

计算机行业跟踪周报

AI 算力不断迭代，液冷大势所趋

增持（维持）

2024年03月11日

证券分析师 王紫敬

执业证书：S0600521080005
021-60199781

wangzj@dwzq.com.cn

证券分析师 王世杰

执业证书：S0600523080004
wangshijie@dwzq.com.cn

投资要点

- **算力服务器液冷技术是一种采用液体作为散热介质的冷却方式。**算力服务器液冷技术主要分为冷板式、浸没式和喷淋式三种。冷板式液冷目前行业成熟度最高，2023 上半年，中国液冷服务器市场中，冷板式占到了 90%。
- **两大催化推动算力液冷产业加速发展：1) AI 的快速发展，GPU 成为未来数据中心建设的主要方向。**GPU 功耗显著高于 CPU，且提升速度逐步加快。台湾经济日报最新报道指出，B100 系列产品，相较目前的 H 系列，整体效能都进行了大幅提升，从原先的风冷转为液冷。2) **国家政策对数据中心 PUE 建设要求越来越高。**液冷技术是降低制冷系统能耗的主要技术手段。
- **液冷技术壁垒不高，行业壁垒较高。**算力液冷难点在于修改服务器，服务器往往承载客户核心业务，对稳定性要求较高。服务器厂商对服务器构成和工作情况最为了解，因此服务器厂商具有先天优势。随着市场空间逐步打开，第三方厂商也有望进入市场。
- **算力液冷市场空间广阔：**根据 IDC 数据，预计中国液冷服务器市场 2023 年全年将达到 15.1 亿美元，2027 年达到 89 亿美元。根据我们测算，2025 年及以后存量服务器改造为冷板式液冷市场空间为 832 亿元；假设 2027 年新增 AI 服务器全部采用冷板式液冷，市场规模为 260 亿元。
- **投资建议：**随着 AI 算力不断迭代，功耗大幅提升和国家政策对数据中心 PUE 要求提高，算力液冷行业有望迎来加速发展。相关标的：服务器厂商：中科曙光，浪潮信息，新华三等；零部件提供：精研科技，淳中科技等；第三方解决方案厂商：英维克，高澜股份，网宿科技等。
- **风险提示：**AI 发展不及预期；数据中心能耗政策推进不及预期。

行业走势



相关研究

《数据要素的报台账时刻：关注新政策方向》

2024-02-27

《低空经济的应用场景和产业现状》

2024-01-29

内容目录

| | |
|---------------------------|----|
| 1. 什么是算力液冷? | 4 |
| 2. 算力液冷主要分为三种 | 4 |
| 3. 算力液冷发展的两大催化 | 4 |
| 3.1. 算力功耗不断提升..... | 5 |
| 3.2. 数据中心 PUE 指标不断降低..... | 5 |
| 4. 算力液冷系统的构成 | 7 |
| 4.1. 冷板式液冷..... | 8 |
| 4.2. 浸没式液冷..... | 9 |
| 4.3. 喷淋式液冷..... | 9 |
| 5. 算力液冷市场空间 | 10 |
| 6. 算力液冷竞争壁垒 | 11 |
| 7. 算力液冷产业链 | 11 |
| 8. 投资建议 | 12 |
| 9. 风险提示 | 12 |

图表目录

| | |
|----------------------------------------|----|
| 图 1: 不同液冷技术的对比..... | 4 |
| 图 2: 机柜功率密度与制冷方式..... | 5 |
| 图 3: 政策要求数据中心 PUE 指标不断降低..... | 5 |
| 图 4: 典型数据中心能耗占比..... | 6 |
| 图 5: 数据中心制冷技术对应 PUE 范围..... | 7 |
| 图 6: 液冷系统通用架构原理图..... | 7 |
| 图 7: 冷板式液冷系统原理图..... | 8 |
| 图 8: 单相与两相浸没液冷系统原理..... | 9 |
| 图 9: 喷淋式液冷系统原理图..... | 10 |
| 图 10: 2023-2027 年中国液冷服务器市场规模(亿美元)..... | 10 |
| 图 11: 2023H1 中国液冷服务器厂商份额..... | 10 |
| 表 1: 冷板和浸没式液冷存量改造市场空间测算..... | 11 |
| 表 2: 冷板和浸没式液冷 AI 服务器增量改造市场空间测算..... | 11 |

1. 什么是算力液冷？

算力服务器液冷技术是一种采用液体作为散热介质的冷却方式。与传统的风冷散热相比，液冷技术具有散热效率高、噪音低、占地面积小等优点。在高温、高热负荷的环境下，液冷技术能够为服务器提供更稳定、高效的运行环境。

2. 算力液冷主要分为三种

算力服务器液冷技术主要分为冷板式、浸没式和喷淋式三种。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1：不同液冷技术的对比

| 液冷方案 | 非接触式液冷 | | 接触式液冷 | | |
|------|--------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------|
| | 冷板式 | 热管式 | 浸没式液冷 | | 喷淋式 |
| | | | 相变浸没式 | 单相浸没式 | |
| 投资成本 | 初始投资中等，运维成本低 | 初始投资中等，运维成本低 | 初始投资及运维成本高 | 初始投资及运维成本高 | 结构改造及液体消耗成本大，液冷系统初始投资成本低 |
| PUE | 1.1-1.2 | 1.15-1.25 | < 1.05 | < 1.09 | < 1.1 |
| 可维护性 | 较简单 | 简单 | 复杂 | | 复杂 |
| 供应商 | 华为、浪潮、曙光、联想、超聚变等主流供应商 | 仅浪潮 | 仅曙光 | 阿里巴巴、H3C、绿色云图、云酷智能、曙光数创 | 仅广东合一 |
| 应用案例 | 多 | 少 | 超算领域较多 | 较多 | 数据中心场景无批量使用 |
| 分析 | 初始投资中等，运维成本低，PUE 收益中等，部署方式与风冷相同，从传统模式过渡较平滑 | 初始投资中等，运维成本低，热管的散热能力有限，PUE 收益较低 | 初始投资最高，PUE 收益最高，需使用专用机柜，服务器结构需改造为刀片式 | 初始投资较高，PUE 收益较高，部分部件不兼容，服务器结构需改造 | 初始投资较高，运维成本高，液体消耗成本高，PUE 收益中等，部署方式同浸没式，服务器结构需改造 |

数据来源：冷板液冷服务器设计白皮书，东吴证券研究所

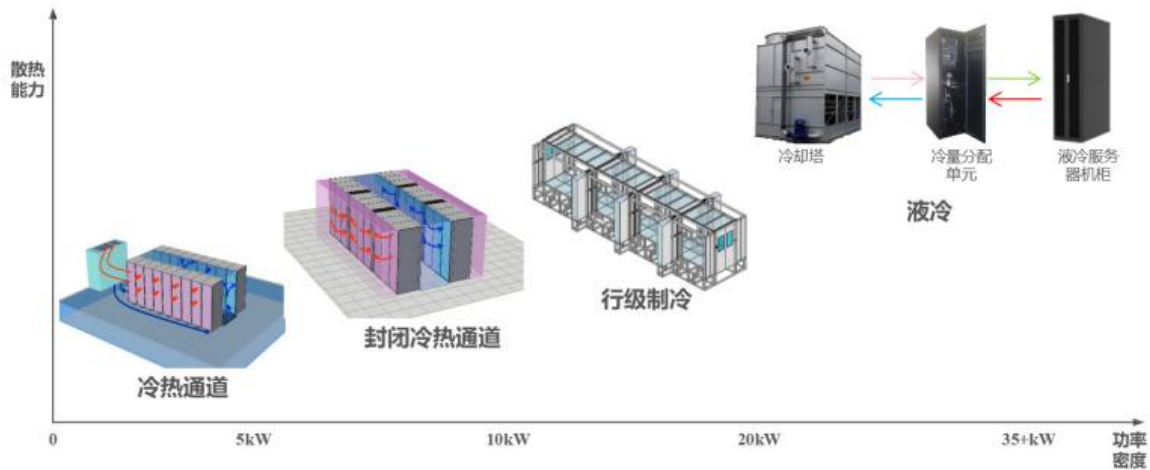
3. 算力液冷发展的两大催化

3.1. 算力功耗不断提升

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%。

AI 的快速发展，GPU 成为未来数据中心建设的主要方向。GPU 功耗显著高于 CPU，且提升速度逐步加快。

图2：机柜功率密度与制冷方式



数据来源：中兴通讯液冷技术白皮书，东吴证券研究所

最新英伟达 B100 芯片全部使用液冷。2024 年 3 月 18-21 日，英伟达将举办 2024 GTC AI 大会。综合多家媒体报道，英伟达预计将在本次大会上推出 Blackwell 架构的 B100 GPU。台湾经济日报最新报道指出，B100 系列产品，相较目前的 H 系列，整体效能都进行了大幅提升。除了 HBM 内存容量和 AI 效能大幅提升以外，**B100 搭载的散热技术也进行了一番升级，从原先的风冷转为液冷。**对此，英伟达 CEO 黄仁勋曾提到，坚信浸没式液冷技术就是未来指标，将带动整片散热市场迎来全面革新。

3.2. 数据中心 PUE 指标不断降低

国家政策对数据中心 PUE 建设要求越来越高。满足 PUE 建设要求成为算力中心建设方需要考虑的主要问题。

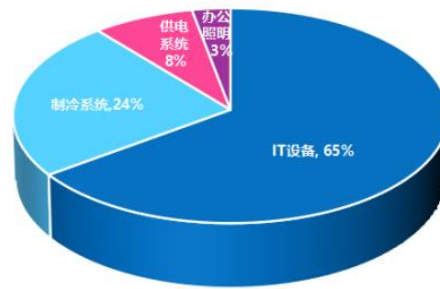
图3：政策要求数据中心 PUE 指标不断降低

| 城市 | 年平均气温℃ | 数据中心 PUE 要求 |
|-----|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 北京 | 12.3 | 年能源消费量小于 1 万吨标准煤的项目 PUE 值不应高于 1.3；年能源消费量大于等于 1 万吨标准煤且小于 2 万吨标准煤的项目，PUE 值不应高于 1.25；年能源消费量大于等于 2 万吨标准煤且小于 3 万吨标准煤的项目，PUE 值不应高于 1.2；年能源消费量大于等于 3 万吨标准煤的项目，PUE 值不应高于 1.15； 1.4 < PUE ≤ 1.8，每度电加价¥0.2； PUE>1.8，每度电加价¥0.5 |
| 上海 | 16.6 | 到 2024 年，新建大型及以上数据中心 PUE 降低到 1.3 以下，起步区内降低到 1.25 以下。推动数据中心升级改造，改造后的 PUE 不超过 1.4。 |
| 广东 | 22.6 | 新增或扩建数据中心 PUE 不高于 1.3，优先支持 PUE 低于 1.25 的数据中心项目，起步区内 PUE 要求低于 1.25 |
| 浙江 | 16.5 | 到 2025 年，大型及以上数据中心电能利用效率不超过 1.3，集群内数据中心电能利用效率不得超过 1.25 |
| 江苏 | 15.5 | 到 2023 年底，全省数据中心机架规模年均增速保持在 20% 左右，平均利用率提升到 65%，全省新型数据中心比例不低于 30%，高性能算力占比达 10%，新建大型及以上数据中心电能利用效率 (PUE) 降低到 1.3 以下，起步区内电能利用效率不得超过 1.25 |
| 山东 | 14.7 | 自 2020 年起，新建数据中心 PUE 值原则上不高于 1.3，到 2022 年年底，存量改造数据中心 PUE 值不高于 1.4。到 2025 年，实现大型数据中心运行电能利用效率降到 1.3 以下。优先支持 PUE 值低于 1.25，上架率高于 65% 的数据中心新建、扩建项目 |
| 青岛 | 12.7 | 新建 1.3，至 2022 年存量改造 1.4 |
| 重庆 | 18.4 | 到 2025 年，电能利用效率 (PUE) 不高于 1.3。集群起步区内 PUE 不高于 1.25。 甘肃：到 2023 年底，大型及超大型数据中心的 PUE 降到 1.3 以下，中小型数据中心的 PUE 降到 1.4 以下；到 2025 年底，大型及超大型数据中心的 PUE 力争降到 1.25 以下，中小型数据中心的 PUE 力争降到 1.35 下 |
| 四川 | 15.3 | 到 2025 年，电能利用效率 (PUE) 不高于 1.3。集群起步区内 PUE 不高于 1.25。各市 (州) 要充分发挥已建在建数据中心作用，除天府数据中心集群外，区域内平均上架率未达到 60%、平均 PUE 值未达到 1.3 及以下的，原则上不得新建数据中心。 |
| 内蒙古 | 4.3 | 到 2025 年，全区大型数据中心平均 PUE 值降至 1.3 以下，寒冷及极寒地区力争降到 1.25 以下，起步区做到 1.2 以下 |
| 宁夏 | 9.5 | 到 2025 年，建成国家 (中卫) 数据中心集群，集群内数据中心的平均 PUE ≤ 1.15, WUE ≤ 0.8，分级分类升级改造国家 (中卫) 数据中心集群外的城市数据中心，通过改造或关停，到 2025 年，力争实现 PUE 降至 1.2 及以下。 |
| 贵州 | 15.5 | 引导大型和超大型数据中心设计 PUE 值不高于 1.3；改造既有大型、超大型数据中心，使其数据中心 PUE 值不高于 1.4。实施数据中心减量替代，根据 PUE 值严控数据中心的能源消费新增量，PUE 低于 1.3 的数据中心可享受新增能源消费量支持。 |

数据来源：中兴通讯液冷技术白皮书，东吴证券研究所

只有通过降低数据中心辅助能源的消耗，才能达成节能目标下的 PUE 要求。典型数据中心能耗占比中制冷系统占比达到 24% 以上，是数据中心辅助能源中占比最高的部分。因此，在保障算力运转的情况下，降低制冷系统能耗能够极大的促进 PUE 的降低。

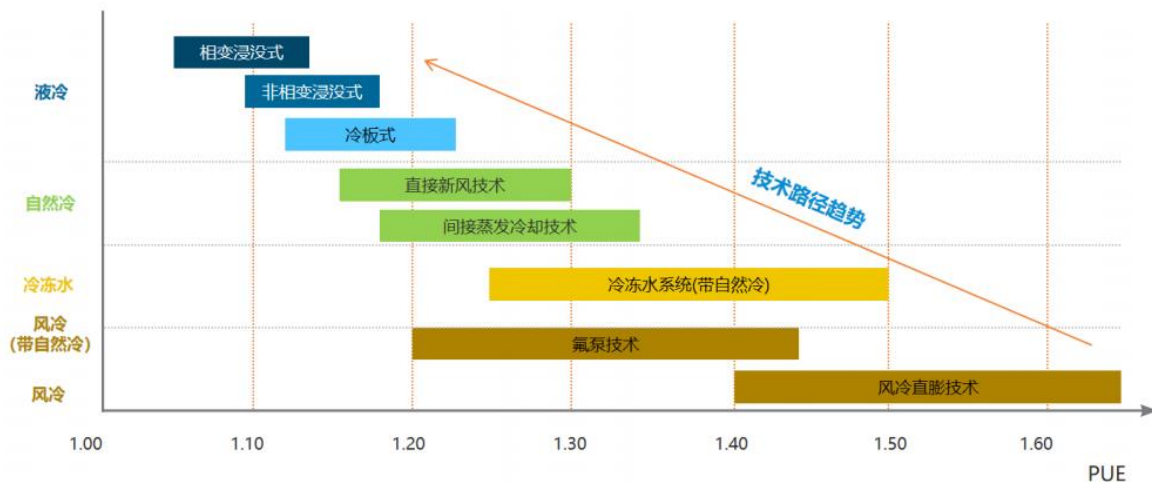
图4：典型数据中心能耗占比



数据来源：中兴通讯液冷技术白皮书，东吴证券研究所

液冷技术是降低制冷系统能耗的主要技术手段。液冷利用液体的高导热、高传热特性，在进一步缩短传热路径的同时充分利用自然冷源，实现了 PUE 小于 1.25 的极佳节能效果。

图5：数据中心制冷技术对应 PUE 范围

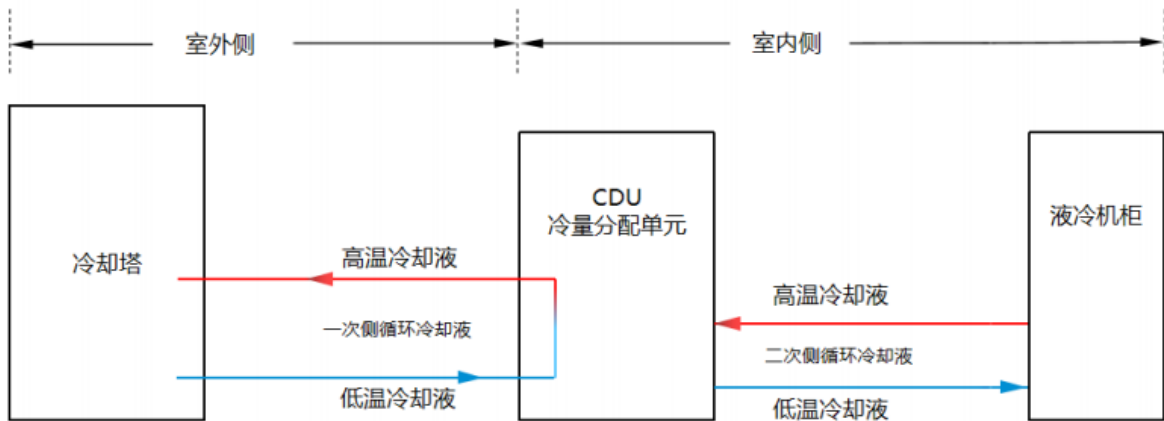


数据来源：中兴通讯液冷技术白皮书，东吴证券研究所

4. 算力液冷系统的构成

液冷系统通用架构及原理主要包括室外侧和室内侧。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6：液冷系统通用架构原理图



数据来源：中兴通讯液冷技术白皮书，东吴证券研究所

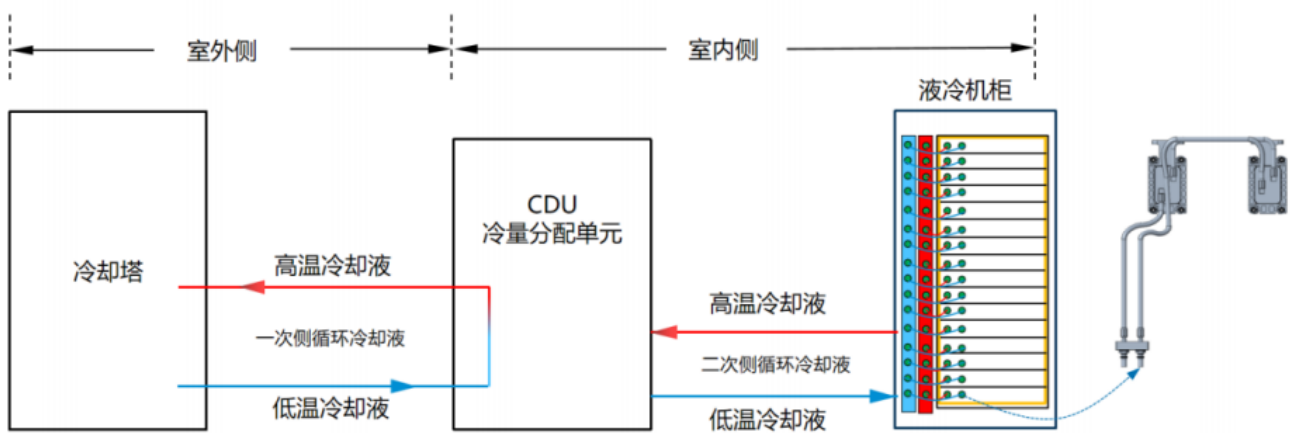
4.1. 冷板式液冷

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。

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。

图7：冷板式液冷系统原理图



数据来源：中兴通讯液冷技术白皮书，东吴证券研究所

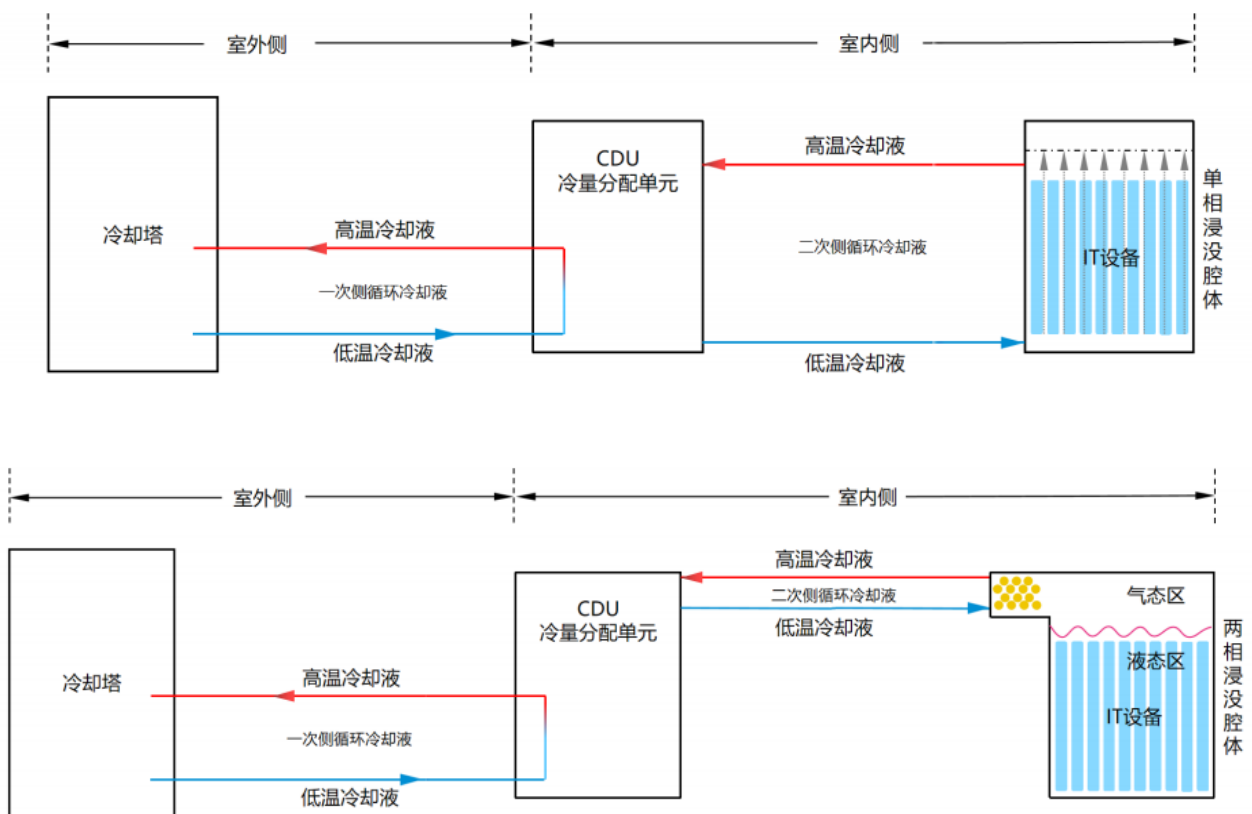
4.2. 浸没式液冷

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。

浸没式液冷系统构成室外侧包含冷却塔、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。

图8：单相与两相浸没液冷系统原理



数据来源：中兴通讯液冷技术白皮书，东吴证券研究所

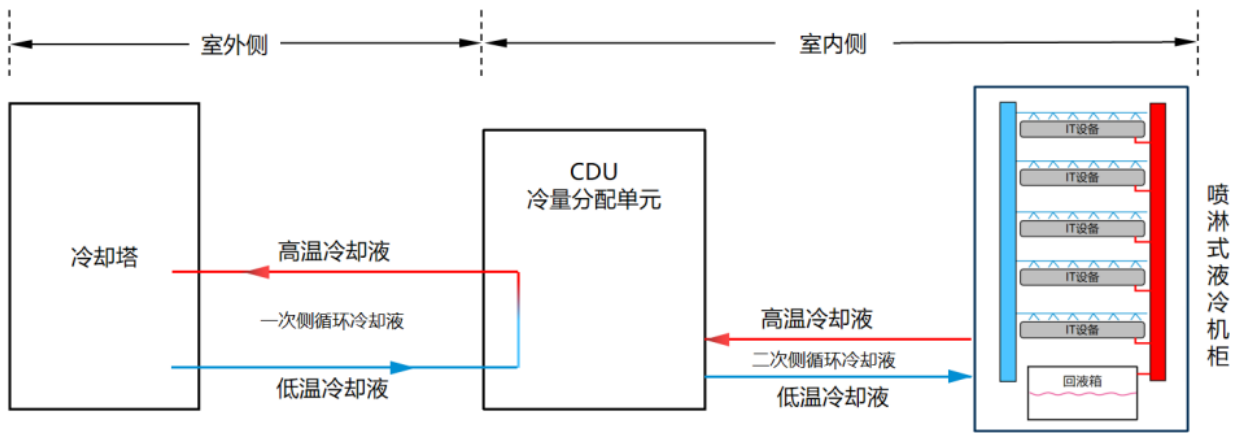
4.3. 喷淋式液冷

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。

图9：喷淋式液冷系统原理图



数据来源：中兴通讯液冷技术白皮书，东吴证券研究所

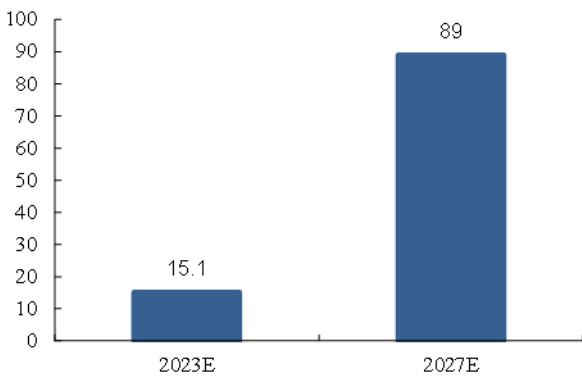
5. 算力液冷市场空间

根据 IDC 数据，预计中国液冷服务器市场 2023 年全年将达到 15.1 亿美元。2022-2027 年，中国液冷服务器市场年复合增长率将达到 54.7%，2027 年市场规模将达到 89 亿美元。

2023 上半年，中国液冷服务器市场中，冷板式占到了 90%。

从厂商销售额角度来看，2023 上半年市场占比前三的厂商是浪潮信息、宁畅和超聚变，占据了七成左右的市场份额。

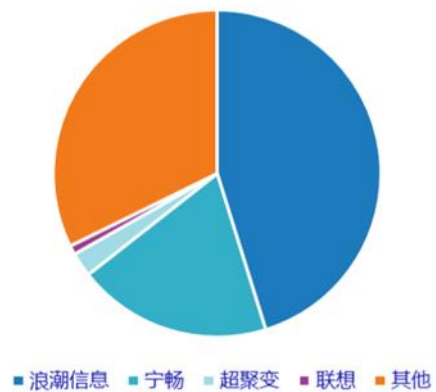
图10：2023-2027 年中国液冷服务器市场规模(亿美元)



数据来源：IDC，东吴证券研究所

图11：2023H1 中国液冷服务器厂商份额

中国液冷服务器厂商市场份额，2023H1



数据来源：IDC，东吴证券研究所

测算：液冷服务器市场空间主要来自于两方面，一方面是存量服务器改造，另一方面是新增服务器建设。

存量改造：

根据《基于价值工程的数据中心液冷与风冷比较分析》数据，浸没式液冷建设成本为 11818 元/kw，我们假设冷板式液冷建设成本约为 4000 元/kw。

中国电子信息产业发展研究院副院长张小燕介绍，我国在用数据中心机架总规模达到 520 万架，近 4 年年均增速达 33%，在用数据中心服务器规模达 1900 万台。

表1：冷板和浸没式液冷存量改造市场空间测算

| | 2024E | 2025 及以后 |
|-------------|-------|----------|
| 渗透率 | 10% | 50% |
| 存量服务器机架（万架） | | 520 |
| 冷板单价（元） | | 40000 |
| 浸没单价（元） | | 110000 |
| 冷板市场空间（亿元） | | 832 |
| 浸没市场空间（亿元） | | 2288 |

数据来源：《基于价值工程的数据中心液冷与风冷比较分析》，CEC，电信运营商液冷技术白皮书，东吴证券研究所

新增数量：

预计到 2027 年，中国 AI 服务器出货量将达到 65 万台，2022-2027 年年均复合增长率(CAGR)约为 18%。假设 2027 年全部采用冷板式液冷，则市场规模为 260 亿元。

表2：冷板和浸没式液冷 AI 服务器增量改造市场空间测算

| | 2027E |
|------------------|--------|
| 中国 AI 服务器出货量（万台） | 65 |
| 冷板单价（元） | 40000 |
| 浸没单价（元） | 110000 |
| 冷板市场空间（亿元） | 260 |
| 浸没市场空间（亿元） | 715 |

数据来源：前瞻研究院，《基于价值工程的数据中心液冷与风冷比较分析》，东吴证券研究所

6. 算力液冷竞争壁垒

液冷技术壁垒不高，行业壁垒较高。算力液冷难点在于修改服务器，服务器往往承载客户核心业务，对稳定性要求较高。服务器厂商对服务器构成和工作情况最为了解，因此服务器厂商具有先天优势。随着市场空间逐步打开，第三方厂商也有望进入市场。

7. 算力液冷产业链

算力液冷产业链主要分为**零部件提供商**、**服务器厂商**和**第三方解决方案提供商**。

零部件提供商：包括快速接头、CDU、电磁阀、浸没液冷 TANK、manifold、冷却液等组件或产品供应商。部分代表厂商有英维克、淳中科技、精研科技等。

服务器厂商：算力服务器液冷的核心难点在改服务器，因此大部分服务器厂商自身布局液冷产品。部分代表厂商有中科曙光、新华三、浪潮信息等。

第三方解决方案提供商：本身液冷领域深耕多年，能够为客户提供工程设计、服务器级方案，机柜级方案，一体化机柜级方案，数据中心级方案，风冷散热部分的高效冷却方案，及浸没液冷等方案。部分代表厂商有英维克、高澜股份等。

8. 投资建议

随着 AI 算力不断迭代，功耗大幅提升和国家政策对数据中心 PUE 要求提高，算力液冷行业有望迎来加速发展。

相关标的：

服务器厂商：中科曙光，浪潮信息，新华三等；

零部件提供：精研科技，淳中科技等；

第三方解决方案厂商：英维克，高澜股份，网宿科技等。

9. 风险提示

1) AI 发展不及预期：AI 服务器功耗较大，是液冷技术应用主要领域，如果 AI 发展不及预期，将会影响 AI 服务器需求，从而影响算力液冷发展进度。

2) 数据中心能耗政策推进不及预期：算力液冷产业发展的两大催化之一为数据中心能耗指标趋严，如果数据中心能耗指标政策推进不及预期，算力液冷建设进度可能减缓。

免责声明

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

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，本公司及作者不对任何人因使用本报告中的内容所导致的任何后果负任何责任。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

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

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

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

东吴证券投资评级标准

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

公司投资评级：

- 买入：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准在 15% 以上；
- 增持：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准介于 5% 与 15% 之间；
- 中性：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准介于 -5% 与 5% 之间；
- 减持：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准介于 -15% 与 -5% 之间；
- 卖出：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准在 -15% 以下。

行业投资评级：

- 增持：预期未来 6 个月内，行业指数相对强于基准 5% 以上；
- 中性：预期未来 6 个月内，行业指数相对基准 -5% 与 5%；
- 减持：预期未来 6 个月内，行业指数相对弱于基准 5% 以上。

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

东吴证券研究所
苏州工业园区星阳街 5 号
邮政编码：215021

传真：（0512）62938527

公司网址：<http://www.dwzq.com.cn>