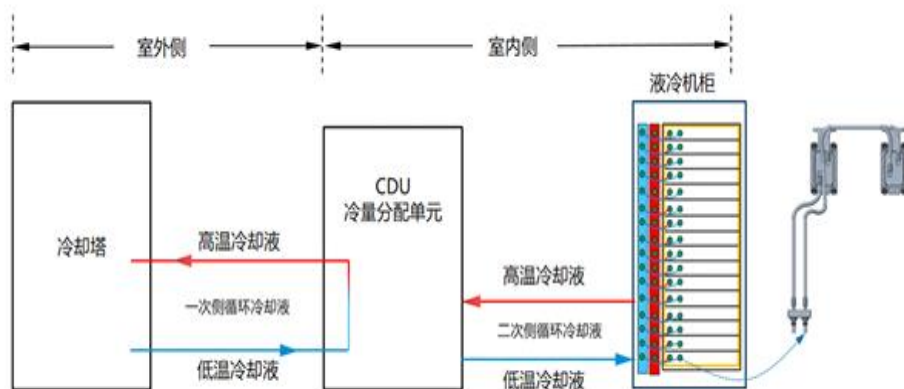
2) 芯片设备热量通过热传导传递到液冷板，工质在 CDU 循环泵的驱动下进入冷板，之后在液冷板内通过强化对流换热吸收热量

3) 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，温度降低；

4) 低温的工质再进入循环泵，一次侧冷却液最终通过冷却塔将热量排至大气环境中。

冷板式液冷作为非接触式液冷的一种，行业内具有 10 年以上的研究积累，在三种主流液冷方案中技术成熟度最高，是解决大功耗设备部署、提升能效、降低制冷运行费用、降低 TCO 的有效应用方案。具备的优势包括：1) 产品架构兼容性：可兼容现有硬件架构；2) 机房适应性：灵活适用于旧机房改造和新建机房；3) 可靠性：液体与设备不直接接触，可靠性更高；4) 维护性：易开展维护性设计，可实现在线维护方案；5) 节能：数据中心的 PUE 值可降至 1.2 以下；6) 噪声：风机转速大幅降低，噪声值可至 70dB 左右。

图23：冷板式液冷系统原理图



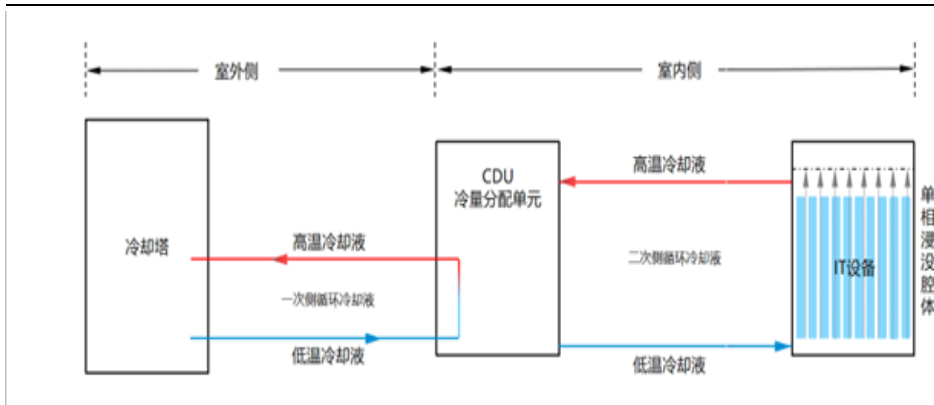
资料来源：《液冷技术白皮书》中兴通讯

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，发热器件与冷却液直接接触并进行热交换的制冷形式。浸没式液冷系统室外侧包含冷却塔、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要采用不导电液体，如矿物油、硅油、氟化液等。

按照热交换过程中冷却液是否存在相态变化，可分为单相浸没液冷和两相浸没液冷两类。

1) 单相浸没式液冷：CDU 循环泵驱动二次侧低温冷却液由浸没腔体底部进入，流经竖插在浸没腔体中的 IT 设备时带走发热器件热量；吸收热量升温后的二次侧冷却液由浸没腔体顶部出口流回 CDU；通过 CDU 内部的板式换热器将吸收的热量传递给一次侧冷却液；吸热升温后的一次侧冷却液通过外部冷却装置（如冷却塔）将热量排放到大气环境中，完成整个制冷过程。

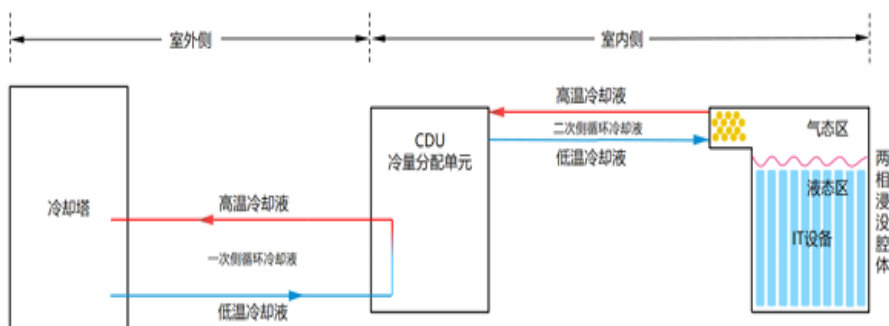
图24：单相浸没式液冷原理



资料来源：《液冷技术白皮书》中兴通讯

2) **两相浸没液冷**：其传热路径与单相浸没液冷基本一致。主要差异在于二次侧冷却液仅在浸没腔体内部循环，浸没腔体内顶部为气态区、底部为液态区：IT 设备完全浸没在低沸点的液态冷却液中，液态冷却液吸收设备热量后发生沸腾，汽化产生的高温气态冷却液因密度较小，会逐渐汇聚到浸没腔体顶部，与安装在顶部的冷凝器发生换热后冷凝为低温液态冷却液，随后在重力作用下回流至腔体底部，实现对 IT 设备的散热。

图25：两相浸没液冷原理

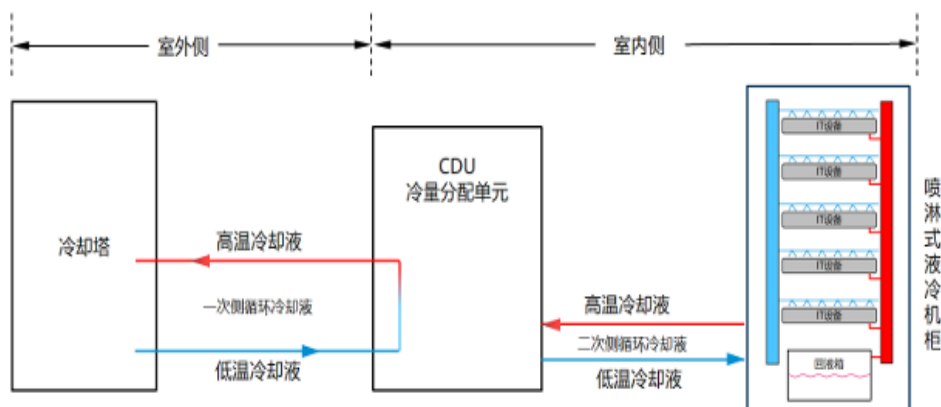


资料来源：《液冷技术白皮书》中兴通讯

喷淋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，属于直接接触式液冷。喷淋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。

喷淋式液冷在冷量分配单元内冷却后的冷却液被泵通过管路输送至喷淋机柜内部；冷却液进入机柜后直接通过分液器进入与服务器相对应的布液装置，或将冷却液输送至进液箱以提供固定大小的重力势能以驱动冷却液通过布液装置进行喷淋；冷却液通过 IT 设备中的发热器件或与之相连的导热材料进行喷淋制冷；被加热后的冷却液将通过回液箱进行收集，并通过泵输送至冷量分配单元进行下一个制冷循环。

图26：喷淋式液冷原理

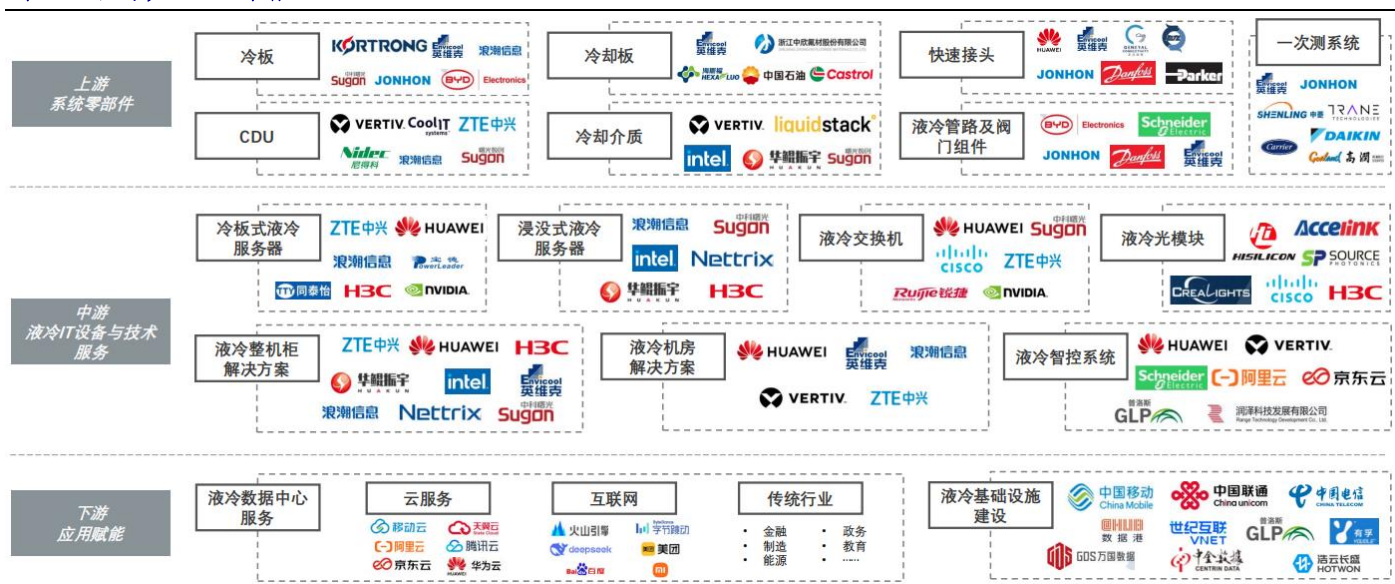


资料来源：《液冷技术白皮书》中兴通讯

2.2、上游是产业链核心价值环节，部分技术壁垒高的环节毛利率高达40%-60%

中国液冷产业链上游为核心零部件，中游包括液冷 IT 设备与技术，下游包括应用赋能与基础设施建设；上中下游三者紧密联系，相互协作。

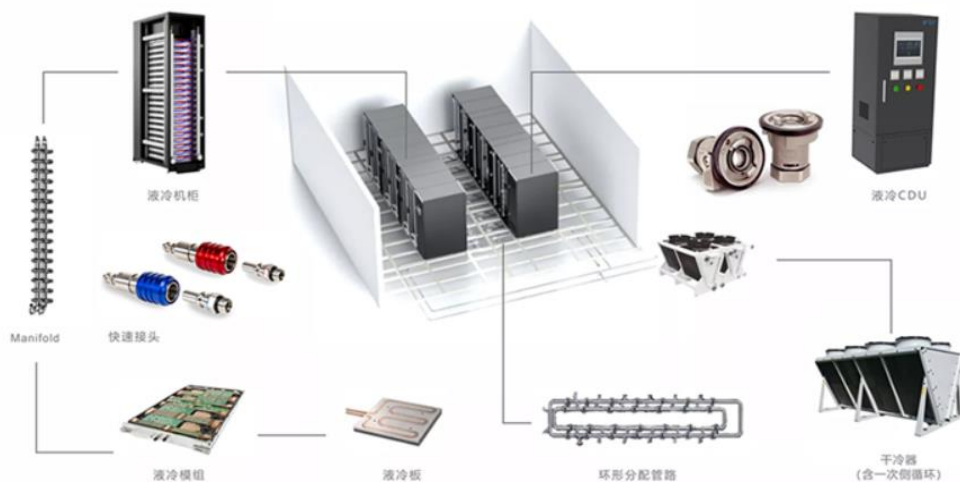
图27：液冷产业链图谱



资料来源：中国通信院、头豹研究院

液冷散热模块是液冷服务器的核心部件。液冷板：散热模块中的核心部件，直接接触处理器等发热元件，通过内部微通道循环冷却液实现高效换热。CDU（冷却分配单元）：冷却分配单元连接室内外冷却系统，集成水泵、控制器、换热器等，实现智能温控与流量调节。管路、接头：主要是连接各部件，确保冷却液循环流动。

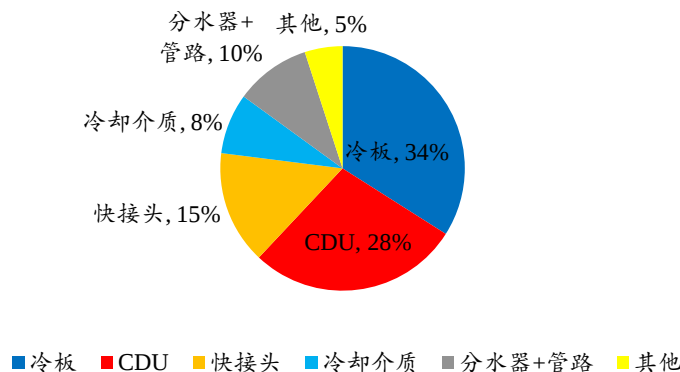
图28：液冷散热模块是液冷服务器的核心部件



资料来源：HANSEN FLUID 官网

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、快插头、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。上游是液冷全产业链的利润核心，根据头豹研究院数据，英伟达 GB300 液冷机柜中冷板、CDU 和快插头价值量占比分别达 34%、28%、15%。

图29：冷板式液冷各环节价值占比（英伟达 GB300 液冷机柜为例）



数据来源：头豹研究院、开源证券研究所

液冷产业链上游平均毛利率达 25%-30% 以上，部分技术壁垒高的环节高达 40%-60%。其中，CDU 和快插头毛利率分别达 40%-60%和 40%-50%。

表1：液冷产业链上游平均毛利率达 25%-30% 以上，部分技术壁垒高的环节高达 40%-60%

对比	平均毛利率	市场现状	核心/细分详情
冷板	20%-30%	竞争激烈，技术相对成熟	英伟达 GB300 专用冷板:40%-60%（定制化设计单价高） 技术差异:微通道冷板毛利率高于普通冷板
CDU	40%-60%	产业链毛利最高环节	钎焊板式换热器:45%（单台 CDU 必备） 循环泵:35%（占 CDU 成本约 30%）
快插头	40%-50%	部分高端产品毛利更高	国产厂商:鼎通科技液冷模组毛利率 40%+ 一体化方案:川环科技软管+接头总成毛利率 40%-50% 技术溢价:接口液冷模块毛利率比普通连接器高
冷却介质	氟化液 40%-60% 水基液 20%-30%	氟化液毛利高，水基冷却液技术壁垒相对较低	巨化股份液冷冷却液毛利 42% 新宙邦有机氟化学品（含液冷氟化液）毛利 62.8% 3M 氟化液毛利约 70%（全球垄断，国产替代空间大）
分水器	30%-35%	竞争较激烈，议价能力中等	与冷板配套的定制化歧管:可达 35%以上 标准化产品:约 30%
循环泵	30%-35%	部分高端屏蔽泵达 40%	热水循环屏蔽泵（液冷专用）:35% 磁力驱动泵:30%-35%（寿命长）

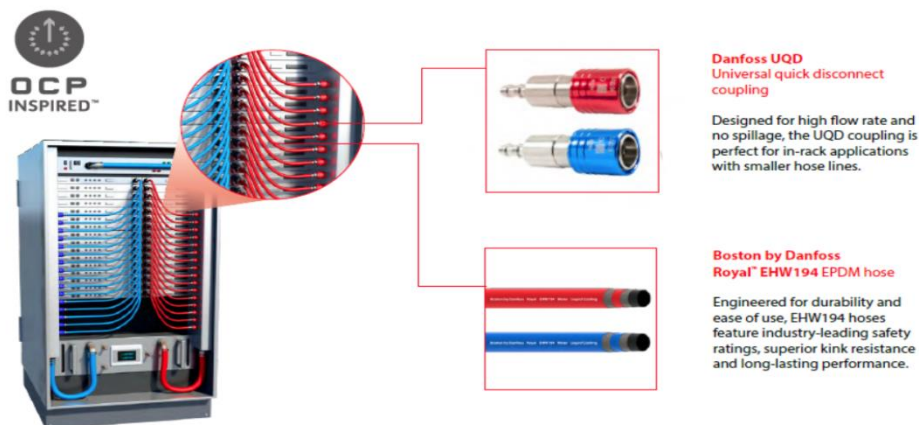
数据来源：头豹研究院、开源证券研究所

2.3、快插头高精制造壁垒，3D 打印微通道冷板解锁散热上限

➤ 液冷快插头

液冷快速接头是一种专用耦合装置，旨在实现液冷回路的快速、免工具连接与断开，同时防止操作过程中的液体泄漏。这类接头采用精密阀门机构设计，在断开时自动密封回路两端，确保零液体溢出并维持系统完整性。液冷快速接头广泛应用于高性能计算、数据中心、电动汽车电池热管理、工业机械及医疗设备等领域，允许冷却液——通常为水、乙二醇混合物或介电液体——在需要快速维护的部件之间高效流通。其主要优势包括：缩短维护停机时间、提升系统可靠性，以及在无需排空整个冷却回路的情况下实现组件热插拔。

图30：液冷快速接头在服务器的应用



资料来源：HANSEN FLUID 官网

液冷快插头需要高精度加工，工艺难度较高。液冷快对维持闭环系统的密封性、稳定性和无泄漏运行至关重要。它能在连接或断开冷却管路时（如水、乙二醇等循环介质），防止流体流失和空气进入，确保高效散热。

核心关键指标

工作压力与爆破压力：工作压力指接头能长期安全承受的系统压力。爆破压力则是接头发生永久性损坏或破裂的极限压力，通常为工作压力的数倍。这两个参数是系统安全的基本保障，需根据系统设计的最大压力并保留足够的安全余量来选择。

流量与压降：流量决定了接头能支持的最大冷却液流速。压降则指冷却液流经接头时造成的压力损失。快插头应在保证高流量的同时，将压降降至最低，以减少泵的负载，提升系统能效。

泄漏率：这是衡量接头密封性能的黄金标准。在连接状态下，其外部泄漏率应为零。

工作温度范围：接头必须能适应冷却液和环境温度的变化。其密封材料和主体结构需要在系统的最低和最高温度下保持弹性和强度，不发生脆化或熔化。

接触电阻：对于直接冷却芯片等应用，冷却液本身是绝缘的。但接头作为金属部件，如果与机架等形成导电通路，可能产生电化学腐蚀。因此，一些设计会要求接头具备高接触电阻，以电气隔离冷却回路。

图31：丹佛斯通用快换接头（UQD）产品性能参数

规格	主体尺寸	标准流量直径	连接后		最大工作压力 阴接头		阳接头		连接后		最小爆破压力 阴接头		阳接头		额定流量		Cv 值	空气吸入	流体溢出
(in)		(mm)	(bar)	(psi)	(bar)	(psi)	(bar)	(psi)	(bar)	(psi)	(bar)	(psi)	(bar)	(psi)	(lpm)	(gpm)	-	cc	cc
UQD02	1/8	2.8	20	290	20	290	20	290	60	870	60	870	60	870	2.1	0.6	0.33	0.004	0.007
UQD04	1/4	5.5	16	232	16	232	16	232	48	696	48	696	48	696	6.4	1.7	1.37	0.024	0.01
UQD06	3/8	6.3	6.9	100	6.9	100	6.9	100	20.7	300	20.7	300	20.7	300	11.4	3	2.37	0.027	0.022
UQD08	1/2	8.9	6.9	100	6.9	100	6.9	100	20.7	300	20.7	300	20.7	300	17.8	4.7	5.32	0.029	0.03

* 根据 OCP 规范定义，额定流量是用于测量压降和确定公布的流量系数（Cv）的参考流量。

性能参数						
规格	连接力		推荐扭矩			
	N	lb	ORB 尺寸	N-m	BSP 尺寸	N-m
UQD02	48	10.79	7/16-20	11-12	1/8"	8-9
UQD04	50	11.24	9/16-18	18-20	3/8"	18-20
UQD06	73	16.41	3/4-16	52-57	3/8"	18-20
UQD08	87	19.56	7/8-14	58-64	1/2"	34-37

资料来源：HANSEN FLUID 官网

目前液冷服务器快插头主要包括 UQD、UQDB 和 MQD。

1) UQD 即通用快速接头属于手插接头，对运维人员的要求较高，插拔操作依赖机房运维人员，服务器和机柜易于解耦。

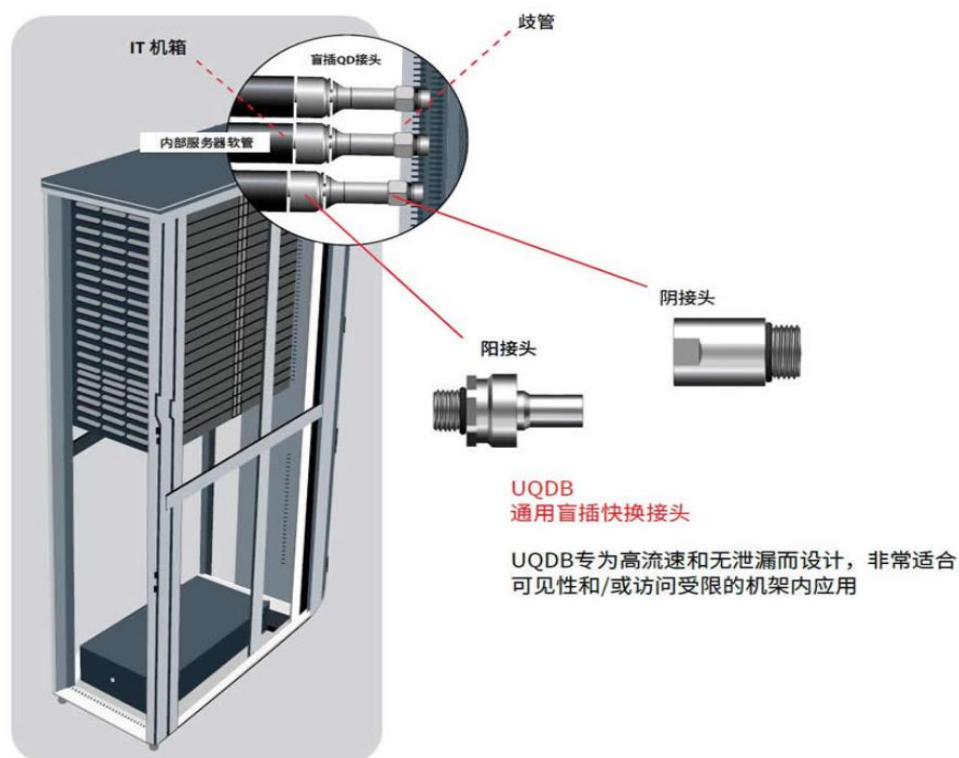
图32：丹佛斯通用快换接头（UQD）产品



资料来源：HANSEN FLUID 官网

2) UQDB 是盲插版本，具备自动化保障，操作方便，连接精度高，但服务器和机柜解耦难度大。盲插式采用分喷射结构设计，节点拔出遮住快插接头，节点插入露出快插接头，实现即插即通，即拔即断，漏液防喷射。

图33: UQDB 盲插快插头

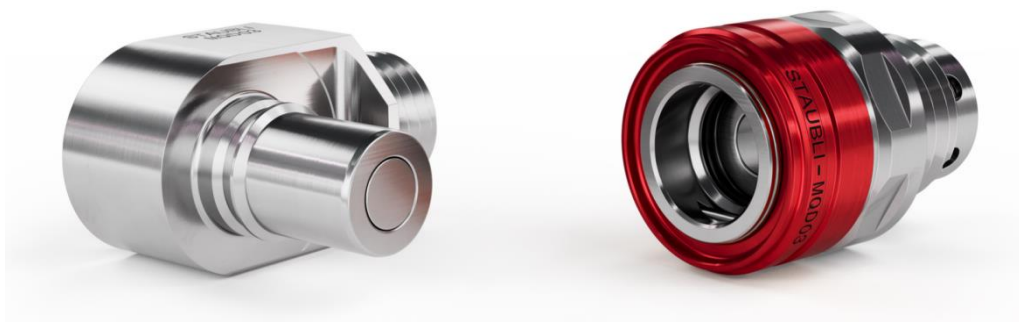


资料来源: HANSEN FLUID 官网

3) MDQ 在紧凑结构中实现高流量性能，适用于高密度环境，使直接芯片冷却更高效。随着英伟达 GB300 以及 VR200 服务器采用全水冷散热方案，并带来更强悍的性能，与现有的 BlackwellGPU 直接焊接到主板不同，BlackwellUltra 将采用插槽式设计，用户可以像 CPU 一样自由安装或卸载 GPU，这一改变简化了制造流程，对生产互连组件和插槽的制造商尤为有利。

性能上 MDQ 具备 1) 紧凑结构，适配高密度环境：在有限空间内最大化冷却能力，同时保持流量效率。2) 高流量性能，应对 AI 热负荷：优化冷却液流量，确保在高强度 AI 工作负载下维持热稳定性，延长硬件寿命。3) 快速断开，简化部署：自动、无泄漏连接，便于安装和维护，支持液冷系统快速扩展。

图34: MDQ 快插头

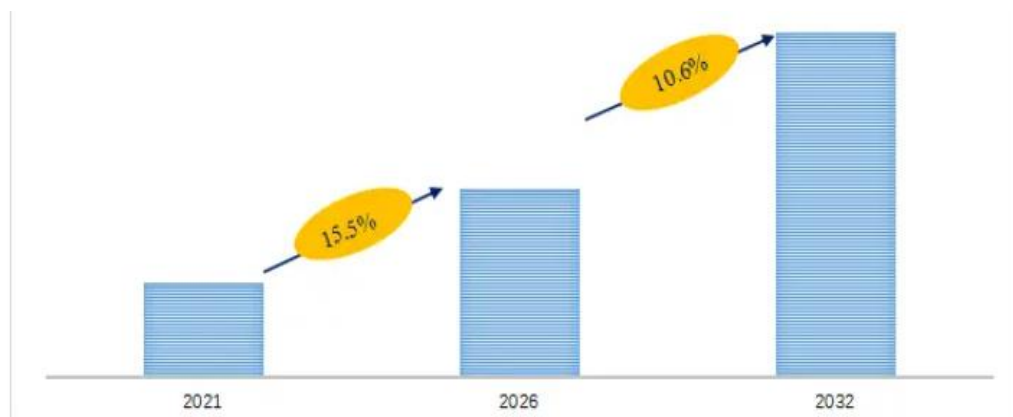


资料来源: 史陶比尔官网

GB300 AI 服务器将采用“Blackwell Ultra”架构，由于性能显著提升，导致功耗也大幅增加，将取消风扇风冷版本将采用全液冷散热方案，全面采用液冷系统并以「液对液」方式为主，并且 GB300CPU 及 GPU 将改用插槽(Socket)设计，对液冷快插头需求将成倍递增，根据 HANSEN FLUID 官网数据，此前 1 台 GB300 机柜需要用到 300 颗液冷快插头，预计 GB300 机柜需要 600 颗液冷快插头

根据 QYResearch 数据显示，预计 2031 年全球液冷快插头市场规模将达到 6 亿美元，2026-2032 年复合增长率 CAGR 为 10.6%。

图35：预计 2026-2032 年全球液冷快插头市场复合增长率 CAGR 为 10.6%



资料来源： QYResearch

➤ 液冷板

液冷冷板（Cold Plate）是通过铜、铝等金属基板内部预设的流道结构，使冷却液与发热器件直接或间接接触，实现热量高效传递与排出的核心换热部件。其工作遵循“传导 - 对流 - 散热”闭环：发热器件产生的热量先通过热界面材料传递至金属基板，冷却液在水泵驱动下沿流道循环，通过对流作用吸收热量后进入冷却分配单元（CDU）释放热量，降温后的冷却液重新进入冷板完成循环。

全球电子设备冷板市场正处于快速增长的发展阶段，2024 年整体市场规模已突破 80 亿元人民币。从应用领域来看，算力中心是冷板最大的需求场景，占比超过 60%，增速为全品类市场的 3-5 倍，这一领域的需求主要来自服务器散热方案的升级——随着 AI 大模型训练、超算任务的增多，高功率服务器的普及速度加快，直接带动冷板采购量增长。与此同时，CPU、交换机、网络卡、内存模块的液冷渗透率的增加将促进冷板市场大幅增长。其中全球直接芯片液冷增速更为明显，2024 年市场规模 19.6 亿美元，2030 年预计市场规模将增至 56.2 亿美元，复合年增长率达 19.7%，两相液体冷却预计到 2030 年将超过 20 亿美元。

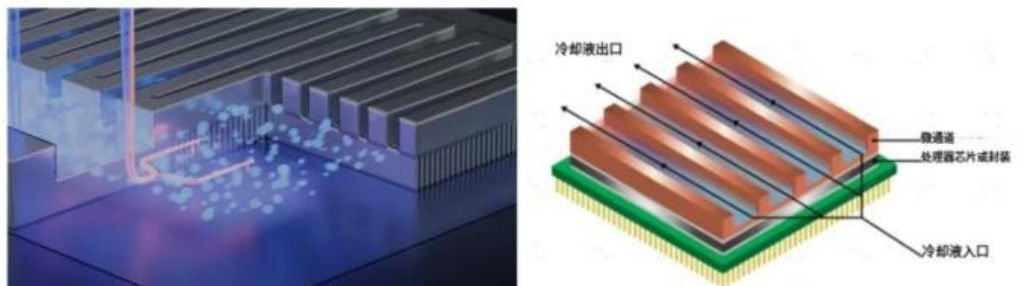
表2：水力直径是决定液冷板通道流动特性与散热能力的关键指标，据此可将微纳通道冷板划分为细小通道冷板、微通道冷板（MLCP）、纳米通道冷板三类

分类维度	水力直径	核心形式	核心换热机制	适用
细小通道	$\geq 200\mu\text{m}$	传统型板级	经典对流换热	中功耗芯片
微通道	$10\text{-}200\mu\text{m}$	Microchannel Liquid Cold Plate, MLCP	微尺度散热强化对流换热	高功耗芯片
纳米通道	$\leq 10\mu\text{m}$	芯片嵌入级	纳米流体扩散+表面效应	超高功耗芯片

资料来源：算力冷时代圈公众号、开源证券研究所

微通道冷板（Microchannel Liquid Cold Plate, MLCP）将芯片原有的保护盖（Lid）与液冷板（Cold Plate）的功能合二为一，形成一个单一的、高度集成的组件。这种“嵌入式液冷”设计（Embedded Liquid Cooling）由英特尔等行业领导者积极推动，通过将冷却液尽可能地引至靠近芯片硅晶圆的位置，较好地缩短了传热路径，消除了传统方案中盖板与冷板之间的热界面材料，从而实现了热阻的最小化。传热系数可达 $10^4\text{-}10^5\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ，是常规通道冷板的 3-5 倍。这类冷板能应对超过 $500\text{W}/\text{cm}^2$ 的热流密度，主要适配高功率芯片，如服务器中的 GPU、CPU，以及电力电子设备中的 IGBT 模块。

图36：微通道冷板



资料来源：算力冷时代圈公众号

微通道液冷技术的核心原理是通过在极小尺寸的通道内循环冷却液来实现高效热量传递。典型的微通道热沉由高导热材料制成，内部包含平行通道，水力直径范围为 50-1000 微米。与传统散热技术相比，微通道液冷具有以下显著优势：

- 1) 超高散热效率：微通道结构使冷却液与芯片表面的接触面积提升数十倍，散热效率比传统冷板提高 40%-60%。例如，在 80mm×40mm 面积内，MLCP 技术可构建庞大的热交换网络，通过 0.2-0.5mm 宽的微通道配合 "Z" 字形流道和波浪状散热鳍片设计，实现极致散热效果。
- 2) 极短传热路径：通过将冷却通道直接嵌入芯片封装内部或紧贴芯片位置，微通道技术大幅缩短了传热路径。微软开发的芯片内微流体冷却系统可将峰值温度降低 65%，散热效率比传统冷板高 3 倍。
- 3) 紧凑结构设计：微通道冷板的总高度不超过 2mm，包括 500μm 厚度的热测试芯片和 300μm 深的微通道，在极小的空间内实现了强大的散热能力。这种紧凑设计特别适合空间受限的应用场景。

图37：英伟达微通道液冷散热板



资料来源：算力冷时代圈公众号

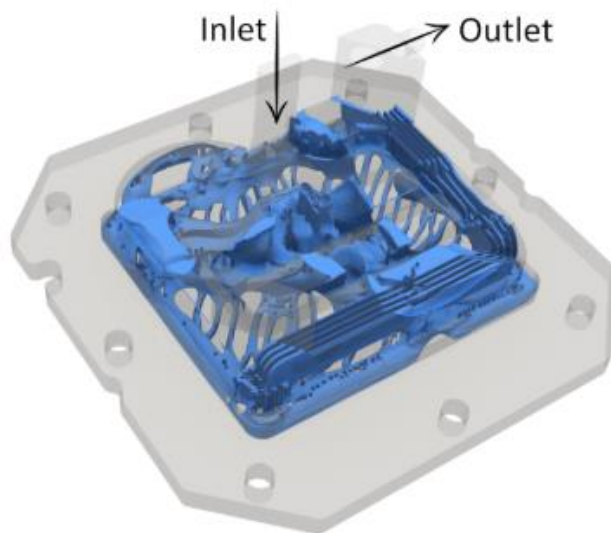
3D 打印可以逐层堆积材料，理论上可以成型任意复杂的几何结构，设计师可以不再被制造工艺束缚，完全从热力学和流体力学的最优解出发去设计流道。微通道冷板对加工精度、表面质量及结构完整性要求极高，设计是流体力学、热力学、固体力学和材料科学的强耦合问题。需要精确模拟流体流动、传热、结构应力和形变，计算复杂度高，对软件和工程师要求极高。

液冷散热的核心矛盾很简单：热源越来越集中，但传统制造做不出足够复杂的流道。传统 CNC 加工依靠刀具切削，流道只能是简单的直线或圆弧，转弯处还要留出刀具退刀空间。这导致两个结果：换热面积做不大，流道走向无法根据热源分布灵活调整。

3D 打印的微通道宽度可以做到 0.05mm，比头发丝还细。三周期极小曲面 (TPMS) 这类仿生多孔结构，可以一次性打印成型，换热面积比传统方案提升 3 到

5 倍。更关键的是，3D 打印可以把冷板、歧管、接口甚至固定结构一体化成型，大幅减少焊接点和密封面解决液冷系统泄漏的故障。

图38：3D 打印一体化液冷冷板，内部集成了复杂的流道结构，无需焊接



资料来源：算力冷时代圈公众号

目前液冷散热领域被看好的 3D 打印技术有三条路线。

- 1) **绿激光 SLM**：铜对红外激光反射率高达 97%，传统 SLM 设备打印纯铜几乎不可能。但绿激光波长 532nm，铜对绿光吸收率跃升至 65%，这让纯铜高精度打印成为现实。
- 2) **叠层锻造 SF**：在技术分类上，属于薄材叠层（Sheet Lamination）工艺，它把增材制造的自由成型和锻压的高致密性结合，理论上致密度接近 100%，特别适合对导热性能要求极高的铜材加工。
- 3) **ECAM 电化学增材**：瞄准芯片级散热，没有热应力，可打印小于 50 μm 超高精度微流道，甚至可以直接在硅基板上“生长”出散热结构。Fabric8Labs 在这方面进展值得关注。

表3：目前液冷散热领域被看好的 3D 打印技术有三条路线

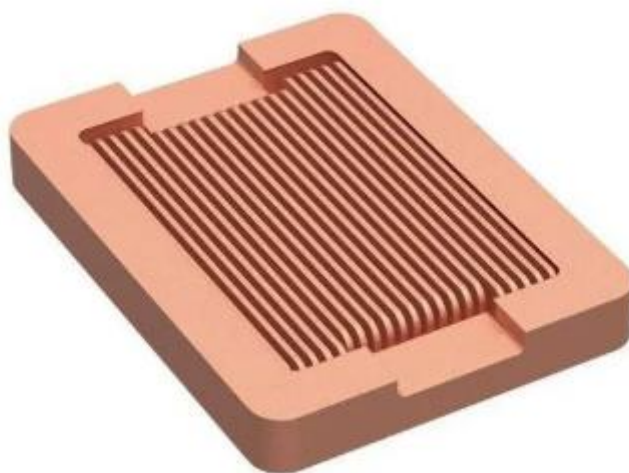
技术类型	缩写	原理	适用材料	精度	液冷适用度
绿激光选区熔化	SLM	高能激光选择性熔化金属粉末	铝、钛合金、不锈钢	约等于 20 μm	高
直接金属激光烧结	DMLS	针对特定合金优化	钢合金、高温合金	约等于 30 μm	高
叠层锻造	Stack Forging	逐层堆叠+锻压致密化	铜、铝	约等于 50 μm	高
电子束熔化	EBM	电子束在高真空中熔化	钛合金、高温合金	约等于 50 μm	中
电化学增材	ECAM	电化学沉积金属离子	铜、镍	约等于 33 μm	中
熔融沉积	FDM	热塑性材料逐层挤出	PLA、ABS	约等于 200 μm	低

资料来源：算力冷时代圈公众号、开源证券研究所

整体来看，3D 打印的微通道主要具备三大优势。

- 1) **散热效率提升：**3D 打印微通道结构和 TPMS 仿生设计，换热面积成倍增加。实测显示，相比传统 CNC 液冷板，3D 打印方案散热效率可提升 30% 到 45%。传统加工做不出来的内部螺旋流道、分叉流道、随形冷却通道，3D 打印可以一次性成型。
- 2) **一体化集成优势：**传统液冷板需要把冷板主体、进出水歧管、接口等多个零件焊接或螺接，每一个接头都是潜在泄漏点。3D 打印可把这些结构一体成型，从根本上减少密封面数量。对数据中心这种要求全年无故障运行的场景，可靠性提升比散热效率提升更有价值。
- 3) **开发周期短：**无需开模，从设计到成品的周期可压缩 70%，能够快速响应客户的定制化需求。

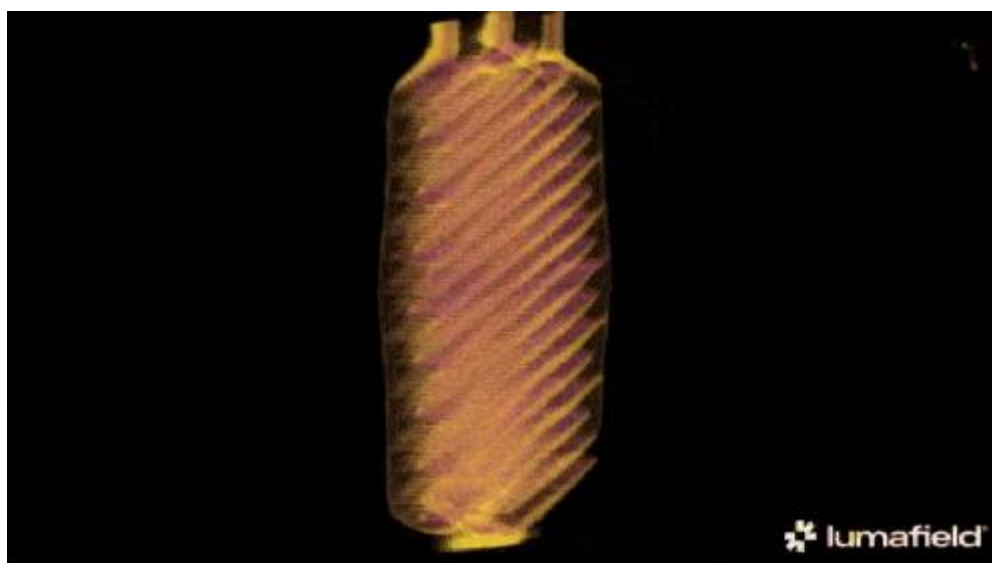
图39：Alloy Enterprises 3D 打印大面积铝液冷板



资料来源：算力冷时代圈公众号

此外，虽然 3D 打印成本仍为传统方案 3 倍，但 Alloy 叠层锻造铝材成本降 20 倍，推动规模化。3D 打印 SLM 工艺通过“分层制造”原理，激光束按数字模型路径逐层熔化金属粉末，直接堆叠出含内部流道的冷板，无需后续组装。这种原理赋予它极致的设计自由度，可针对 GPU 芯片热点分布设计拓扑流道，甚至制造随形贴合芯片的异形结构。

图40: Alloy 3D 打印 SLM 工艺



资料来源：算力冷时代圈公众号

3、深耕精密机加工，北交所精密制造企业卡位液冷 1-N

北交所液冷相关企业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。AI 服务器功率密度持续上行，冷板式液冷正式从行业概念导入期（0-1）进入规模化落地阶段（1-N）。液冷核心零部件（微通道冷板、浮动安装结构、快插头、液冷软管、精密阀件等）存在严苛微米级精密加工、密封可靠性、定制化开发门槛。

北交所聚集大量深耕精密机加工、压铸、流体组件的“专精特新”企业，具备柔性定制、快速客户认证、成本响应、跨赛道工艺迁移四大核心优势。相较于沪深大型制造平台、海外零部件厂商，北交所精密制造企业更加适配液冷 1-N 阶段多型号、小批量、快速迭代的产业特征，有望持续拿到服务器厂商、液冷系统集成商的二级供应商份额，业绩逐步兑现，当前具备左侧布局价值。

图41：北交所液冷相关产业链企业

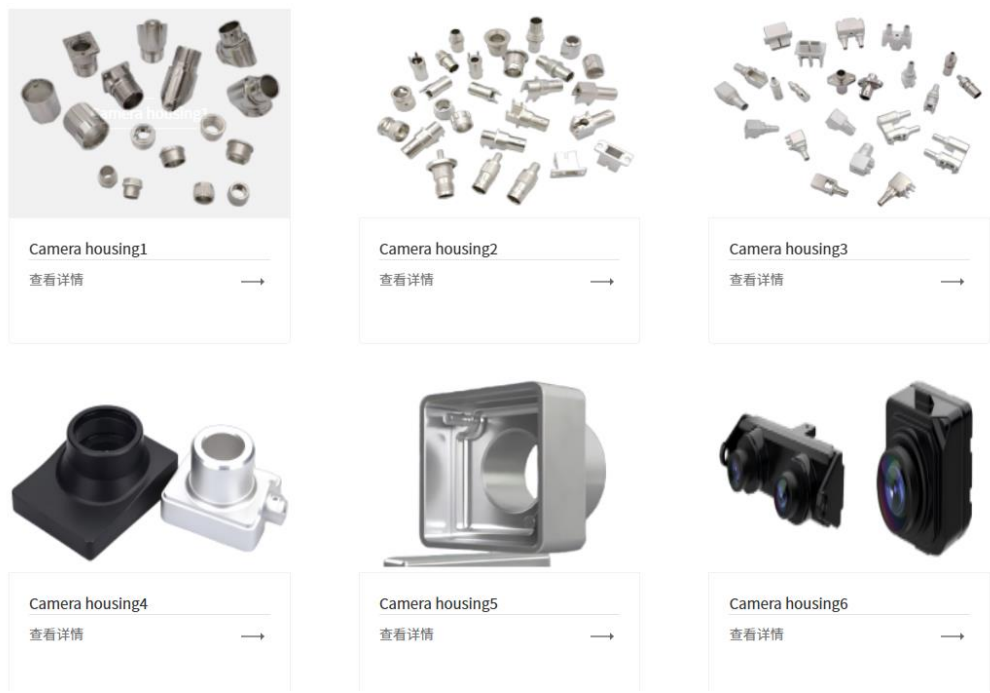


资料来源：Wind、开源证券研究所

3.1、易实精密：与 IQ Evolution GmbH 合作，聚集 3D 打印微通道液冷板

易实精密 2010 年成立，自成立以来一直专注于汽车精密金属零部件的研发、生产和销售，凭借高精密标准、批量灵活生产、快速响应等优良特质，成为多家国内外知名汽车一、二级零部件厂商的合格供应商，提供了众多符合行业发展趋势和适应市场需求的精密金属零部件产品。公司是国家级专精特新“小巨人”企业、国家知识产权优势企业

图42：易实精密一直专注于汽车精密金属零部件



资料来源：易实精密官网

公司在精密件制造的：性能、成本、服务方面具备优势。具体表现为制动系统用铝嵌件精度及生产效率、新能源高压接线柱类产品精度及高压充电标准、高压屏蔽罩生产效率等；可以在客户要求的交期内完成交货、提供成套的产品解决方案、持续提供售后保障，具有服务方面优势。产品生产效率的提升有助于成本控制，缩短交货周期，提升盈利能力及综合竞争力。

图43：易实精密在精密件制造的：性能、成本、服务方面具备优势

优势类型	性能优势	成本优势	性能+成本优势
产品综合优势	产品加工精度、导电、屏蔽、稳定性等性能高，优势突出。	产品生产效率高，材料损耗少，废品率低。	产品精度高，性能优异，同时生产效率高。
代表产品及对应客户	1、新能源高压接线柱类产品获泰科电子、立讯精密认可。 2、天窗销子获珀尔曼认可。 3、部分母端子产品获赫尔思曼认可。	1、高压屏蔽罩获泰科电子认可。 2、空气弹簧扣压环和支撑环获浙江孔辉认可。 3、发动机燃料供给系统电磁阀壳体获联合电子认可。	1、制动系统用铝嵌件获大陆认可。 2、控制器用铜衬套获伊维氏汽车认可。 3、发动机喷油系统用导向套获博世认可。
代表产品优势情况	1、新能源高压接线柱类产品，精度可达±10微米，超出客户需求，产品稳定性好；可用于800V高压充电，高于行业内一般的380V高压充电标准。 2、天窗销子精度可达±10微米，超出客户需求；经过发黑处理，提高防锈能力。 3、部分母端子精度可达±10微米，高于客户要求；具有低压导电能力，同时具有优良的密封作用。	1、高压屏蔽罩生产效率高达30-50个/分钟，效率高于普通冲压产品。 2、空气弹簧扣压环和支撑环相较于行业内一般机加工产品，材料损耗减少60%。 3、发动机燃料供给系统电磁阀壳体，生产效率高达200个/分钟，高于一般机加工产品。	1、制动系统用铝嵌件精度超出一般机加工产品20%左右，加工效率60个/分钟，是一般机加工的30倍。 2、控制器用铜衬套精度超出一般机加工产品20%左右，加工效率60个/分钟，是一般机加工的15倍左右。 3、发动机喷油系统用导向套精度超出一般机加工产品精度20%左右，加工效率30个/分钟，是一般机加工的10倍左右。

资料来源：易实精密问询回复、开源证券研究所

图44：易实精密在加工精度、加工表面质量等指标上超出客户要求

核心技术	指标	公司要求	客户要求
新能源零件精密加工技术	加工精度	外径最小公差±10微米	外径最小公差±30微米
	加工表面质量	粗糙度最高要求Ra0.8锐边圆角过度，没有披锋毛刺	粗糙度最高要求Ra0.8可存在细微毛刺
	耐电压工作环境 过程废品率	可满足800V高压使用 0.20%	满足800V高压使用
高速深拉伸加工技术	加工精度	内径±12微米	内径±18微米
	加工效率	最高可以达到600pcs/min	
	过程废品率	0.20%	
复杂冲压折弯加工技术	加工精度	内径最小公差±20微米圆度最小公差50微米	内径±100微米圆度200微米
	加工效率	最高可以达到200pcs/min	
	过程废品率	0.10%	
多轴联动精密机加工技术	加工精度	内径最小公差±8微米同心度最小公差5微米	内径20微米同心度10微米
	加工表面质量	粗糙度最高要求0.6/Ptmax10	粗糙度最高要求0.6/Ptmax10
	加工效率 过程废品率	最高可以达到60pcs/min 0.20%	
多工艺清洗技术	加工精度	最高清洁度要求：颗粒小于200微米	颗粒度600微米
全自动智能检测技术	检测精度	最小检验精度：2微米	
	检测能力	可实现各类外观缺陷检测	
板材精密冲压加工技术	加工精度	外径最小公差±15微米	±20微米
	加工表面质量	冲截面90%光亮带	70%光亮带
多工位冷镦加工技术	加工效率	外径最小公差±50微米，平面度最小公差80微米	外径最小公差±75微米，平面度最小公差80微米
精密激光焊接技术	加工质量	焊接强度超过材料本体100%	焊接强度超过材料本体80%
	加工效率	可以实现一道模内焊接成型，比传统两道加工效率提升一倍	

资料来源：易实精密问询回复、开源证券研究所

2026 年 5 月，公司与德国 IQ Evolution GmbH 正式签署战略合作框架协议，双方以金属激光 3D 打印为核心技术，聚焦液冷系统赛道，围绕铜/铝增材制造、微通道结构液冷板展开深度协同，拟共同开拓汽车、算力、储能、通信基站等高景气市场。本次合作方 IQ Evolution GmbH 深耕金属激光 3D 打印多年，在液冷领域拥有成熟技术体系与工程经验，为易实精密带来德国源头技术、材料工艺、微通道设计等核心能力支撑。公司作为北交所上市企业、国家级专精特新企业，深耕汽车精密金属部件十余年，具备完善的研发、制造、市场、客户资源，双方形成技术+市场+制造的强互补格局。

1、核心合作：金属 3D 打印 + 微通道液冷，铜铝双材突破

双方将聚焦液冷板这一热管理核心部件，以金属激光 3D 打印为技术路径，重点突破：

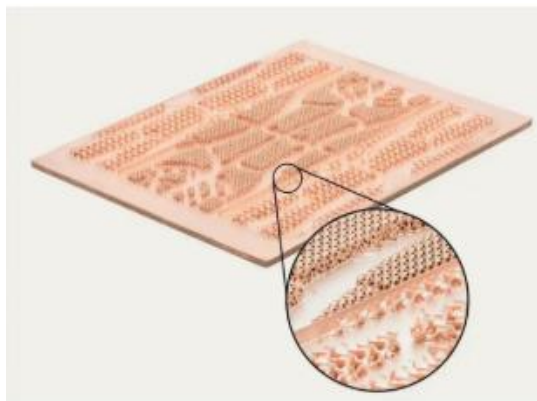
- 1) 铜/铝增材制造：发挥纯铜高导热、铝合金轻量化优势，适配不同场景散热需求；
- 2) 微通道结构成型：实现微米级复杂流道、超薄壁厚、高比表面积一体化成型，解决传统工艺无法实现的复杂结构与高散热效率难题；
- 3) 全链条协同：联合研发、技术攻关、专利共享、市场拓展，覆盖液冷板设计—打印—后处理—验证—量产全流程。

2、技术价值：重构液冷制造范式

相比传统铲齿、焊接、冷挤压、机加工工艺，金属 3D 打印微通道液冷具备显著优势：

- 4) 散热效率大幅提升：微通道结构增大换热面积，散热效率提升，芯片结温显著降低；
- 5) 流阻更低更节能：一体化成型减少阻力，降低泵耗，适配大规模数据中心与车载系统；
- 6) 结构更紧凑可靠：无泄漏一体化成型，体积更小、重量更轻，满足设备小型化需求；
- 7) 材料适配更广：支持纯铜、铝合金等高导热材料快速成型，兼顾性能与成本。

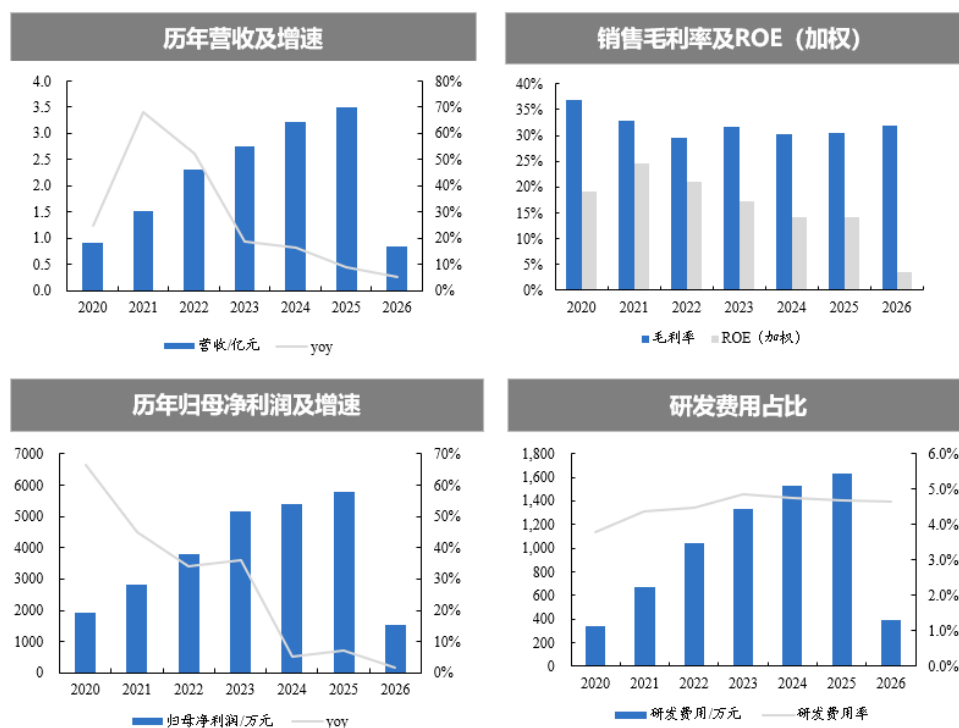
图45：3D 打印微通道冷板



资料来源：算力冷时代圈公众号

2025 年营收 3.49 亿元 (+8.74%)，归母净利润 5,800.13 万元 (+7.21%)。盈利能力来看，2025 年毛利率和归母净利率分别为 30.51%和 16.60%。公司重视研发，公司重视研发 2020-2025 年研发费用稳步增长，其中 2025 年研发费用率为 4.67%。

图46：易实精密 2025 年营收3.49 亿元(+8.74%)，归母净利润5,800.13 万元(+7.21%)



数据来源：Wind、开源证券研究所

3.2、阿为特：超精密制造小巨人，半导体+液冷服务器领域新业务共拓空间

阿为特是一家专注于科学仪器、医疗器械、交通运输等行业的超精密机械零部件制造商，提供新品开发、小批量试制、大批量生产制造的一站式服务的高新技术企业及国家级专精特新“小巨人”企业。提供新品开发、小批量试制、大批量生产制造的一站式服务的高新技术企业。掌握多种超精密机械零件的核心工艺，具备千级洁净室内高级别装配、检测的能力。

图47：阿为特是一家专注于科学仪器、医疗器械、交通运输等行业的精密机械零部件制造商



资料来源：阿为特官网、开源证券研究所

公司产品结构、生产工艺不断优化、改进、创新。目前掌握的核心技术主要有：不同控制系统数控程序转换系统，防止滑动件旋转的装置制造工艺及装配工艺，低温微米推进机构的关键制造技术，质谱仪高精度高真空腔体工艺，超精密铝合金气浮导轨的工艺，X光机、移动CT的关键制造工艺与装配技术，航空行业高要求薄壁易变形零件解决方案，检测设备及光学仪器高精度的实现，汽车行业及大批量生产的工序集中及复合刀具创新，机床自动计算坐标技术，交叉孔无毛刺技术等。技术创新丰富了公司的产品种类，其产品技术先进性较高、性能稳定、质量优良、故障率低，为公司带来稳定的经济效益。

图48：公司具备强大的 DFM 能力与服务，与客户共同设计开发

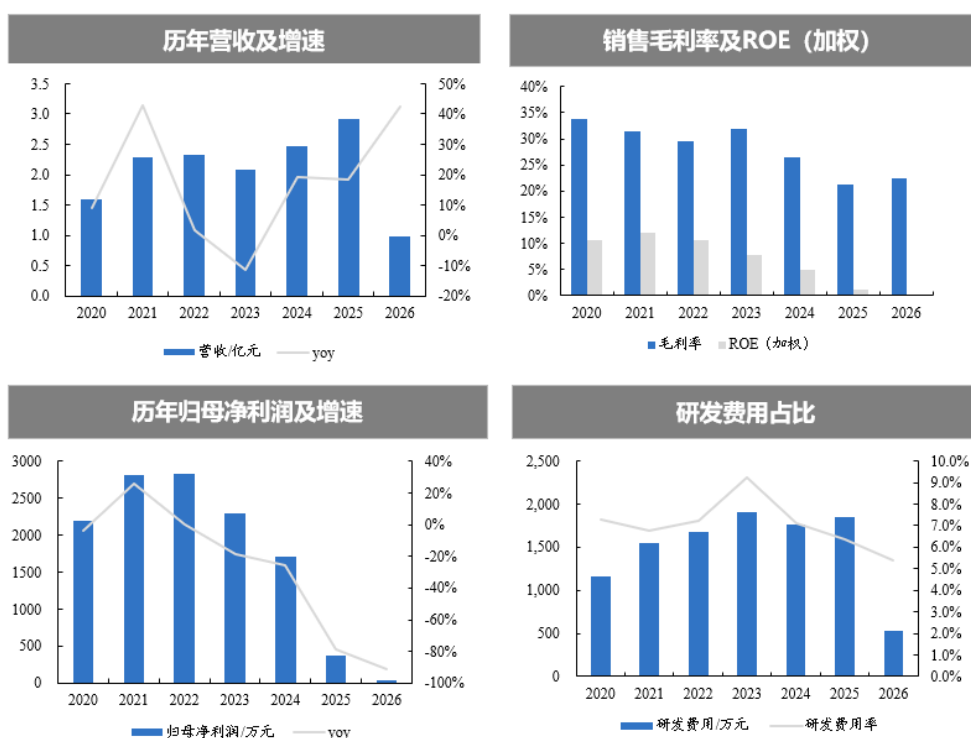


资料来源：公司官网

2026 年公司在液冷服务器相关精密零部件领域的业务逐步渗入，相关产品开发取得重要进展，2026 一季度液冷领域实现营收 1101.21 万元，同比增长 915.42%。阿为特精密机械（常熟）有限公司将重点围绕精益生产管理的持续深化与运营效率的系统性提升开展各项工作。产能扩张方面，将主要聚焦于液冷服务器领域精密零部件业务，以匹配该领域快速增长的客户需求。

半导体领域的业务拓展是公司未来发展的重要方向，公司已成为上海微电子、华海清科等知名公司的合格供应商，2026 一季度半导体领域实现营收 524.99 万元，同比增长 82.48%。对于半导体设备中的微米级高精密度、复杂零部件，力争做到快速报价、打样和敏捷制造，已具备高洁净度清洗、真空封装能力。

图49：2026 年一季度营收 0.97 亿元（+42.26%）



数据来源：Wind、开源证券研究所

3.3、海达尔：服务器滑轨龙头加码高端新品，液冷服务器滑轨技术储备完善

海达尔主要产品为滑轨和滑轨相关的配套钣金件，主要用于各类家电抽屉等搁物装置的滑动连接核心部件和服务器的连接部件。根据应用领域和客户需求的差异，公司精密滑轨主要分为家电滑轨、服务器滑轨两类。

服务器滑轨为服务器机箱和机柜的移动性精密结构连接件，其结构更为复杂，对承载能力、产品加工精度、配合精度、配件质量的要求更高。滑轨截面厚度决定了服务器机箱对空间的利用程度，服务器滑轨每减少 0.1mm 的截面厚度即可为电子器件提供等值的平面尺寸及空间容积，而电子器件每 0.1mm 的平面尺寸及空间容积可以提升指数级别的容量和运算速度，因此超薄且高承载属性提高了服务器滑轨的进入门槛。

目前公司的滑轨产品主要分为五类：滚珠型滑轨、摩擦型滑轨、L 型、托盘型、方管型，其中，托盘型和方管型目前处于研发阶段。

1.滚珠型滑轨轻便，规格较多，是目前使用最广泛的产品；

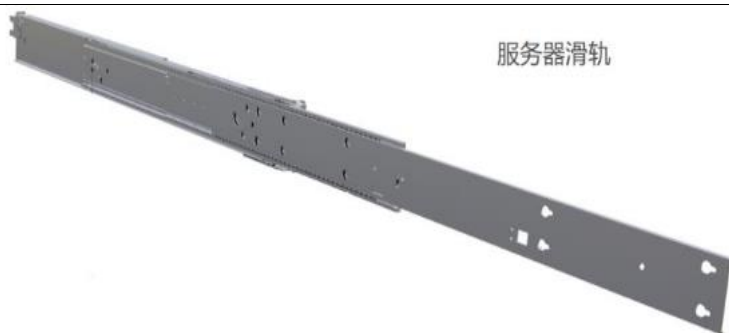
2.摩擦型滑轨主要应用于小型服务器机箱，承重在 30 公斤左右；

3.L 型产品承重在 120-150 公斤，适用于重型服务器机箱；

4.托盘型产品主要应用于液冷型服务器。

5.方管型则适用于需要整柜运输的产品，主要应用于重型服务器机箱，适合需要整体机柜运输的产品。

图50：服务器滑轨



资料来源：海达尔问询回复

公司具备服务滑轨生产的五大核心技术。技术分别为服务器免工具安装机构技术；免工具模块化设计技术；轻薄截面三节轨技术；方孔圆孔及螺纹孔机柜立柱兼容技术；功能性机构高温强耐力、抗冲击技术。能够实现截面具备毫米级超薄属性，为电子器件争取可利用空间以提升指数级别的容量和运算速度；服务器用滑轨使用空间限制超薄的截面为 7.2mm 和 7.7mm；特殊结构设计拉出按顺序锁定；承重大，重载滑轨最大荷载为 130kg 同时保障安全性；滑轨行程长度长，试验距离可达 900mm 等特殊性能。

表4：海达尔具备服务滑轨生产的五大核心技术

项目	服务器滑轨
主要技术应用	服务器免工具安装机构技术；免工具模块化设计技术；轻薄截面三节轨技术；方孔圆孔及螺纹孔机柜立柱兼容技术；功能性机构高温强耐力、抗冲击技术
专利布局	用于服务器柜的可顺序运动的滑轨（ZL2016111482473）、用于服务器机柜的薄型三节式滑轨（ZL2016111489006）、服务器机柜滑轨的前端免工具安装支架（ZL2016111489044）、可顺序运动的三段式滑轨（ZL2016111489025）等 30 余项
产品技术特点	长度：范围为 400mm-855mm；承重强度：最大荷载区间为 40kg-130kg；截面：服务器用滑轨使用空间限制超薄的截面为 7.2mm 和 7.7mm；外观：高强度镀锌板材料，生产过程环保；安装位置及难度：多点预留固定孔位，可以采用无需锁螺丝的孔位简易安装方法和借助前端免工具安装支架实现稳定性
特殊性能	截面具备毫米级超薄属性，为电子器件争取可利用空间以提升指数级别的容量和运算速度；特殊结构设计拉出按顺序锁定；承重大，重载滑轨最大荷载为 130kg 同时保障安全性；滑轨行程长度长，试验距离可达 900mm
生产制造	服务器滑轨对超薄截面要求高且结构较为复杂。具体如下：滚压流程：通过辊压设备来保证辊压截面，特别是滚压槽精度高，可以做到±0.03mm，保证滑轨后续组装顺畅。冲压流程：①80 吨以上冲床；②模具精度高；③采用连续冲压技术。组装流程：装配步骤复杂

资料来源：海达尔问询回复、开源证券研究所

公司服务器产品多数性能已达到国外一流水平，部分性能甚至超过国外水平。服务器滑轨为公司开发和布局的新产品，长度范围和承重强度均高于雅固拉，超过国外主流水平。

截至 2022 年末，公司服务器滑轨市场占有率约为 2%，市场占有率较低。服务器滑轨为公司开发和布局的新产品及新领域并在 2019 年实现销售，该品类精密滑轨业务尚处于发展阶段。

因知名厂商雅固拉、泛亚电子、川湖科技等在世界范围内进入服务器滑轨领域较早，在技术水平、产品性能、品牌认可度等方面相比行业内多数企业具备优势，服务的客户范围遍及国际服务器大厂。国内滑轨厂商受限于该行业技术的垄断，短时间内无法突破技术壁垒，产品性能与知名厂商存在一定差距。近年来，国家积极推动信息技术国产化的相关政策，信息产业逐渐发展，对打造国产化核心零部件供应链的意愿越来越强。公司积极参与其中，通过自主研发突破服务器滑轨领域关键技术，产品实现“从无到有”。

公司通过组织销售和研发人员剖析客户需求，形成针对性的产品设计方案，并完成产品试制及性能检测。2019 年公司成功进入华为的供应商体系，向其销售用于 1U 和 2U 服务器的滑轨产品，产品各项性能指标能够达到使用要求，与境外供应商的产品性能相当，华为的采购量逐年增加。同时，公司的产品也受到了其他国产服务器生产商的认可，公司目前已成为华为、新华三、华勤、中科曙光、烽火科技、浪潮等服务器生产商的合格供应商，部分产品实现了进口替代。

表5：服务器产品多数性能已达到国外一流水平，部分性能甚至超过国外水平

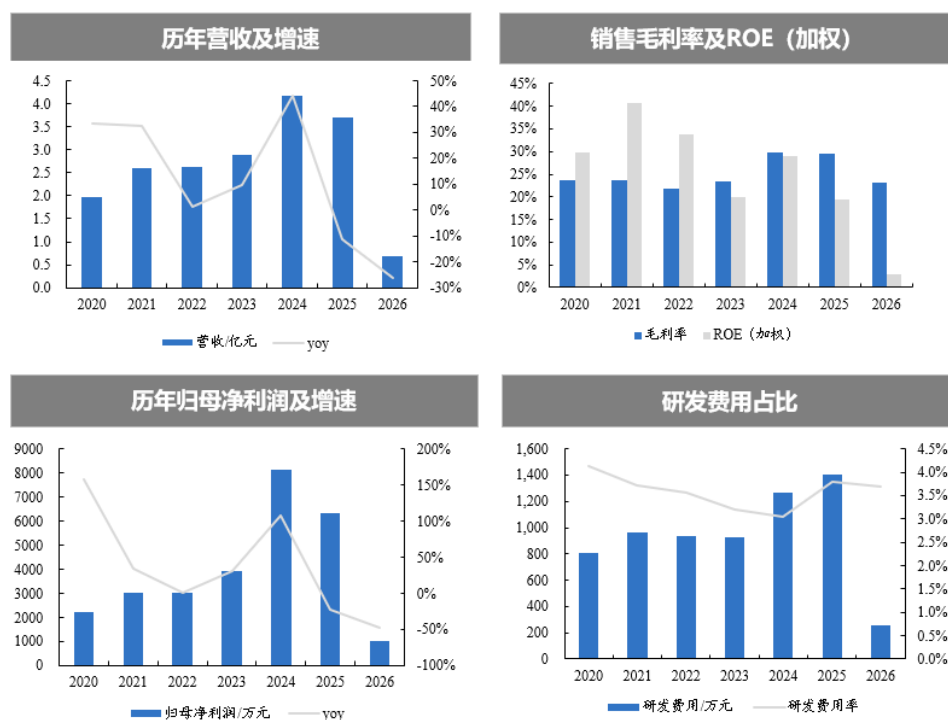
技术指标名称	公司技术性能	国外主流技术水平	对比情况
适配机箱	1U、2U、4U	1U、2U、4U	达到国外主流水平
长度范围	400mm-855mm	254mm-812.8mm	已超过国外主流水平

技术指标名称	公司技术性能	国外主流技术水平	对比情况
承重强度	40kg-130kg	最高至约 91kg	已超过国外主流水平
截面厚度	7.2mm、7.7mm 为主	7.2mm（特定条件下可转换为 6.9mm）、7.8mm、9.6mm、12.7mm	接近国外主流水平

资料来源：海达尔问询回复、开源证券研究所

2025 年营收 3.70 亿元 (-11.17%)，归母净利润 6341.10 万元 (-22.09%)。盈利能力来看，2025 年毛利率和归母净利率分别为 29.50%和 17.12%。公司重视研发，公司重视研发 2020-2025 年研发费用整体稳步增长，其中 2025 年研发费用率为 3.78%。

图51：海达尔 2025 年营收 3.70 亿元(-11.17%)，归母净利润 6341.10 万元(-22.09%)



资料来源：开源证券研究所

4、风险提示

下游需求下行、行业政策变化、新技术不及预期等风险

特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已正式实施。根据上述规定，开源证券评定此研报的风险等级为R4（中高风险），因此通过公共平台推送的研报其适用的投资者类别仅限定为专业投资者及风险承受能力为C4、C5的普通投资者。若您并非专业投资者及风险承受能力为C4、C5的普通投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研报中的任何信息。

因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

分析师声明

本研究报告的署名人员具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告，并对内容和观点负责。本报告清晰准确地反映了署名人员的研究观点，所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。本报告署名人员保证他们报酬的任何一部分不曾与，不与，也将不会与本报告中具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

股票投资评级说明

	评级	说明
证券评级	买入（Buy）	预计相对强于市场表现 20%以上；
	增持（outperform）	预计相对强于市场表现 5%~20%；
	中性（Neutral）	预计相对市场表现在-5%~+5%之间波动；
	减持（underperform）	预计相对弱于市场表现 5%以下。
行业评级	看好（overweight）	预计行业超越整体市场表现；
	中性（Neutral）	预计行业与整体市场表现基本持平；
	看淡（underperform）	预计行业弱于整体市场表现。

备注：评级标准为以报告日后的 6~12 个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅表现，其中 A 股基准指数为沪深 300 指数（北交所基准指数为北证 50 指数）、港股基准指数为恒生指数、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）、美股基准指数为标普 500 或纳斯达克综合指数。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。

法律声明

开源证券股份有限公司是经中国证监会批准设立的证券经营机构，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供开源证券股份有限公司（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。本报告是发送给开源证券客户的，属于商业秘密材料，只有开源证券客户才能参考或使用。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，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金融工具的邀请或向人做出邀请。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，过往的业绩表现不应作为其日后表现的预示。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。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。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，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告做出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。投资者应自主作出投资决策并自行承担投资风险，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。

开源证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。开源证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

本报告的版权归本公司所有。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制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。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。

开源证券研究所

上海

地址：上海市浦东新区世纪大道1788号陆家嘴金控广场1号楼3层

邮编：200120

邮箱：research@kysec.cn

深圳

地址：深圳市福田区金田路2030号卓越世纪中心1号楼45层

邮编：518000

邮箱：research@kysec.cn

北京

地址：北京市西城区西直门外大街18号金贸大厦C2座9层

邮编：100044

邮箱：research@kysec.cn

西安

地址：西安市高新区锦业路1号都市之门B座5层

邮编：710065

邮箱：research@kysec.cn