

强于大市

低碳之下，IDC“液冷时代” 契机来临

云计算专题报告之五

液冷服务器行业在技术、政策和需求的带动下，有望快速成为未来成长弹性大、确定性好的赛道。此千亿级市场迎来强劲的驱动力，具备长期的替换和新增需求等积极因素。看好液冷服务器厂商和上游材料器件厂商。

支撑评级的要点

- **技术、政策和需求的三重催化，“液冷时代”来临。**一方面，液冷技术可以满足CPU、GPU等芯片功率密度攀升下的更高散热要求。另一方面，国家级自顶向下的能源节约战略和“双碳”规划，对能耗大户IDC提出更高的PUE（能耗利用率指标）要求（普遍低于1.3，“东数西算”节点要求低于1.25）。第三方面，在政府传统客户之外，互联网和运营商等商业客户从经济角度开始产生需求。总之，大规模、密集的算力堆砌，意味着散热对液冷解决方案存在越来越强的依赖，“液冷时代”正在到来。
- **存在三条技术路线，高门槛培育良好格局。**液冷服务器一般采用三种方案，即冷板式、浸没式和喷淋式。后两者均为直接接触式，其中尤以浸没式为主。目前，冷板式方案成熟度较高，商用基础较好；浸没式致冷效率更高，未来前景良好。同时，器件高精密度和漏液等挑战使得解决方案技术门槛较高，也意味着不同于传统服务器的竞争格局将会形成。
- **千亿级市场广阔，渗透率提升在即。**据赛迪顾问，到2025年我国液冷IDC市场规模将突破1200亿元，增速保持30%以上；渗透率现处于20%左右，后续逐步提高。下游客户方面，金融、互联网和电信行业市场规模领先，预计2025年IDC占比分别达25%、24%和23%，能源、生物和政务等行业也在快速跟进。技术方面，浸没式制冷效率更高，最高可使单机功率密度提升3倍以上，预计2025年占比超40%。
- **产业链分三大环节，相应受益。**产业链的核心是液冷服务器，上游为材料器件，下游是解决方案和运维，然后面向最终用户。首先，液冷服务器有望直接受益，此外液冷方案中用量较大的材料和器件厂商受益程度也较高。

投资建议

- **关注服务器企业：浪潮信息（互联网基础领先）、曙光数创（液冷服务器核心厂商，政府客户基础领先）、中国长城（业内较早参与）、紫光股份（旗下新华三较早布局液冷）。**材料器件供应商：**中航光电（流体连接器TOP2）、申菱环境（冷媒材料核心厂商）、英维克、高澜股份。**解决方案和运维服务厂商：**亚康股份、网宿科技。**

评级面临的主要风险

- **核心技术和成本优化突破不力；信息基础设施投建不及预期；政策落地延迟。**

相关研究报告

《当好指标变成“坏”指标：计算机行业事件点评》 20220921

《计算机行业周报（9.12-9.18）：信创主线开始浮出水面》 20220919

《2022年9月计算机行业观点：“胆大心细”，向成长确定性好的细分领域找收益》 20220906

中银国际证券股份有限公司
具备证券投资咨询业务资格

计算机

证券分析师：杨思睿

(8610)66229321

sirui.yang@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号：S1300518090001

联系人：王晓莲

(8610)66229321

xiaolian.wang@bocichina.com

一般证券业务证书编号：S1300121080038

目录

双碳与算力刚需之下，液冷为 IDC 散热必经之路.....	5
IDC 是能耗大户，衡量数据中心能耗的 PUE 指标日趋严格	5
芯片能耗密度高企，风冷逐渐乏力，液冷势在必行	7
液冷市场开始进入拐点，将具备显著爆发力	9
液冷是高密度 IDC 能耗优化的重要技术，走向规模量产阶段.....	9
双碳达标潜台词，液冷应用将在 B/G 端需求中普遍化.....	10
渗透率快速提升，2025 年市场规模将达 1200 亿	12
三条技术分支，冷板式较成熟，浸没式前景较好.....	13
存在技术门槛，核心挑战是高精密性、防漏、自主可控.....	14
行业机会向产业链多方延伸	16
产业链逐渐成型，上中下游均可受益.....	16
产业链环节之服务器厂商：受益最为直接	17
产业链环节之材料器件商：价值量高，受益较多.....	22
投资建议.....	23
风险提示.....	24

图表目录

图表 1. 数据中心规模分类.....	5
图表 2. 我国数据中心规模稳定增长	5
图表 3. 2020 全球各国超大型数据中心数量占比.....	5
图表 4. 2022 年我国数据中心市场规模超 1900 亿元.....	6
图表 5. 我国数据中心基础设施市场规模快速增长	6
图表 6. 全国各区域数据中心年平均 PUE	6
图表 7. 超大型和大型数据中心现有及规划在建平均 PUE.....	6
图表 8. 近年来我国关于数据中心 PUE 的政策要求在不断提高	7
图表 9. 芯片散热效率要求逐步提升	7
图表 10. 随着单机柜功率密度增大，液冷才能满足其散热需求.....	8
图表 11. 传统风冷和液冷对比.....	9
图表 12. 风冷和液冷技术水平与特点对比.....	9
图表 13. 国内外液冷发展历程重要事件	10
图表 14. “双碳”六大核心指标.....	10
图表 15. 北上广深及“东数西算”算力节点明确 PUE 更高要求.....	11
图表 16. 2025 年各行业液冷需求预测情况.....	12
图表 17. 液冷模式有效降低成本	12
图表 18. 我国液冷数据中心市场规模有望快速增长	13
图表 19. 液冷渗透率快速提升.....	13
图表 20. 冷板式液冷.....	13
图表 21. 浸没式液冷（单相）	13
图表 22. 四种数据中心冷却方式效果评估表	14
图表 23. 2019-2025E 我国液冷数据中心市场结构分布预测	14
图表 24. 漏液.....	15
图表 25. 液冷一侧接口指标要求.....	15
图表 26. 三种液冷方式知识产权分布情况.....	15
图表 27. 液冷相关产业链.....	16
图表 28. 2020 年中国液冷数据中心厂商竞争力矩阵图	16
图表 29. 浪潮液冷数据中心产品全景图	17
图表 30. 曙光数创主要产品.....	18
图表 31. 2019-2022H1 年浸没相变和冷板式液冷收入.....	19
图表 32. 浸没相变和冷板式液冷收入占总营收比重	19
图表 33. 宁畅液冷全系统定制方案.....	19

图表 34. 华为 FusionServer Pro E9000 全液冷系统（外置柜式 CDU）	20
图表 35. 绿色云图液冷机柜	21
图表 36. 磐久液冷一体机 Immersion DC1000 系列	21
图表 37. 液冷相关材料/器件图解	22
图表 38. 材料/器件厂商及其主要产品	22

双碳与算力刚需之下，液冷为 IDC 散热必经之路

IDC 是能耗大户，衡量数据中心能耗的 PUE 指标日趋严格

数据中心规模迅速增长，超大型数据中心成热门。据中国通信院数据，近年我国数据中心规模稳步增长，按照标准机架 2.5KW 统计，2022 年我国数据中心机架规模将达到 670 万架，近五年 CAGR 超过 30%。其中，大型以上数据中心增长更为迅速，2022 年底规模达 540 万架，占比达 81%。同时，超大型数据中心逐渐占据主流，据赛迪研究院估计，2020 年超大型数据中心服务器占比将升至 50% 以上，全球来看美国占据主要份额，我国超大型数据中心数量占比约为 10.2%。

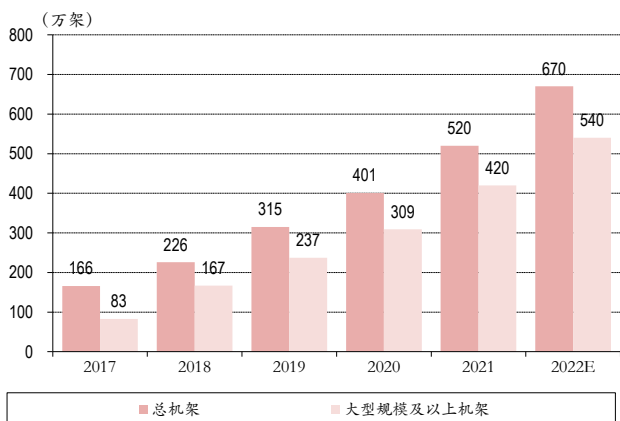
图表 1. 数据中心规模分类

数据中心规模	机架数量界定 (单位: 个)
超大型数据中心	>10,000
大型数据中心	3,000~10,000
中型数据中心	500~3,000
小型数据中心	100~500
微型数据中心 (机房)	<100

资料来源: 工信部, 中银证券

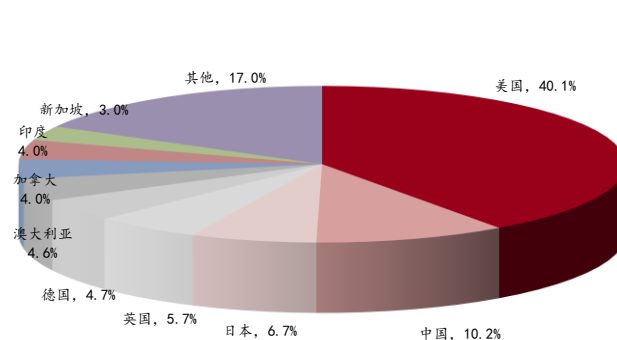
注: 以功率 2.5KW 为一个标准机架来进行计算转换

图表 2. 我国数据中心规模稳定增长



资料来源: 中国通信院, 中银证券

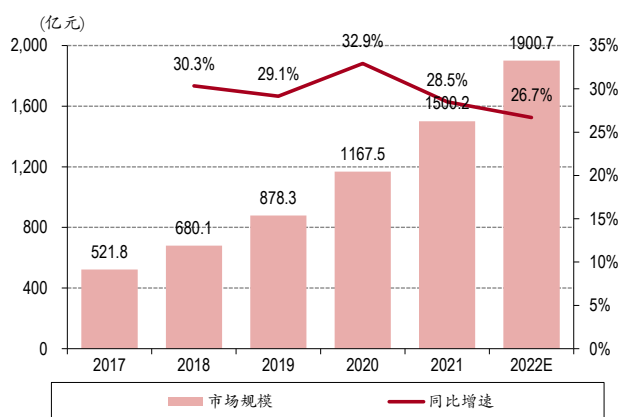
图表 3. 2020 全球各国超大型数据中心数量占比



资料来源: 中国通信院, 中银证券

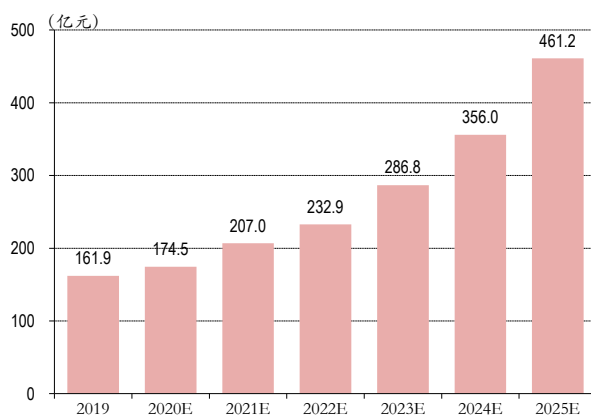
市场规模快速增长，基础设施市场空间同样可观。据中国信通院数据，2021 年中国数据中心市场规模超过 1500 亿元，预计 2022 年中国数据中心市场规模到突破 1900 亿元人民币，呈现较快的增长趋势。数据中心的产业规模的增长表明数据中心基础设施的市场规模也呈现快速增长的趋势。据赛迪顾问，2019 年我国数据中心基础设施的市场规模达 161.9 亿元，预计到 2025 年达到 461.2 亿元。

图表 4. 2022 年我国数据中心市场规模超 1900 亿元



资料来源：赛迪顾问，中银证券

图表 5. 我国数据中心基础设施市场规模快速增长

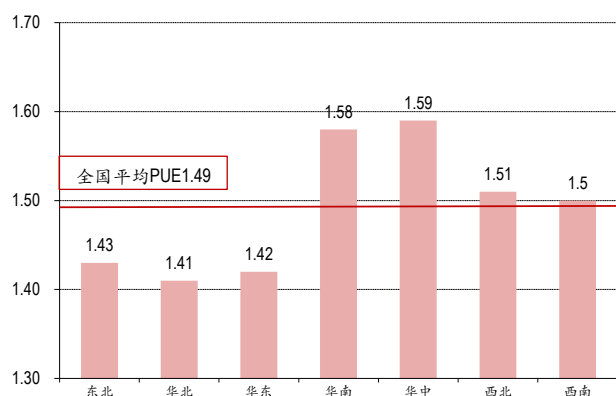


资料来源：赛迪研究院，中银证券

IDC 为能耗大户，其中散热能耗占比超 40%。据工信部公布，2021 年我国数据中心耗电量为 2,166 亿 kwh，占社会总耗电量的 2.6%，相当于 1.3 个上海市的总社会用电量。据通信院公布，我国 IDC 电费占 TCO（整体运营支出）的 60-70%。据赛迪统计，2019 年中国 IDC 能耗中，43%用于 IT 设备散热，基本与 45%的 IT 设备自身能耗持平，可见减少散热从而控制 TCO 是节能减耗的核心方向。

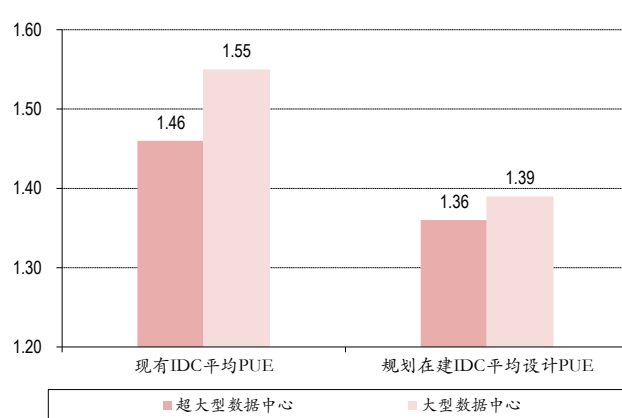
传统数据中心的 PUE 仍有较大改进空间。数据中心能耗指标 PUE（Power Usage Efficiency）是指数据中心消耗的所有能源与 IT 负载消耗的能源之比，PUE=1 最为理想，意味着所有能耗都用于服务器设备运转，无其他开销。据 CDCC 报告，全国数据中心 PUE 平均水平为 1.49，传统风冷数据中心 PUE 在 1.5-1.8（1kW 的服务器正常运转需 1.5-1.8kW 电量），与国家要求 2025 年达到平均 1.3 以下还有较大的差距。

图表 6. 全国各区域数据中心年平均 PUE



资料来源：CDCC，中银证券

图表 7. 超大型和大型数据中心现有及规划在建平均 PUE



资料来源：工信部，中银证券

政策明确要求 PUE 进一步改善。国家层面，2021 年 11 月发改委等部门发布《深入开展公共机构绿色低碳引领行动促进碳达峰实施方案》明确提出新建大型、超大型数据中心 PUE 低于 1.3，2021 年 12 月发改委及能源局发布《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》明确要求到 2025 年全国新建大型、超大型数据中心 PUE 低于 1.3，国家枢纽节点低于 1.25。

图表 8. 近年来我国关于数据中心 PUE 的政策要求在不断提高

时间	部门	政策/文件	相关内容
2019.01	工信部等三部门	《关于加强绿色数据中心建设的指导意见》	2022 年，数据中心平均能耗基本达到国际先进水平，新建大型、超大型数据中心的电能使用效率值达到 1.4 以下，重点鼓励采用液冷、分布式供电、模块化机房以及虚拟化、云化 IT 资源等高效系统设计方案
2021.10	发改委、工信部等五部门	《关于严格能效约束推动重点领域节能降碳的若干意见》	到 2025 年，数据中心电能利用效率普遍不超过 1.5
2021.11	发改委、机关事务管理局等部门	《深入开展公共机构绿色低碳引领行动促进碳达峰实施方案》	新建大型、超大型数据中心全部达到绿色数据中心要求，绿色低碳等级达到 4A 级以上，电能利用效率 (PUE) 达到 1.3 以下
2021.12	发改委、能源局	《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》	2025 年国家枢纽节点的 PUE 要进一步降到 1.25 以下，绿色低碳等级达到 4A 级以上
2022.06	工信部等六部门	《工业能效提升行动计划》	2025 年，新建大型、超大型数据中心 PUE 达到 1.3 以下

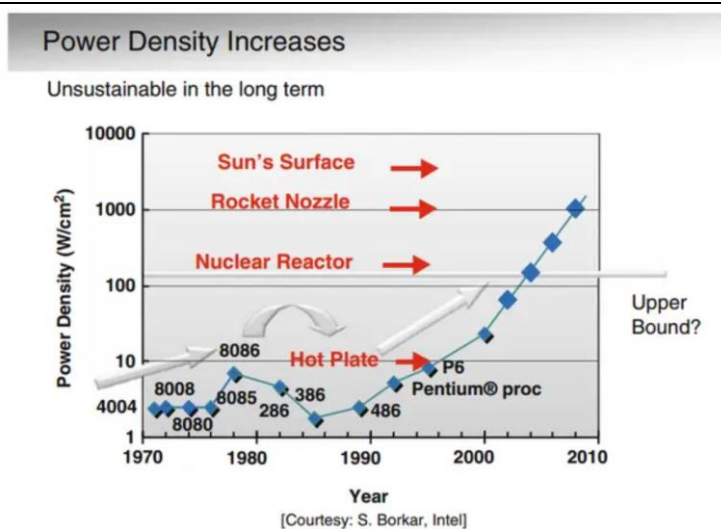
资料来源：发改委，工信部，中银证券

芯片能耗密度高企，风冷逐渐乏力，液冷势在必行

芯片散热效率要求快速提高，风冷无法满足 IDC 快速增长的散热需求。AMD、Intel、NVIDIA 等主要芯片制造商在逐步提高芯片的散热设计功耗 TDP (Thermal Design Power) 以提供更高的性能。图中表示随着功耗密度的提升，系统温度将加速升高，因此提高散热效率成为必需。同时，GPU 功率密度普遍远高于 CPU，这也意味着 GPU 的散热需求高于 CPU。AMD 方表示在 2025 年之前高性能 GPU 的 TDP 将达 700W，此外，以云游戏为代表的主流 HPC 已达到 1kW/U 的功率密度，赛迪研究院预测 2025 年全球数据中心单机柜平均功率将达到 25KW，这对目前传统风冷技术均是十分严峻的挑战。目前风冷技术的极限值基本是在 300W-350W 之间，远不能承担未来发展所需的散热功耗。

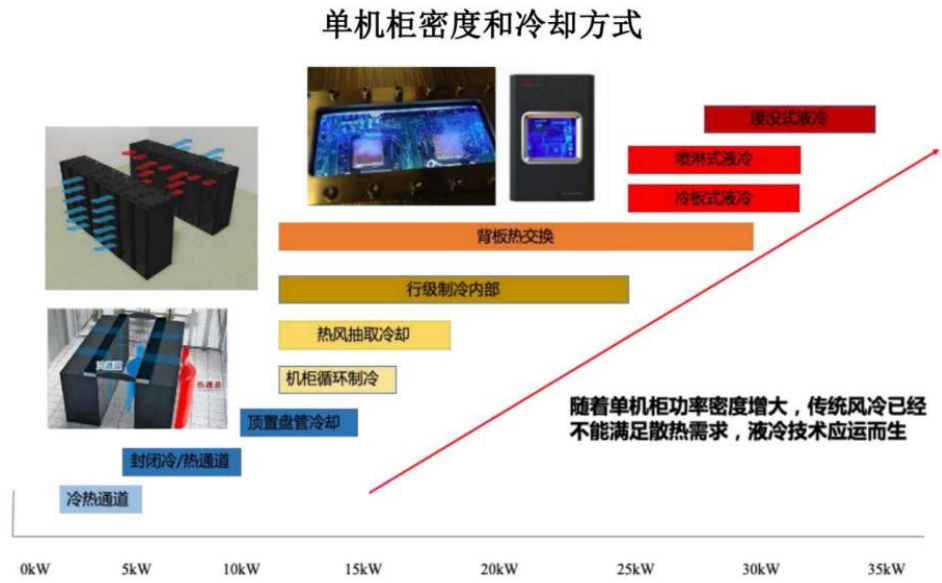
未来，液冷是解决高算力 IDC 散热的必选。据英特尔，第三代至强可扩展处理器正在催化液冷技术步入元年时代。液冷技术具备高效制冷效果，有效提升服务器的使用效率和稳定性。液冷可以从一个占地面积只有 20mmx 30mm 的处理器中移除高达 500W 的热能。液体传导热能效果和大比热容能够保障芯片在一定范围内的超频工作不会出现过热故障。此外，液冷服务器可以排除海拔、地域和气温的差距，保证运行效率和性能，具备规模化应用的优势。

图表 9. 芯片散热效率要求逐步提升



资料来源：浪潮数据中心，中银证券

图表 10. 随着单机柜功率密度增大，液冷才能满足其散热需求



资料来源：赛迪研究院，中银证券

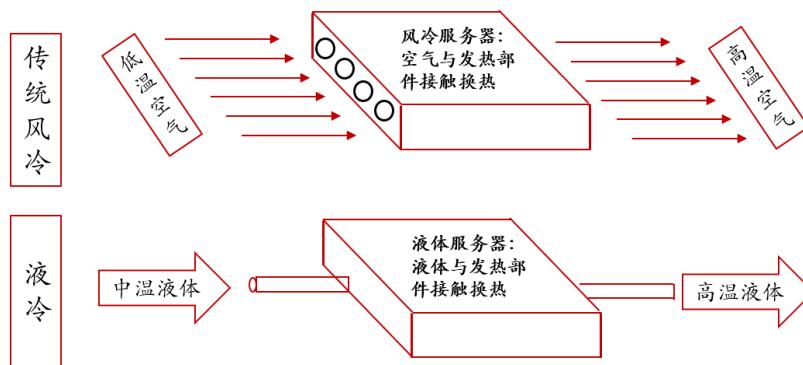
液冷市场开始进入拐点，将具备显著爆发力

液冷是高密度 IDC 能耗优化的重要技术，走向规模量产阶段

IDC 最具革命性的节能技术为液冷技术（又称水冷），其中浸没式液冷技术可以将 PUE 降到 1.2 以下，联合其他技术可使 PUE 趋近于 1。液冷是数据中心制冷技术不断革新的必然结果，据浪潮信息，液体导热能力是空气的 25 倍，同体积液体带走热量是同体积空气的近 3000 倍，在耗电量方面，液冷系统约比风冷系统节省电量 30~50%。

液冷技术从小规模验证走向大规模量产阶段，同时进入标准化阶段。2021 年 12 月 25 日，腾讯、华为等参与起草的我国首批数据中心液冷系列行业标准正式发布，将于 2022 年 4 月 1 日起正式实施，行业标准的出台将有利于行业的有序发展。2022 英特尔中国数据中心合作伙伴技术峰会上，英特尔与产业链上下游共同打造《绿色数据中心创新实践——冷板液冷系统设计参考》。2022 数据中心液冷技术研讨会上中国电子节能技术协会秘书长表示，“无论从政策角度、市场需求还是技术成熟度来讲，均标志着数据中心进入‘液冷时代’”。

图表 11. 传统风冷和液冷对比



资料来源：赛迪研究院，中银证券

图表 12. 风冷和液冷技术水平与特点对比

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 (量产后)	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
	功率密度 (KW/机柜)	10	40	200
节能	主机房占地面积比例	1	1/4	1/20
	核温 (°C)	85	65	65
CPU 可靠性	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：中国电子技术标准化研究院，中银证券

图表 13. 国内外液冷发展历程重要事件



资料来源：赛迪研究院，中银证券

双碳达标潜台词，液冷应用将在 B/G 端需求中普遍化

液冷散热明确成为趋势：（1）受产业政策的影响，PUE<1.25 成为东数西算枢纽节点新建数据中心基本要求，京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝、内蒙古、贵州、甘肃、宁夏 8 个算力网络国家枢纽节点均设立了明确的 PUE 标准，大力推进数据中心做到绿色节能、低碳减排。（2）主流数据中心单机柜功耗越来越大，国产芯片因制程和技术原因散热甚于国外产品，散热需求更大，液冷散热逐渐成为趋势。

此外，北上广深等土地、水电资源相对紧张的一线城市也设立了严格标准。2022 年 7 月，长三角示范区（江苏省、浙江省、上海市）出台《关于在长三角生态绿色一体化发展示范区加快数字经济发展推进先行先试的若干举措》，明确要求新建大型、超大型数据中心 PUE 不超过 1.25。2022 年 5 月，北京市发改委发布《北京市低效数据中心综合治理工作方案》，对 PUE 超过 1.4 的 IDC 实施差别电价，逐步关闭年均 PUE 高于 2.0 的数据中心。

图表 14. “双碳”六大核心指标

主要指标	2025 年	2030 年	2060 年
单位国内生产总值能耗下降	比 2020 年下降 13.5%	大幅下降	
单位国内生产总值二氧化碳排放下降	比 2020 年下降 18%	比 2025 年下降 65% 以上	
非化石能源消费比重	20% 左右	25% 左右	80% 以上
森林覆盖率	24.1%	25% 左右	

资料来源：发改委，中银证券

图表 15.北上广深及“东数西算”算力节点明确 PUE 更高要求

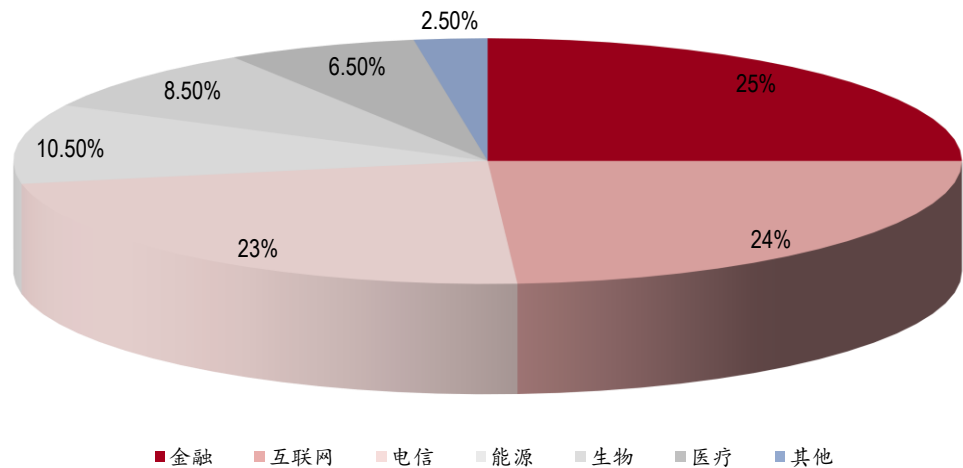
时间	地区	政策/文件	相关内容
2021.12	河北	《关于破解瓶颈制约助推数字经济健康发展的若干政策》	到 2025 年，PUE1.3 以上的大型和超大型存量数据中心依法依规全部腾退关停
2021.12	甘肃	《甘肃省数据中心建设指引》	到 2025 年底，大型及超大型数据中心 PUE 降到 1.25 以下，中小型数据中心的 PUE 降到 1.35 以下；绿色等级达到 G4 及以上
2022.2	内蒙古	《内蒙古自治区“十四五”节能规划》	新建数据中心须达到绿色数据中心建设标准，PUE 值（电能利用效率）不超过 1.3
2022.5	北京	《北京市低效数据中心综合治理工作方案》	对 PUE 超过 1.4 的 IDC 实施差别电价，逐步关闭年均 PUE 高于 2.0 的数据中心
2022.6	上海	《关于推进本市数据中心健康有序发展的实施意见》	到 2025 年集聚区新建大型数据中心综合 PUE 降至 1.25 左右，绿色低碳等级达到 4A 级以上，完成对不少于 5000 机架的数据中心退旧上新或腾换
2022.7	江苏、浙江、上海	《关于在长三角生态绿色一体化发展示范区加快数字经济发展推进先行先试的若干举措》	要求新建大型、超大型数据中心 PUE 不超过 1.25
2022.7	重庆	《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的实施意见》	到 2025 年，新建大型、超大型数据中心电能利用效率指标（PUE 值）不高于 1.25
2022.7	贵州	关于加快推进“东数西算”工程建设全国一体化算力网络国家（贵州）枢纽节点的实施意见》	到 2025 年，新建大型以上数据中心 PUE 低于 1.2
2022.8	四川	《全国一体化算力网络成渝国家枢纽节点（四川）实施方案》	到 2025 年全省数据中心 PUE 不高于 1.25，集群起步区内数据中心 PUE 不高于 1.25，新建大型、超大型数据中心 PUE 不高于 1.25。对天府数据中心集群内 PUE 值低于 1.25 的新建大型超大型数据中心给予 2000 万元支持，低于 1.15 的给予 3000 万元支持
2022.9	宁夏	《宁夏回族自治区数据中心建设指南》	到 2025 年新建大型、超大型数据中心 PUE 值应不高于 1.2，中型数据中心 PUE 值应不高于 1.25。新建大型及以上数据中心绿色低碳等级达到 4A 级以上。

资料来源：各地方政府官网，中银证券

行业需求明确，业务快速增长。据赛迪研究院调研，2019 年液冷 IDC 主要用在超算等行业，互联网、金融和电信行业业务量在快速增长，预计 2025 年互联网行业液冷数据中心占比达 24.0%，金融行业为 25.0%、电信行业 23.0%、能源行业 10.5%，生物、医疗和政务等行业需求将加快融入通用数据中心新业态。此外，通信行业也在快速布局，2021 年中国移动研究院发布了业界首款面向泛在算力的边缘一体化液冷服务器，推动液冷散热技术在通信方面的应用。

产业已在快速跟进。中国首座绿色等级达 5A 级的液冷数据中心——阿里巴巴杭州首座数据中心“仁和”于 2020 年落成，是全球规模最大的全浸没式液冷数据中心，采用了服务器全浸没液冷、高压直流 HVDC、供配电分布式冗余、智能 AI 优化算法等多项节能技术进行规划设计与建造，PUE 低至 1.09。与此同时，字节跳动等互联网龙头也在跟进中。

图表 16. 2025 年各行业液冷需求预测情况



资料来源：赛迪研究院，中银证券

渗透率快速提升，2025 年市场规模将达 1200 亿

商业模式合理，经济账帮客户有效节约能源开支。以单机房为例，200 台服务器总功率为 192KW，液冷方案比传统风冷方案可省电 30%，新投入液冷的建设成本有提升，整体节约的运行成本随着使用年限的增长逐步增加，整体来看三年和五年的项目成本液冷较风冷减少 7%和 12%。同样，对于更大规模的机房和数据中心，规模效应可以进一步体现，液冷明显比风冷更节能、更划算。

图表 17. 液冷模式有效降低成本

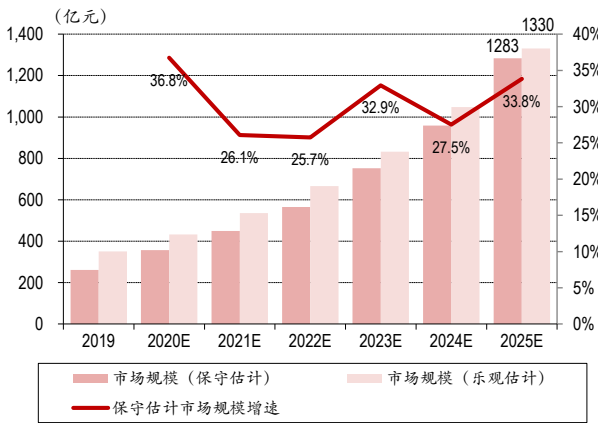
		传统方案	液冷方案	
项目基本信息	电费计价标准 (元/kWh)	0.68		
	设计IT总功率 (kW)	192		
	设计满载PUE	1.4	1.1	
	总配电 (kW)	330	230	-30%
建设成本	机电配套投资 (万元) (配电)	326.4 (154)	364.8 (106)	+12%
运行成本	预估能耗(平均55%负载) (kWh)	1489340.	1078615	-28%
	平均55%负载下实际PUE	1.61	1.16	
	总电费 (万元/年)	101.28	73.35	
	三年全周期成本 (建设+电费)	630.23	584.84	-7%
	五年全周期成本 (建设+电费)	832.78	731.53	-12%
备注：方案中机电配套投资造价标准依据中国电信数据中心建设规范，包括散热系统工程、不间断电源工程、机柜配套工程、机房装修费用、配电费用（高低压配电工程、柴发机组工程）				

资料来源：IDC，中银证券

市场规模可观，增速远高于传统服务器领域。IDC 市场调研显示，全球的服务器市场定制化产品采购量份额已经达到 30%以上。据赛迪研究院保守测算，2019 年中国液冷数据中心的市场规模为 261 亿元，乐观估计为 351 亿元，2025 年我国液冷数据中心的市场规模将破 1200 亿元，行业增速保持在 30%左右。

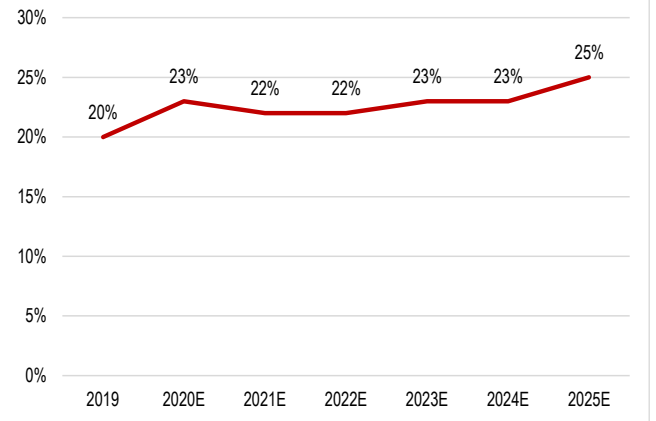
渗透率陆续提升，有望迎来爆发拐点。液冷数据中心将加速替代传统风冷数据中心，据赛迪研究院总结观点，2019 年液冷替代比例为 20%，往后替代率逐步上升，2025 年有望实现 25%的技术替换。

图表 18.我国液冷数据中心市场规模有望快速增长



资料来源：赛迪研究院，中银证券

图表 19.液冷渗透率快速提升



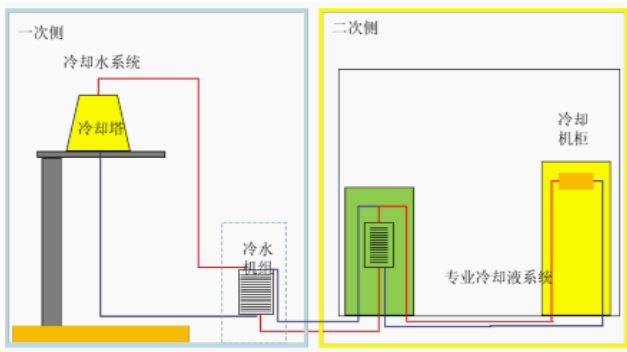
资料来源：赛迪研究院，中银证券

三条技术分支，冷板式较成熟，浸没式前景较好

液冷服务器有三种方式：冷板式、喷淋式、浸没式：

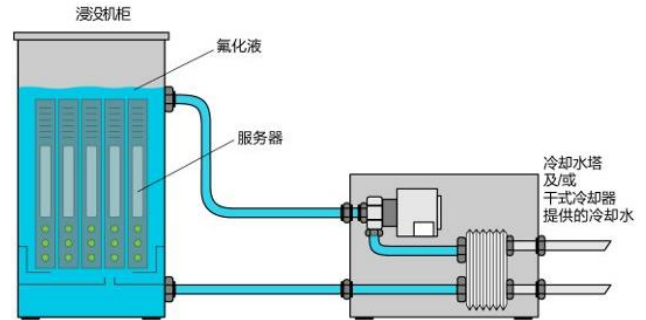
- (1) 冷板式：将液冷冷板固定在服务器的主要发热器件上，依靠流经冷板的液体将热量带走达到散热目的。
- (2) 浸没式：将发热元件直接浸没在冷却液中，通过冷却液循环带走服务器等设备运行产生的热量（分为单相、两相、直抵芯片）。
- (3) 喷淋式：在机箱顶部储液和开孔，根据发热体位置和发热量大小不同，让冷却液对发热体进行喷淋，达到设备冷却的目的。

图表 20.冷板式液冷



资料来源：CDCC，中银证券

图表 21.浸没式液冷（单相）



资料来源：CDCC，中银证券

目前冷板式技术成熟，领衔商用落地。据前瞻产业研究院数据，2019 年我国液冷数据中心技术主要以冷板式为主，占比超过 80%，浸没式占比不足 20%。冷板式液冷技术发展较早，目前冷板式液冷数据中心产品在市场上占比较高，

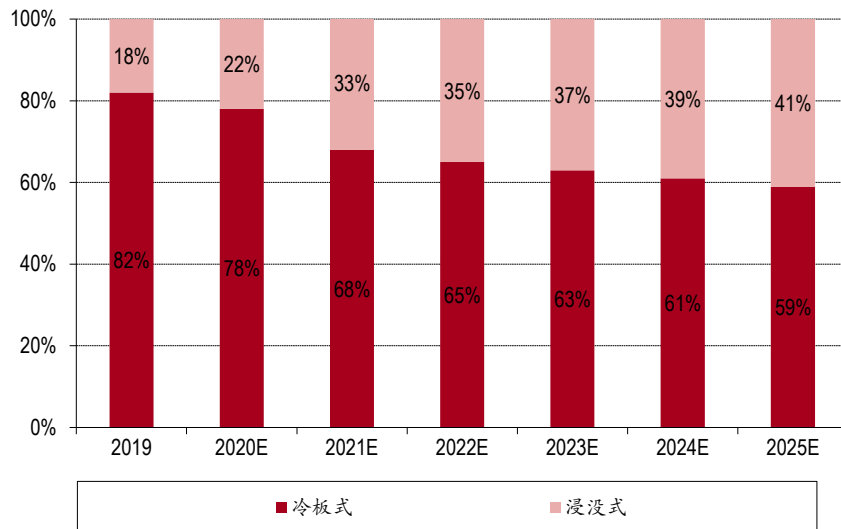
未来浸没式技术逐渐成熟，有望成为主流。浸没式液冷是数据中心的跃迁式技术创新，相较于冷板式液冷能更大程度上利用液体的比热容特点，制冷效率更高，具有高效能、高密度、高可用和高可靠等特性，未来浸没式液冷数据中心基础设施将会占据更多市场。据赛迪研究院，浸没式液冷突破技术瓶颈，可以使单机柜功率密度提升 3 倍以上，到 2025 年占比将超过 40%。

图表 22. 四种数据中心冷却方式效果评估表

	传统风冷	冷板式	浸没非相变	浸没相变
散热性能	0	+	+	++
集成度	0	+	+	++
可维护性	0	+	+	+
可靠性	0	+	+	+
性能	0	+	+	++
能效	0	+	+	++
废热回收	0	+	+	++
噪声	0	++	+	++
单板腐蚀	0	+	+	++
冷却介质兼容性	0	+	+	+
初期投入成本	0	-	-	--
5年平均运营成本	0	+	+	++
承重要求	0	-	-	--

资料来源：赛迪研究院，中银证券

图表 23. 2019-2025E 我国液冷数据中心市场结构分布预测



资料来源：赛迪研究院，中银证券

存在技术门槛，核心挑战是高精密性、防漏、自主可控

目前仍存在技术门槛与挑战：（1）液冷板微通道齿间距是 0.1mm 量级（风冷是毫米级别），设计、加工需要考虑流道和流阻更精准；水冷板和固定板形成一体化，需要保证不漏液。（2）每一台液冷服务器都有一个进水管路和出水管路，至少配四个插头，属于高精密的快接插头部件（以往多用于航天、高铁等精密领域）。（3）改造液冷数据中心涉及到楼体改造、空间重布等环节，增加了施工难度。

自主知识产权仍有待提高。国外企业起步较早，目前占据主要产权地位，但国内已基本具备可比性。

图表 24. 漏液



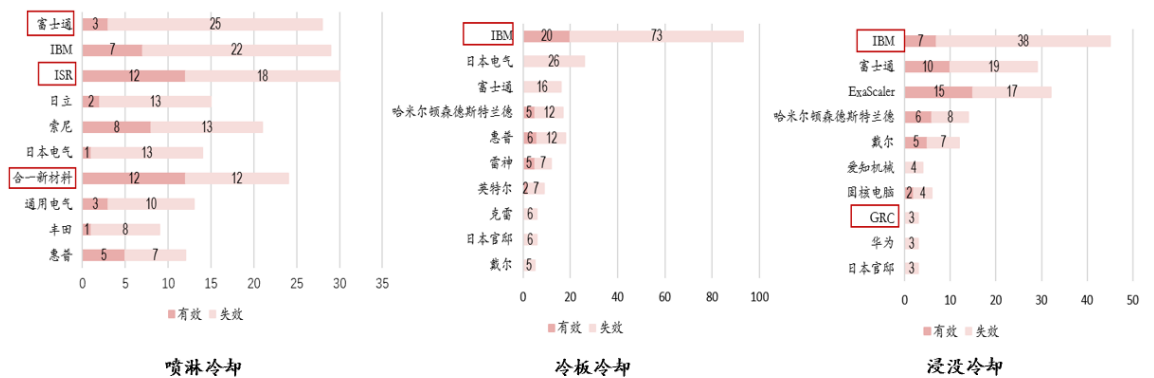
资料来源：搜狐财经，中银证券

图表 25. 液冷一侧接口指标要求

项目	指标参数
水质要求	1. PH6.5~8 2. 浊度 10NTU 3. 钙硬度(以CaCO3计)≤20ppm 4. 总Fe≤10mg/L 5. 总碱度(以CaCO3计)≤500mg/L
供水温度要求	根据客户的需求可选择不同等级，定义等级如下： W1: 2~17℃ W2: 2~27℃ W3: 2~32℃ W4: 2~45℃ W5: >45℃
供回水压差要求	≥150kPa
供水压力要求	<690kPa, 设计压力<1MPa
管路接口	1. 管路接口可以采用螺纹接口，法兰接口，快接头等多种形式，推荐采用国标系列规格。 2. 管路管径参考表3 管路尺寸与流速对应表选择。
冷水机组&冷却塔制冷能力要求	1. 额定制冷能力根据供水温度等级、系统总负载能力、应用环境等多个因素选择，建议在总能力需求基础上考虑一定的冗余。 2. 考虑制冷设备的故障，冷水机组&冷却塔需要考虑一定的冗余备份，用户可采用N+1、N+2、2N等不同的备份模式。

资料来源：中国通信标准化协会，中银证券

图表 26. 三种液冷方式知识产权分布情况



资料来源：赛迪研究院，中银证券

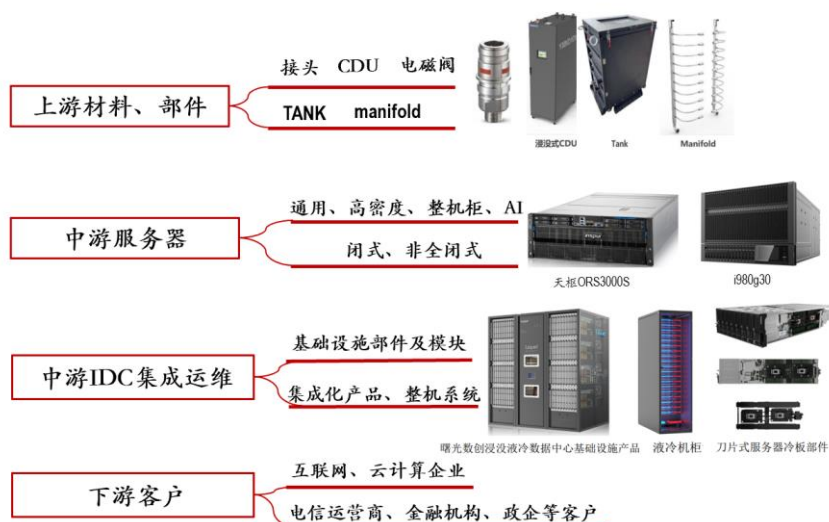
行业机会向产业链多方延伸

产业链逐渐成型，上中下游均可受益

液冷行业上游主要为产品零部件，包括接头、CDU、电磁阀、TANK、manifold等。中游主要为液冷服务器，包括四个主要类型的服务器，以及闭式循环和非闭式循环服务器。此外还包括数据中心的集成运维设施、产品及部件，从冷板部件到机柜，再到数据中心液冷集成模块。

服务器及相关集成产品主要用于为下游行业在云计算、人工智能及物联网等方面提供服务。国内下游行业主要包括互联网、金融、电信、政府、交通和能源等信息化程度相对较高的行业，涵盖智慧计算、电子政务、企业信息化、关键应用以及民生等相关领域，包括三大电信运营商，以及腾讯、阿里巴巴等互联网大型企业。

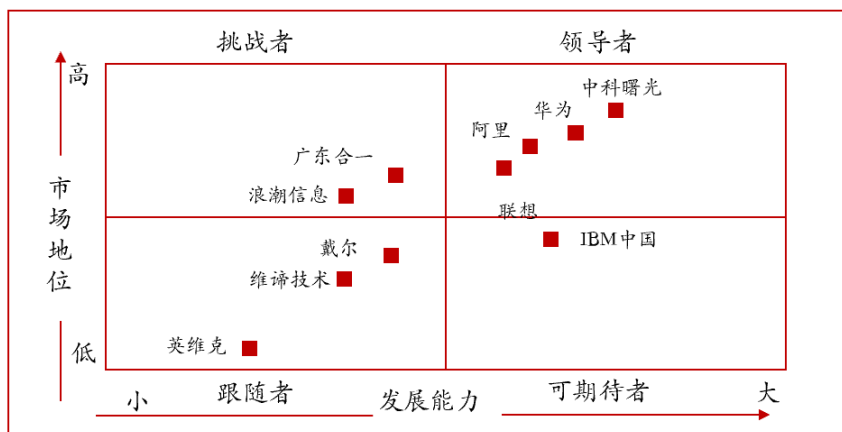
图表 27. 液冷相关产业链



资料来源：中国通信院，中银证券

据赛迪研究院，2020年中科曙光、华为、阿里和联想位于我国液冷中心市场领导者地位，2022年格局预计有所变动，浪潮信息或进入领导者象限。

图表 28. 2020年中国液冷数据中心厂商竞争力矩阵图



资料来源：赛迪研究院，中银证券

产业链环节之服务器厂商：受益最为直接

受益于液冷需求带动，服务器行业迎来新的更新驱动因素，带动重回高景气周期。产品方面，液冷相关产品售价、利润率优于传统风冷技术产品，可以给客户带来明确、可观的效益。

行业具有较高的进入壁垒，先进入者具备先发优势。(1) **技术壁垒**。液冷数据中心基础设施产品的研发和制造涉及冷却技术、制冷系统设计及仿真技术、温湿度解耦控制算法等多项技术领域，要求企业具备成熟、深入的技术积累。(2) **专业人才壁垒**。液冷数据中心基础设施领域属于新兴技术密集型产业，产品性能涉及材料化学、热力学、电子学、计算机科学等多种学科技术成果，并且因数据中心复杂多样，相应的制冷系统存在定制化特征，因此对研发技术人员的技术研发能力和行业经验要求较高。(3) **客户认证壁垒**。出于安全性、稳定性等考虑，企业客户在选择液冷数据中心基础设施供应商时通常需要进行严格的资质验证。另一方面，客户在与液冷数据中心基础设施供应商建立生产配套关系后，倾向于维持与现有技术供应商的合作，不会轻易更换主要供应商，因此先进入者具有先发优势。

总结以上，我们认为目前率先布局液冷技术的服务器厂商具有显著的先发优势，将率先受益。我们梳理了布局液冷服务器的厂商及其主要产品，如下：

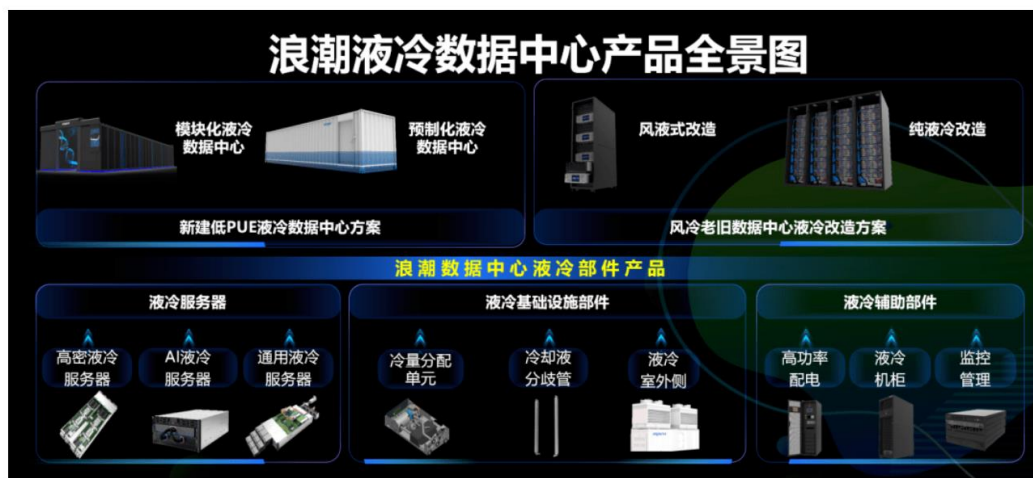
1、浪潮信息：全栈布局液冷，实现业界首次大批量交付

2022年浪潮提出“**All In 液冷**”全栈布局液冷，实现服务器全产品线支撑液冷，并进一步升级液冷智算中心解决方案，实现数据中心 PUE<1.1。目前，浪潮信息已拥有 100 多项液冷技术领域核心专利，并已参与制定与发布 10 余项冷板式液冷、浸没式液冷相关设计技术标准，同时联合牵头立项及撰写冷板式液冷核心技术的 4 项标准。

2022 年浪潮信息发布全栈液冷产品，通用服务器、高密度服务器、整机柜服务器、AI 服务器等四大系列均支持冷板式液冷，同时浪潮信息亚洲最大液冷数据中心研发生产基地“天池”正式投产，年产能达到 10 万台，实现了**业界首次冷板式液冷整机柜的大批量交付**，整体交付周期在 5-7 天之内，助力数据中心绿色低碳发展。

浪潮信息液冷产品和解决方案已经在互联网、金融、教科研等领域得到广泛应用。浪潮信息与京东云联合推出天枢（ORS3000S）液冷整机柜服务器，数据中心部署总体能耗降低 40% 以上，散热效率提升 50%，性能提升 34%-56%，已经在京东云数据中心实现规模化部署。

图表 29. 浪潮液冷数据中心产品全景图



资料来源：公司公告，中银证券

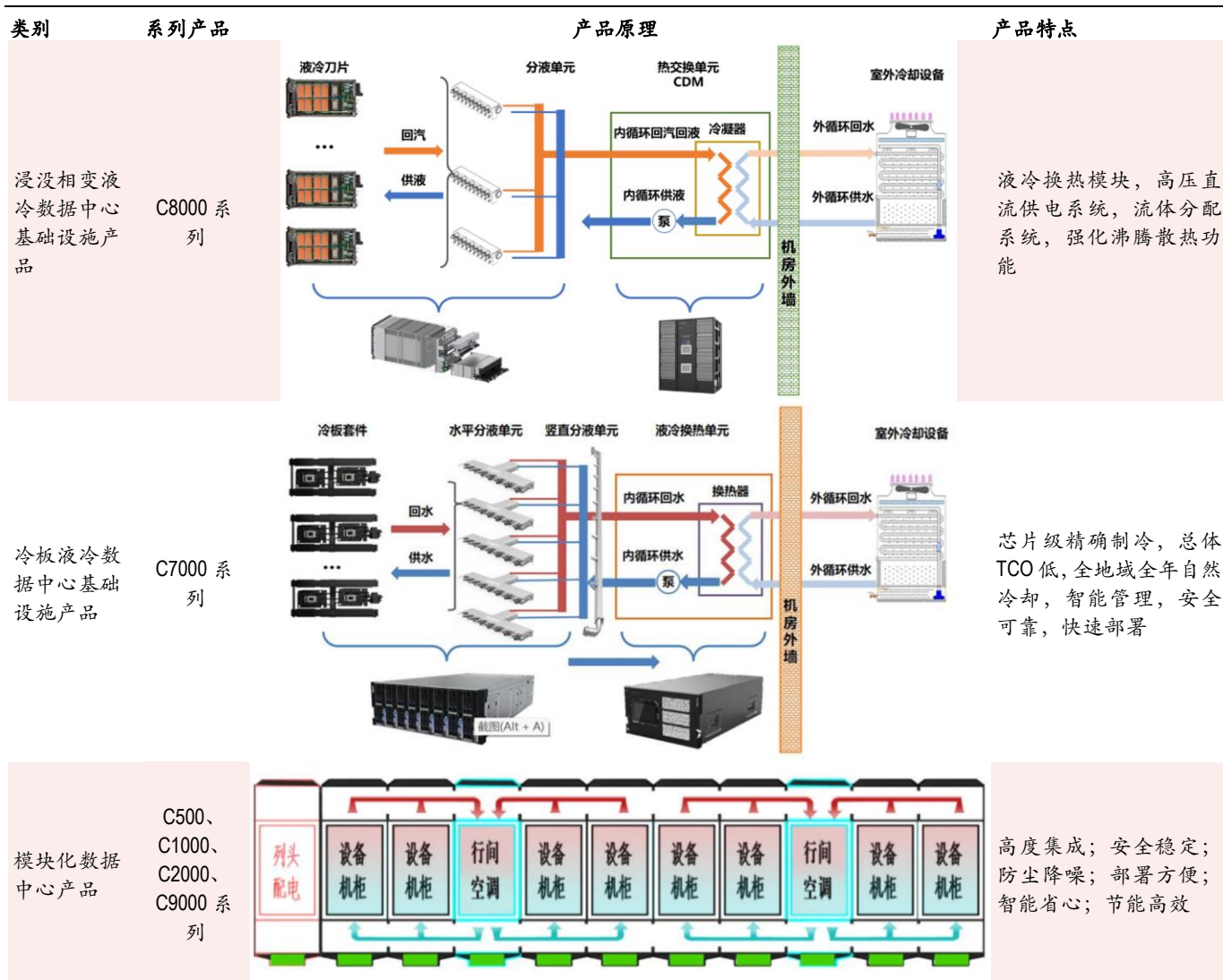
2、曙光数创：浸没相变液冷领导者

浸没相变液冷技术为核心竞争力。公司主要现有产品按照技术路径可以分为浸没相变液冷数据中心基础设施产品、冷板液冷数据中心基础设施产品以及模块化数据中心三大类。公司浸没相变液冷技术具有超强散热效能、可实现超高密度部署和极低 PUE 特征，提供核心竞争力。冷板液冷数据中心采用液冷为主、风冷为辅的混合冷却模式，降低冷却系统消耗，增强服务器可靠性。

公司的浸没相变液冷技术解决了传统冷却技术存在的“功耗墙”问题，同时具有极佳的节能效果，此外大幅降低了芯片核温，实现服务器内温度场均匀分布，提高了系统可靠性。其 C8000 系列时能够使得高功率密度数据中心 PUE 降至 1.05~1.2，2019 年 C8000 系列首次大规模商业化部署，标志着数据中心行业全浸式液体相变冷却技术在国内首次实现了大规模产品转化和部署。

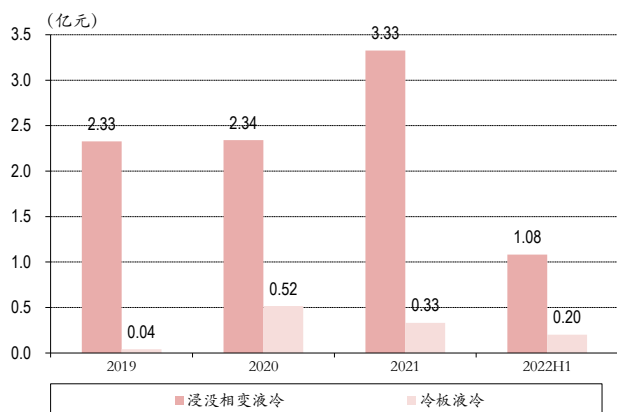
从营收结构来看，2019 年-2022H1 公司浸没相变液冷收入占总营收比重分别为 79.74%、69.78%、81.63%、75.75%，2021 年收入同比高增 42.15%至 3.33 亿元。此外，浸没液冷产品毛利率保持 40%以上水平。

图表 30. 曙光数创主要产品



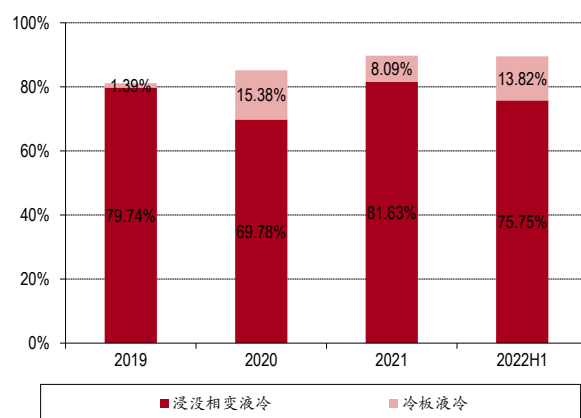
资料来源：招股说明书，中银证券

图表 31. 2019-2022H1 年浸没相变和冷板式液冷收入



资料来源：招股说明书，中银证券

图表 32. 浸没相变和冷板式液冷收入占总营收比重



资料来源：招股说明书，中银证券

3、宁畅：人工智能和液冷服务器领跑，推出全系统定制液冷

2022年初,宁畅联手 NVIDIA 等合作伙伴率先推出了新系列液冷服务器,通过采用 NVIDIA 液冷 HGX A100 NVLink 平台,推出 X660 G45 LP 新系列液冷服务器。宁畅通过采用 NVIDIA 液冷 HGX A100 NVLink 平台,推出 X660 G45 LP 新系列液冷服务器,单芯片散热最高可达 500W,同时单机柜功率密度得到极大提升,节省空间达 80%,噪音低于 50 分贝。

GPU 和液冷服务器领跑 MLPerf, 支持更多场景应用。9 月国际权威 AI 性能基准测试平台 MLPerf 公布最新测试成绩,宁畅人工智能服务器 X640 G40 和 GPU 液冷服务器 X660 G45 LP 两款核心产品性能登顶,共斩获 13 项第一。本次测试还覆盖多种典型的 AI 模型,包括 ResNet(图像分类)、3D-UNet99(图像分割)、Rnnt(语音辨识)、RetinaNet(目标检测)、Bert-99(自然语言处理)等,更加贴近实际应用情况。

全系统定制液冷方案积累深厚, 已有验证。在高效液冷服务器的基础上,公司进一步推出业内首个全系统定制液冷方案,实现从需求梳理、架构设计、机房部署到运维服务的全系统定制。经过 15 年的研发积累,上千项液冷可靠性测试,以及数万节点部署考验,宁畅液冷解决方案现已兼备高效散热、高密部署、更低噪音等优点,可实现系统自动补液等智能化管理,可帮助 PUE 降低至 1.2 以下。截至目前,公司已拥有 30 余项液冷专利,重点突破了第三代冷板式液冷技术,其定制液冷方案在北京、哈尔滨、成都等多地实现数万台部署。

根据 IDC 发布的《2021 下半年度 (H2) 中国加速计算服务器市场分析报告》,宁畅位列中国区 GPU 以及加速服务器市场第二名。公司战略发展目标为 2022 年实现在中国区 X86 架构定制服务器市场占有率超过 50%。

图表 33. 宁畅液冷全系统定制方案

宁畅提供全系统定制液冷绿色算力

冷板式液冷通用机架服务器

冷板式液冷 GPU 服务器

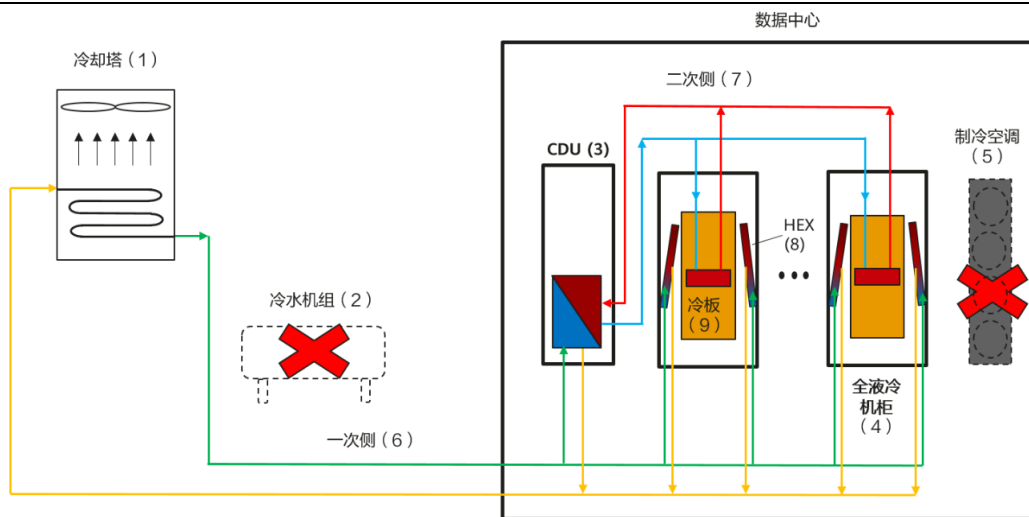
冷板式液冷高密度服务器

资料来源：智东西，中银证券

4、华为：率先布局单项液冷板系统

2017年推出 Fusion Server 高密专用液冷系统，采用了单相液冷板的制冷方案，单柜功率密度可以做到 45kW/rack。载冷剂采用去离子水+BTA 缓蚀剂，支持的最高进水温度达到 45℃，达到了 DLC 标准的 W4 液冷等级。以北京气候为例（全年最大极端湿球温度是 31.5℃），可以通过冷却塔实现全年自然冷却，机房 PUE 理论上可以降至 1.1。此外，由于简化了制冷系统，因此提高了制冷系统的 MTBF（平均无故障工作时间）。2018年华为云松山湖数据中心采用全预制模块化、高密度、高性能液冷集群。

图表 34. 华为 FusionServer Pro E9000 全液冷系统（外置柜式 CDU）



资料来源：公司官网，中银证券

5、中国长城：专注喷淋式液冷

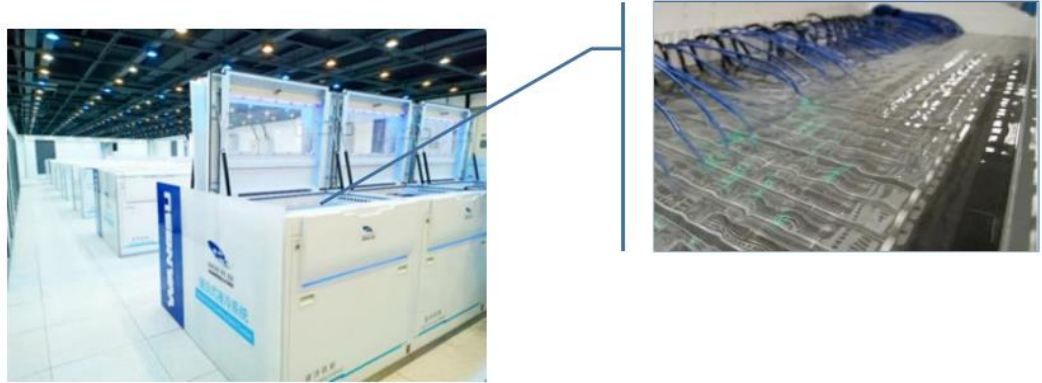
2020年发布国内首台喷淋液冷服务器。是一款具有完全自主知识产权、致力于攻克服务器器件精准散热难题的新型服务器，目前已成功应用于教育、移动通信、大数据等 10 个行业，并参与了国家重点实验室 5G 云计算喷淋液冷平台项目的建设。

6、网宿科技：专注液冷数据中心解决方案

公司子公司绿色云图自 2015 年成立起即开展浸没式液冷技术的研发、产品及解决方案的输出，是国内浸没式液冷技术研发的先行者。目前，已推出微型液冷数据中心解决方案、中大型数据中心解决方案、集装箱数据中心解决方案以及定制化液冷解决方案等一系列液冷数据中心解决方案，并成功应用于高校、媒体、互联网企业等多个业务场景。

网宿绿色云图直接浸没式液冷技术可将散热能耗降低 90%-95%、IT 设备能耗降低 10%-20%，实现 PUE 均值低至 1.049，创下了国内数据中心能耗纪录。2021 年公司 IDC 及液冷产品收入 2.46 亿元，毛利率 24.92%。

图表 35. 绿色云图液冷机柜

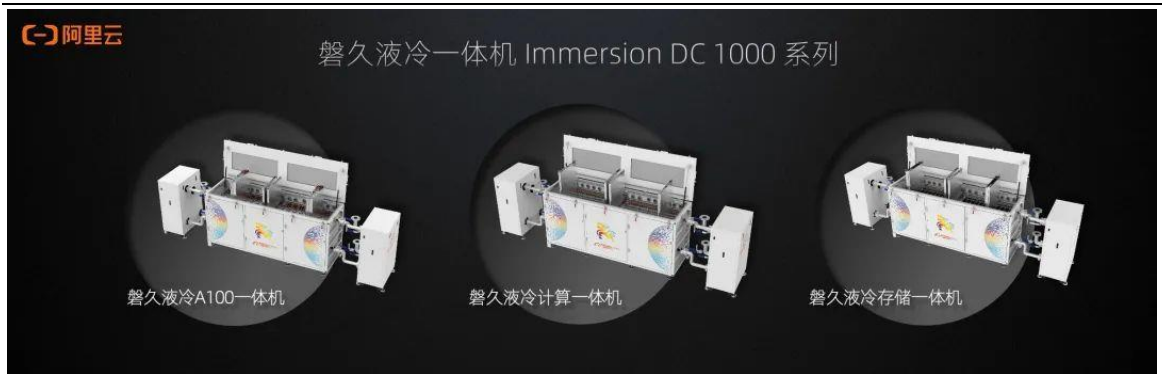


资料来源：公司公告，中银证券

7、阿里云：领先单相浸没液冷解决方案

2021 年底，公司发布单相浸没液冷解决方案—磐久液冷一体机 Immersion DC 1000 系列，包括液冷 A100 一体机、液冷计算一体机、液冷存储一体机，具备三大特点：（1）超融合，传统的产品就是一台服务器、交换机，而 Immersion DC 1000 系列最核心的是将基础设施散热能力和 IT 设备、网络设备和服务器进行高效整合，融合在一起进行整体交付。（2）超强算力，包括 AI40P，存储 3.4P 的超强能力，还有 25.6T AI 互联带宽端口能力，高存储、高带宽，未来可支撑至少三代技术迭代，资源利用率提升 50%。（3）可在全球仁和气象区域部署，实现极致 PUE1.09。

图表 36. 磐久液冷一体机 Immersion DC1000 系列



资料来源：公司官网，中银证券

8、紫光股份（新华三）：布局液冷解决方案

2017 年，公司已经在 R4900 G2 机架服务器上做了冷板预研，在节能技术的配合下，项目 PUE 实测值在 1.08-1.17 之间。此外，公司在 B16000 刀片服务器节点中做了预研，实测单节点功耗较风冷节省 49.85W，CPU 温度降低 23℃（235W CPU），PUE 实测值在 1.2 左右。公司参与了 500 多个数据中心的建设，包括大量的液冷数据中心机房，组建了定制化的团队，创建了液冷研发实验室，为客户提供端到端的液冷解决方案。

产业链环节之材料器件商：价值量高，受益较多

除服务器厂商以外，产业链上游材料和器件厂商也有望相应受益。主要包括流体连接器（液体冷却快速插拔接头）、冷媒、CDU、电磁阀、TANK、manifold等。

(1) 流体连接器（液体冷却快速插拔接头）：通常是指液冷循环系统中各器件之间的连接件，它能实现各器件之间的快速连接和断开且无泄漏，提高效率，减少排液注液带来的不必要的工作量。主要应用于流体连接，可在带压状态下自由插拔且无泄漏。

(2) 冷媒：冷却液，可用冷媒包括水、矿物油、电子氟化液等。

(3) CDU（Cooling Dispensing Unit，冷却液分配单元）：主要由机箱、水泵、板换、阀、膨胀罐以及管路等等组成，通过板换进行热量交换，把冷却的液体送到热源处吸收热量，带着热量的液体再进入板换进行换热处理，循环换热。

(4) 电磁阀：一般安装在连接的管道上控制冷媒流通。

(5) TANK：用于安装服务器/交换机的浸没式箱体，通过 tank 内的冷却介质直接对交换机进行散热。

(6) Manifold：分集水器，用于连接各路加热管供回水的配、集水装置，按进、回水方式不同分为分水器 and 集水器。

图表 37. 液冷相关材料/器件图解



资料来源：英维克官网，中银证券

图表 38. 材料/器件厂商及其主要产品

厂商	相关性	主要产品或布局
中航光电	材料器件	“流体、齿科及其他产品”2021Y 和 2022H1 营收 yoy 超 51%、54%；行业龙头如史陶比尔等
中菱环境	材料器件	氟化液行业龙头如 3M 等
高澜股份	材料器件	纯水冷却设备专门企业
英维克	材料器件	温控领域专业厂商
依米康	解决方案	在精密温控设备、微模块数据中心、UPS 电源等领域具备专业能力
佳力图	解决方案	主要为数据机房等精密环境控制领域提供节能、控温设备及解决方案
亚康股份	解决方案	具有自研的东数西算液冷产品方案

资料来源：万得，中银证券

投资建议

从研究赛道来看，服务器厂商将直接受益，关注浪潮信息、曙光数创、中国长城、紫光股份。同时，产业链中解决方案和运维服务厂商也有望核心受益，关注亚康股份、网宿科技。行业机会也将向产业上游传导，材料和器件供应商也将相应受益，关注中航光电、申菱环境、英维克、高澜股份。

风险提示

1、核心技术和成本优化突破不力。

液冷相关核心技术创新持续推进，对接商用落地还需突破。此外技术成本需进一步降低。

2、信息基础设施投建不及预期。

下游行业需求主要在互联网、金融、政务等，信息基础设施投建需求可能不及预期。

3、政策落地不及预期。

“双碳”相关政策文件确定的 PUE 指标可能不达，实际落地或许会有延后。

披露声明

本报告准确表述了证券分析师的个人观点。该证券分析师声明，本人未在公司内、外部机构兼任有损本人独立性与客观性的其他职务，没有担任本报告评论的上市公司的董事、监事或高级管理人员；也不拥有与该上市公司有关的任何财务权益；本报告评论的上市公司或其它第三方都没有或没有承诺向本人提供与本报告有关的任何补偿或其它利益。

中银国际证券股份有限公司同时声明，将通过公司网站披露本公司授权公众媒体及其他机构刊载或者转发证券研究报告有关情况。如有投资者于未经授权的公众媒体看到或从其他机构获得本研究报告的，请慎重使用所获得的研究报告，以防止被误导，中银国际证券股份有限公司不对其报告理解和使用承担任何责任。

评级体系说明

以报告发布日后公司股价/行业指数涨跌幅相对同期相关市场指数的涨跌幅的表现为基准：

公司投资评级：

- 买入：预计该公司股价在未来 6-12 个月内超越基准指数 20%以上；
- 增持：预计该公司股价在未来 6-12 个月内超越基准指数 10%-20%；
- 中性：预计该公司股价在未来 6-12 个月内相对基准指数变动幅度在-10%-10%之间；
- 减持：预计该公司股价在未来 6-12 个月内相对基准指数跌幅在 10%以上；
- 未有评级：因无法获取必要的资料或者其他原因，未能给出明确的投资评级。

行业投资评级：

- 强于大市：预计该行业指数在未来 6-12 个月内表现强于基准指数；
- 中性：预计该行业指数在未来 6-12 个月内表现基本与基准指数持平；
- 弱于大市：预计该行业指数在未来 6-12 个月内表现弱于基准指数；
- 未有评级：因无法获取必要的资料或者其他原因，未能给出明确的投资评级。

沪深市场基准指数为沪深 300 指数；新三板市场基准指数为三板成指或三板做市指数；香港市场基准指数为恒生指数或恒生中国企业指数；美股市场基准指数为纳斯达克综合指数或标普 500 指数。

风险提示及免责声明

本报告由中银国际证券股份有限公司证券分析师撰写并向特定客户发布。

本报告发布的特定客户包括：1) 基金、保险、QFII、QDII 等能够充分理解证券研究报告，具备专业信息处理能力的中银国际证券股份有限公司的机构客户；2) 中银国际证券股份有限公司的证券投资顾问服务团队，其可参考使用本报告。中银国际证券股份有限公司的证券投资顾问服务团队可能以本报告为基础，整合形成证券投资顾问服务建议或产品，提供给接受其证券投资顾问服务的客户。

中银国际证券股份有限公司不以任何方式或渠道向除上述特定客户外的公司个人客户提供本报告。中银国际证券股份有限公司的个人客户从任何外部渠道获得本报告的，亦不应直接依据所获得的研究报告作出投资决策；需充分咨询证券投资顾问意见，独立作出投资决策。中银国际证券股份有限公司不承担由此产生的任何责任及损失等。

本报告内含保密信息，仅供收件人使用。阁下作为收件人，不得出于任何目的直接或间接复制、派发或转发此报告全部或部分内容予任何其他人士，或将此报告全部或部分内容发表。如发现本研究报告被私自刊载或转发的，中银国际证券股份有限公司将及时采取维权措施，追究有关媒体或者机构的责任。所有本报告内使用的商标、服务标记及标记均为中银国际证券股份有限公司或其附属及关联公司（统称“中银国际集团”）的商标、服务标记、注册商标或注册服务标记。

本报告及其所载的任何信息、材料或内容只提供给阁下作参考之用，并未考虑到任何特别的投资目的、财务状况或特殊需要，不能成为或被视为出售或购买或认购证券或其它金融票据的要约或邀请，亦不构成任何合约或承诺的基础。中银国际证券股份有限公司不能确保本报告中提及的投资产品适合任何特定投资者。本报告的内容不构成对任何人的投资建议，阁下不会因为收到本报告而成为中银国际集团的客户。阁下收到或阅读本报告须在承诺购买任何报告中所指之投资产品之前，就该投资产品的适合性，包括阁下的特殊投资目的、财务状况及其特别需要寻求阁下相关投资顾问的意见。

尽管本报告所载资料的来源及观点都是中银国际证券股份有限公司及其证券分析师从相信可靠的来源取得或达到，但撰写本报告的证券分析师或中银国际集团的任何成员及其董事、高管、员工或其他任何个人（包括其关联方）都不能保证它们的准确性或完整性。除非法律或规则规定必须承担的责任外，中银国际集团任何成员不对使用本报告的材料而引致的损失负任何责任。本报告对其中所包含的或讨论的信息或意见的准确性、完整性或公平性不作任何明示或暗示的声明或保证。阁下不应单纯依靠本报告而取代个人的独立判断。本报告仅反映证券分析师在撰写本报告时的设想、见解及分析方法。中银国际集团成员可发布其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告，亦有可能采取与本报告观点不同的投资策略。为免生疑问，本报告所载的观点并不代表中银国际集团成员的立场。

本报告可能附载其它网站的地址或超级链接。对于本报告可能涉及到中银国际集团本身网站以外的资料，中银国际集团未有参阅有关网站，也不对它们的内容负责。提供这些地址或超级链接（包括连接到中银国际集团网站的地址及超级链接）的目的，纯粹为了阁下的方便及参考，连结网站的内容不构成本报告的任何部份。阁下须承担浏览这些网站的风险。

本报告所载的资料、意见及推测仅基于现状，不构成任何保证，可随时更改，毋须提前通知。本报告不构成投资、法律、会计或税务建议或保证任何投资或策略适用于阁下个别情况。本报告不能作为阁下私人投资的建议。

过往的表现不能被视作将来表现的指示或保证，也不能代表或对将来表现做出任何明示或暗示的保障。本报告所载的资料、意见及预测只是反映证券分析师在本报告所载日期的判断，可随时更改。本报告中涉及证券或金融工具的价格、价值及收入可能出现上升或下跌。

部分投资可能不会轻易变现，可能在出售或变现投资时存在难度。同样，阁下获得有关投资的价值或风险的可靠信息也存在困难。本报告中包含或涉及的投资及服务可能未必适合阁下。如上所述，阁下须在做出任何投资决策之前，包括买卖本报告涉及的任何证券，寻求阁下相关投资顾问的意见。

中银国际证券股份有限公司及其附属及关联公司版权所有。保留一切权利。

中银国际证券股份有限公司

中国上海浦东
银城中路 200 号
中银大厦 39 楼
邮编 200121
电话: (8621) 6860 4866
传真: (8621) 5888 3554

相关关联机构:

中银国际研究有限公司

香港花园道一号
中银大厦二十楼
电话: (852) 3988 6333
致电香港免费电话:
中国网通 10 省市客户请拨打: 10800 8521065
中国电信 21 省市客户请拨打: 10800 1521065
新加坡客户请拨打: 800 852 3392
传真: (852) 2147 9513

中银国际证券有限公司

香港花园道一号
中银大厦二十楼
电话: (852) 3988 6333
传真: (852) 2147 9513

中银国际控股有限公司北京代表处

中国北京市西城区
西单北大街 110 号 8 层
邮编: 100032
电话: (8610) 8326 2000
传真: (8610) 8326 2291

中银国际(英国)有限公司

2/F, 1 Lothbury
London EC2R 7DB
United Kingdom
电话: (4420) 3651 8888
传真: (4420) 3651 8877

中银国际(美国)有限公司

美国纽约市美国大道 1045 号
7 Bryant Park 15 楼
NY 10018
电话: (1) 212 259 0888
传真: (1) 212 259 0889

中银国际(新加坡)有限公司

注册编号 199303046Z
新加坡百得利路四号
中国银行大厦四楼(049908)
电话: (65) 6692 6829 / 6534 5587
传真: (65) 6534 3996 / 6532 3371