

研究所：

证券分析师：

刘熹 S0350523040001  
liux10@ghzq.com.cn

## 液冷：算力+双碳提振需求，将迎来规模化推广

### ——计算机行业专题研究

最近一年走势



行业相对表现

2024/01/15

表现	1M	3M	12M
计算机	-13.8%	-14.3%	-6.8%
沪深 300	-1.8%	-10.4%	-19.5%

相关报告

《计算机行业动态研究：CES 2024 技术盘点：“AI+端侧”时代将至（推荐）\*计算机\*刘熹》——2024-01-15

《计算机行业动态研究：鸿蒙原生：构建全球第三大移动 OS 生态（推荐）\*计算机\*刘熹》——2023-12-25

《智数融合，万象更新——计算机行业 2024 年度投资策略（推荐）\*计算机\*刘熹》——2023-12-17

《计算机事件点评：国企改革稳步推进：华录集团并入 CETC（推荐）\*计算机\*刘熹》——2023-11-24

《AI 算力月度跟踪报告（202310）：算力景气持续走强，国产 GPU 开启放量（推荐）\*计算机\*刘熹》——2023-11-22

### 投资要点：

#### ■ 算力+双碳提升散热要求，液冷优势明显，有望规模化推广

大模型推动算力需求高增，且受“双碳”宏观背景影响，对散热要求提升。针对单芯片，液冷相比于风冷散热能力更高，同时液体高导热、高传热特性可降低 PUE，也可降低运行成本回收投资、降低 TCO。从未来发展看，根据《电信运营商液冷技术白皮书》，电信运营商联合产学研上下游，2025 年液冷有望 50%+项目规模应用。

#### ■ 冷板式和浸没式为主，具备成本\维护性\PUE 等多重优势

据《冷板液冷服务器设计白皮书》，综合考量初始投资成本、可维护性、PUE 效果以及产业成熟度等因素，冷板式和单相浸没式相较其他液冷技术更有优势，是当前业界的主流解决方案。IDC 数据显示，2023 上半年，中国液冷服务器市场中，冷板式占比较高；长远来看，浸没式在散热效率和单机柜功率、空间利用率等方面比冷板式具有显著优势。

#### ■ 多家公司发展液冷技术，提升数据中心散热效率

1) 飞荣达是华为散热领域核心供应商，针对服务器散热需求，开发了单相液冷模组、两相液冷模组等产品；2) 曙光数创启动全国规模最大的液冷数据中心全链条产业创新基地；3) 新华三发布全栈液冷解决方案；4) 浪潮信息持续践行“All in 液冷”战略；5) 英维克发布 Coolinside 全链条液冷解决方案。

#### ■ 行业评级及投资策略：ChatGPT 等大模型带动 AI 算力需求增长，在“双碳”目标下数据中心 PUE 监管趋严，我们认为数据中心温控厂商有望长期受益。维持对计算机行业“推荐”评级。

#### ■ 相关公司：1) 液冷解决方案：飞荣达，曙光数创，英维克，中航光电，科创新源，申菱环境，高澜股份，同飞股份，依米康；2) 液冷服务器：中科曙光、工业富联、高新发展、神州数码、软通动力、浪潮信息、紫光股份；3) AI 处理器：海光信息、龙芯中科、寒武纪、中国长城（飞腾信息）。

风险提示：宏观经济影响下游需求，大模型进展不及预期，市场竞争加剧，中美博弈加剧，相关公司业绩不及预期等。

## 内容目录

1、 算力+双碳提升散热要求，液冷优势明显，有望	4
1.1、 我国液冷技术发展迅速，可提高数据中心运行效率	4
1.2、 液冷服务器市场快速增长，互联网厂商需求较高	4
1.3、 算力基础设施能耗增长，液冷数据中心规模提升	6
1.4、 驱动力：算力+“双碳”提升散热要求，液冷提升服务器性能、低 PUE、低 TCO 优势明显	6
1.4.1、 算力发展推升设备功耗，液冷可提高服务器使用效率与稳定性	6
1.4.2、 “双碳”要求降低能耗，液冷低 PUE 助力节能	8
1.4.3、 液冷运行成本较低，有望降低数据中心 TCO	9
1.5、 未来发展：电信运营商推动液冷发展，有望迎来规模化应用	10
2、 液冷：冷板式和浸没式为主，具备成本\维护性\PUE 等多重优势	10
2.1、 目前冷板式占比较高，浸没式液冷具长期优势	10
2.2、 冷板式液冷：相比风冷，具备更好热传递、可靠性、功率密度	11
2.3、 浸没式液冷：显著散热、提高能效、控制复杂	12
2.4、 喷淋式液冷：加强对流换热，冷却液消耗量较少	13
3、 多家公司发展液冷技术，提升数据中心散热效率	14
3.1、 飞荣达：华为散热领域核心供应商	14
3.2、 曙光数创：浸没式相变液冷全球领先	15
3.3、 紫光股份（新华三）：打造全栈液冷解决方案	16
3.4、 浪潮信息：持续践行“All in 液冷”战略	17
3.5、 英维克：数据中心全链条液冷解决方案	18
4、 相关公司个股	19
5、 风险提示	19

## 图表目录

图 1: 我国液冷技术发展迅速 .....	4
图 2: 产业上下游分析 .....	5
图 3: 2019-2025 中国液冷数据中心行业应用结构 .....	5
图 4: 2022-2027 中国液冷服务器市场规模及预测 .....	5
图 5: 2023H1 中国液冷服务器厂商市场份额 .....	5
图 6: 2019-2025 中国液冷数据中心规模 (亿元) .....	6
图 7: 2019-2025 中国液冷数据中心分类 (亿元) .....	6
图 8: 2008-2025E 全球数据中心单机柜功率情况 .....	7
图 9: 2017-2022 年我国在用数据中心机架规模 .....	7
图 10: 数据中心宕机原因 .....	7
图 11: 机柜密度越高, 冷却失效时间越短 .....	7
图 12: 机柜功率密度与制冷方式 .....	8
图 13: 液冷同比风冷散热能力 (2MW 机房) .....	8
图 14: 数据中心 PUE 指标不断降低 .....	8
图 15: 数据中心制冷技术对应 PUE 范围 .....	9
图 16: 典型数据中心能耗占比 .....	9
图 17: 液冷同比风冷每年收益 (2MW 机房) .....	9
图 18: 液冷三年愿景 .....	10
图 19: 液冷散热技术形式 .....	11
图 20: 2022 年中国液冷技术市场占比 .....	11
图 21: 数据中心冷板式液冷架构示意图 .....	12
图 22: 单相浸没式液冷运作原理 .....	13
图 23: 两相浸没式液冷运作原理 .....	13
图 24: 数据中心喷淋式液冷架构示意图 .....	13
图 25: 飞荣达营业收入与通讯行业收入、占比 .....	14
图 26: 飞荣达产品在服务器的应用 .....	14
图 27: 曙光数创引领中国液冷数据中心发展 .....	15
图 28: 数创数据中心整体解决方案 .....	15
图 29: 曙光数创分业务营收情况 .....	15
图 30: 曙光数创分业务毛利率情况 .....	15
图 31: 新华三液冷解决方案 .....	16
图 32: 新华三 ALL in GREEN 全栈液冷产品 .....	16
图 33: 英维克 XSpace 微模块液冷方案 .....	19
图 34: 英维克 Coolinside 全链条液冷解决方案 .....	19
图 35: 英维克整体与机房温控节能设备收入及同比 .....	19
图 36: 英维克整体与机房温控节能设备毛利率 .....	19
表 1: 液冷技术对比情况 .....	11
表 2: 单相、两相冷板式液冷技术内容 .....	12
表 3: 单相、两相浸没式液冷技术内容 .....	12
表 4: 飞荣达液冷散热产品 .....	14
表 5: 新华三打造三大“全面”核心优势的全栈液冷解决方案 .....	16
表 6: 浪潮信息发展液冷技术, 紧密合作上下游 .....	17
表 7: 浪潮信息全液冷机柜具有高冷量低能耗、高效能、安全可靠等显著优势 .....	18

# 1、算力+双碳提升散热要求，液冷优势明显，有望规模化推广

## 1.1、我国液冷技术发展迅速，可提高数据中心运行效率

液冷可提高数据中心运行效率。液冷是指使用液体取代空气作为冷媒，为发热部件进行换热，带走热量的技术。人工智能、大数据等新兴技术的发展，使数据中心面临着较大的能耗和散热挑战，液冷技术具备较好的制冷效果，有效提升服务器使用效率和稳定性，同时使数据中心在单位空间布置更多的服务器。

我国液冷技术起步稍晚于国外，但起步后发展迅速，后期与国外发展进程基本同步，并且在液冷规模试点应用方面积累了丰富的丰富经验。

图 1：我国液冷技术发展迅速



资料来源：《电信运营商液冷技术白皮书》，国海证券研究所

## 1.2、液冷服务器市场快速增长，互联网厂商需求较高

液冷产业生态涉及产业链上中下游，包括上游的产品零部件提供商、中游的液冷服务器提供商及下游的算力使用者。根据赛迪顾问，预计2025年互联网行业液冷数据中心占比将达到24.0%，金融行业将达到25.0%，电信行业将达到23.0%。

图 2：产业上下游分析



图 3：2019-2025 中国液冷数据中心行业应用结构



资料来源：《电信运营商液冷技术白皮书》，国海证券研究所

资料来源：赛迪数据

中国液冷服务器市场在 2023 年仍将保持快速增长。液冷服务器是指将液体注入服务器，通过冷热交换带走服务器的散热的一种服务器。根据 IDC，2023 上半年中国液冷服务器市场规模达到 6.6 亿美元，同比增长 283.3%，预计 2023 年全年将达到 15.1 亿美元。IDC 预计，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。

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。从行业角度来看，互联网厂商是 2023 上半年中国液冷服务器市场的最大买家，占据 2023H1 出货量 54%，并有望在未来几年中持续加大液冷服务器的采购力度，政府、公共事业和教育占据次要市场份额；电信、金融、服务等行业的部署量也有稳健提升。

图 4：2022-2027 中国液冷服务器市场规模及预测

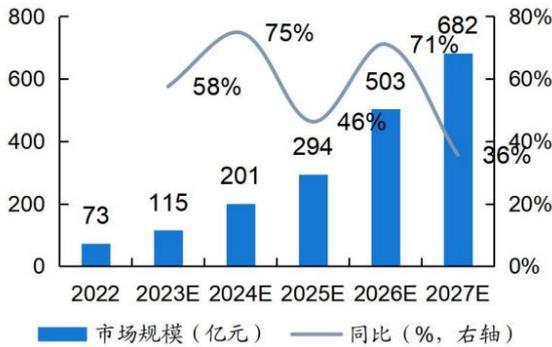


图 5：2023H1 中国液冷服务器厂商市场份额



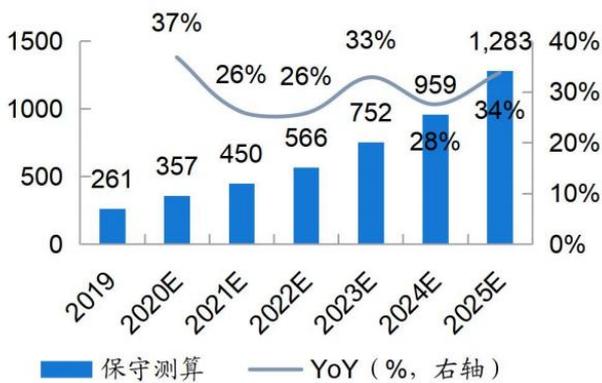
资料来源：IDC，中商产业研究院，国海证券研究所

资料来源：IDC

### 1.3、算力基础设施能耗增长，液冷数据中心规模提升

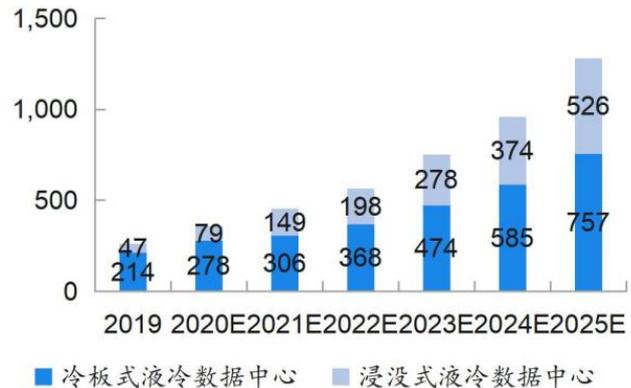
液冷数据中心规模持续提升。算力基础设施能耗增长或提升散热技术要求，飞荣达表示液冷散热将成为高算力下最优选择。根据赛迪数据，中国液冷数据中心市场规模保守估计将由 2019 年 260.9 亿元增至 2025 年 1283.2 亿元，CAGR 为 30.4%。

图 6：2019-2025 中国液冷数据中心规模（亿元）



资料来源：赛迪数据，国海证券研究所

图 7：2019-2025 中国液冷数据中心分类（亿元）



资料来源：赛迪数据，国海证券研究所

### 1.4、驱动力：算力+“双碳”提升散热要求，液冷提升服务器性能、低 PUE、低 TCO 优势明显

#### 1.4.1、算力发展推升设备功耗，液冷可提高服务器使用效率与稳定性

我国数字经济蓬勃发展，算力规模持续扩张。AI、智算需求高速增长，新型数智化应用日新月异，高密、高算力等多样性算力基础设施持续发展。《数字中国发展报告(2022 年)》显示，截至 2022 年底，我国数据中心机架总规模已超过 650 万标准机架，近 5 年年均增速超过 30%，在用数据中心算力总规模超 180EFLOPS，位居世界第二。

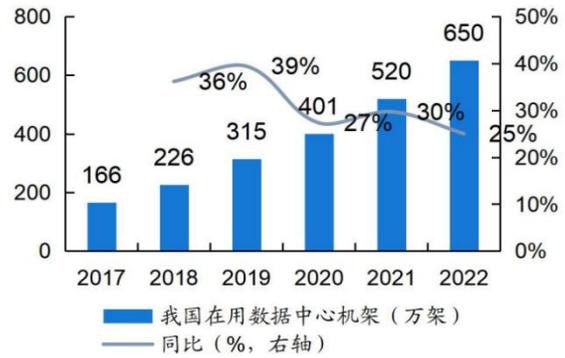
算力发展推升设备功耗，提高液冷等散热需求。算力的持续增加促进通讯设备性能不断提升，芯片功耗和热流密度也在持续攀升，产品每演进一代功率密度攀升 30~50%。当代 X86 平台 CPU 最大功耗 300~400W，业界最高芯片热流密度已超过 120W/cm<sup>2</sup>；芯片功率密度的持续提升直接制约着芯片散热和可靠性，传统风冷散热能力越来越难以为继，推动液冷新需求。

图 8: 2008-2025E 全球数据中心单机柜功率情况



资料来源: Colocation America, 赛迪顾问, 国海证券研究所

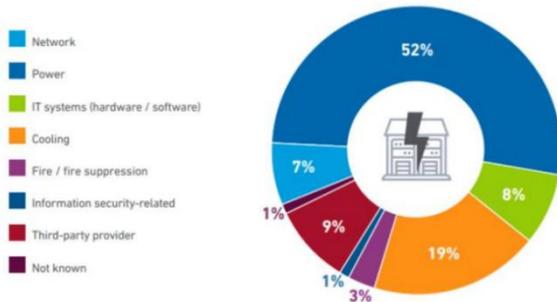
图 9: 2017-2022 年我国在用数据中心机架规模



资料来源: 工业和信息化部, 国海证券研究所

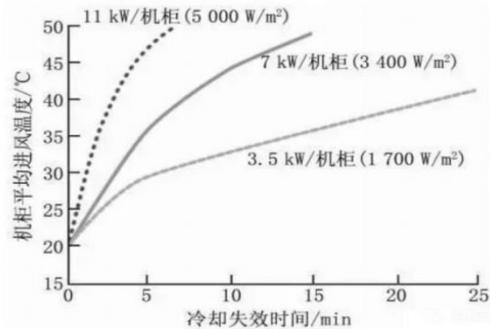
据 Uptime Institute, 近年制冷系统故障率已超过 IT 系统, 成为供电后的最大数据中心宕机原因。随着 IT 负载的提升, 高功率、高密度机柜在制冷中断情况下可稳定运行的时间也在缩减。根据 IDC 圈, 实测数据显示, 传统的 3KW 机柜在失去制冷后, 服务器热保护关机时间大概有 480s, 4KW 机柜则缩短到 300s。因此, 数据中心对连续制冷的需求不断提升。

图 10: 数据中心宕机原因



资料来源: Uptime Institute, IDC 圈

图 11: 机柜密度越高, 冷却失效时间越短

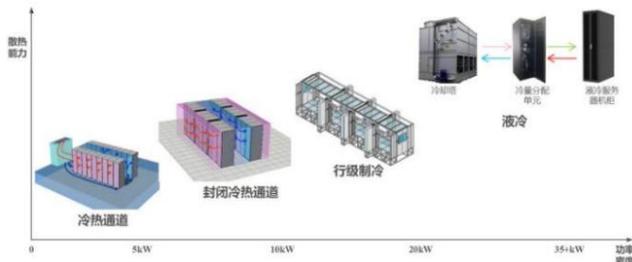


资料来源: IDC 圈

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。

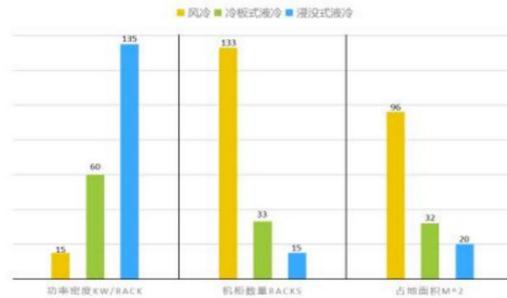
液冷有望提高服务器使用效率与稳定性, 延长服务器使用寿命, 提升数据中心运算效率。液冷直接将设备大部分热源热量通过循环介质带走, 高效制冷效果有效提升了服务器的使用效率和稳定性; 单板、整柜、机房整体送风需求量大幅降低, 允许高功率密度设备部署; 同时, 在单位空间能够布置更多的 ICT 设备, 提高数据中心空间利用率、节省用地面积。

图 12: 机柜功率密度与制冷方式



资料来源:《中兴通讯液冷技术白皮书》

图 13: 液冷同比风冷散热能力 (2MW 机房)



资料来源:《中兴通讯液冷技术白皮书》

### 1.4.2、“双碳”要求降低能耗，液冷低 PUE 助力节能

数据中心及机架规模的快速增长，导致数据中心用电量急剧攀升。2021 年全国数据中心耗电量达 2166 亿度，约占全国总耗电量的 2.6%，碳排放量 1.35 亿吨，占全国总排放量的 1.14%。

在“双碳”宏观形势下，政府部门对数据中心 PUE（电能利用效率）监管日益趋严。2021 年 11 月，国家发展改革委等部门发布《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》，要求到 2025 年，新建大型、超大型数据中心的 PUE 降到 1.3 以下，国家枢纽节点进一步降到 1.25 以下。

2023 年 12 月，国家发改委、国家数据局、中央网信办、工信部、国家能源局联合印发《深入实施“东数西算”工程 加快构建全国一体化算力网的实施意见》，指出到 2025 年底，普惠易用、绿色安全的综合算力基础设施体系初步成型，并强调要推进数据中心用能设备节能降碳改造，推广液冷等先进散热技术。

图 14: 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

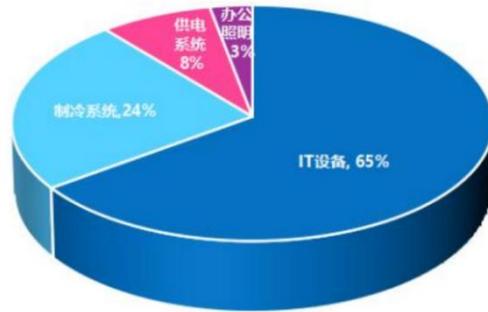
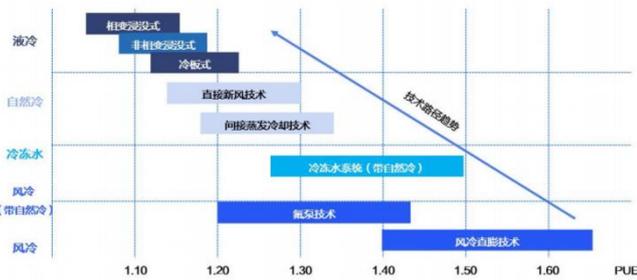
资料来源:《中兴通讯液冷技术白皮书》

算力的持续增加提升硬件部分能耗，在保证算力运转前提下，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。根据《中兴通讯液冷技术白皮书》，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，降低制冷系统能耗能够极大的促进 PUE 的降低。

液冷技术通过冷却液体替代传统空气散热，液体与服务器高效热交换，提高效率，降低 PUE。对比不同散热技术，间蒸/直蒸技术通过缩短制冷链路，减少过程能量损耗实现数据中心 PUE 降至 1.15~1.35；液冷利用液体高导热、高传热特性，在缩短传热路径同时利用自然冷源，实现 PUE 小于 1.25 的极佳节能效果。

图 15: 数据中心制冷技术对应 PUE 范围

图 16: 典型数据中心能耗占比



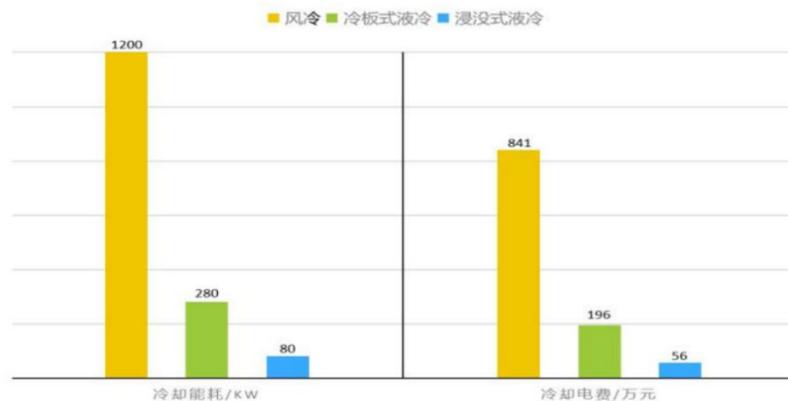
资料来源:《中兴通讯液冷技术白皮书》，国海证券研究所

资料来源:《中兴通讯液冷技术白皮书》

### 1.4.3、液冷运行成本较低，有望降低数据中心 TCO

液冷技术现阶段需求驱动“核心是 PUE”，未来规模应用“关键是 TCO”。TCO 是总拥有成本，为前期采购成本+后期使用/维护成本。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 17: 液冷同比风冷每年收益 (2MW 机房)



资料来源:《中兴通讯液冷技术白皮书》

## 1.5、未来发展：电信运营商推动液冷发展，有望迎来规模化应用

电信运营商或推动液冷技术逐步开展技术验证、规模实验。根据《电信运营商液冷技术白皮书》，电信运营商共同联合产学研上下游，2023 年液冷产业开展技术验证，充分验证液冷技术性能，降低 PUE，储备规划、建设与维护等技术能力；2024 年开展规模测试，推进液冷机柜与服务器解耦，促进竞争，推进产业生态成熟，降低全生命周期成本；至 2025 年，开展规模应用共同推进形成标准统一、生态完善、成本最优、规模应用的高质量发展格局。

图 18：液冷三年愿景



资料来源：《电信运营商液冷技术白皮书》

## 2、液冷：冷板式和浸没式为主，具备成本\维护性\ PUE 等多重优势

### 2.1、目前冷板式占比较高，浸没式液冷具长期优势

液冷可分为直接冷却和间接冷却。目前直接冷却以浸没式液冷技术为主，分相变和单相两种；间接冷却以冷板式液冷技术为主。根据《冷板液冷服务器设计白皮书》，综合考量初始投资成本、可维护性、PUE 效果以及产业成熟度等因素，冷板式和单相浸没式相较其他液冷技术更有优势，是当前业界的主流解决方案。

目前冷板式液冷方案占比较高。IDC 数据显示，2023 上半年，中国液冷服务器市场中，冷板式占比较高，主要取决于传统数据中心对原有基础设施改造成本和难度的关注度，以及当前冷板式方案成熟度较高，商用基础较好。

浸没式液冷具备长期优势。根据 IDC，长远来看，浸没式在散热效率和单机柜功率、空间利用率等方面比冷板式具有显著优势，因此浸没式如何合理优化基础设施改造、建设成本，以及提高电子氟化液或其他冷却液的应用范围及可维护性，成为构建可持续发展绿色数据中心的必要条件。

图 19: 液冷散热技术形式

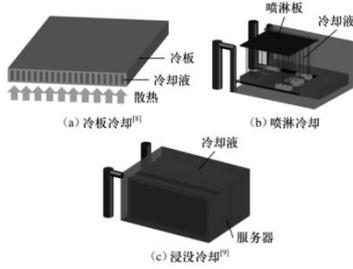
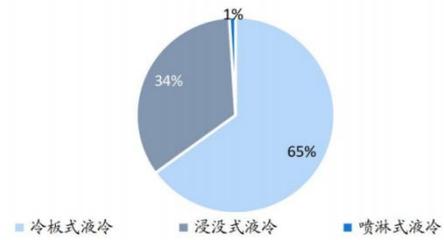


图 20: 2022 年中国液冷技术市场占比



资料来源:《数据中心高效液冷技术研究现状》,国海证券研究所

资料来源:赛迪顾问,中商产业研究院,国海证券研究所

表 1: 液冷技术对比情况

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		喷淋式液冷
			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	浪潮	曙光	阿里巴巴、H3C、 绿色云图、云酷智 能、曙光数创	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, 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 中等部署同浸没式,服务器 结构需改造

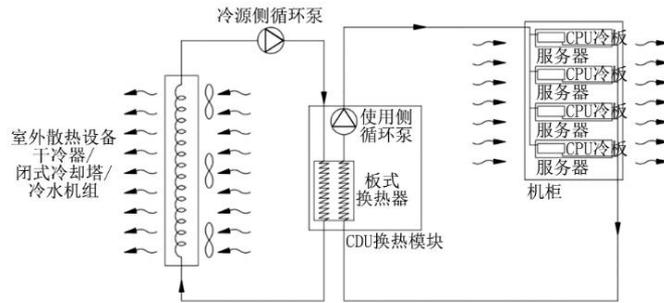
资料来源:《冷板式液冷服务器设计白皮书》,国海证券研究所

## 2.2、冷板式液冷: 相比风冷, 具备更好热传递、可靠性、功率密度

冷板式液冷的冷却液不与服务器元器件直接接触, 而是通过冷板进行换热, 所以称之为间接液冷。为了增大换热系数, 目前绝大多数服务器芯片采用微通道冷板。依据冷却液在冷板中是否发生相变, 分为单相冷板式液冷及两相冷板式液冷。

与传统的风冷服务器方案相比, 冷板式液冷有几个优点: (1)更有效的热传递, 因为液体比空气具有更高的热传输性能(如热导率密度, 比热容); (2)可靠性: 冷却介质在整个系统分布均匀性由于空气冷却减少热点并提高整个系统的可靠性; (3)能够实现更高的功率密度, 可以有效地处理密集 IT 负载产生的热量, 进而通过有效地消除热量, 提高数据中心内关键设备的性能和寿命。

图 21: 数据中心冷板式液冷架构示意图



资料来源:《数据中心液冷技术应用研究进展》

表 2: 单相、两相冷板式液冷技术内容

分类	技术内容	特点
单相冷板式液冷	采用泵驱动冷却液流过芯片背部的冷板通道，冷却液在通道内通过板壁与芯片进行换热，带走芯片的热量。换热后的冷却液在换热模块中散热冷却。	由于冷板只集中冷却 CPU、集成电路、随机存取存储器(RAM)及 GPU 等核心发热部件，服务器的其他电气元件仍需风冷散热。
两相冷板式液冷	利用液泵驱动液态冷媒进入冷板，吸热后蒸发成气态，再利用水冷冷凝器冷却成液态并将热量排入冷却水系统，冷却后的冷媒进入集液器进行气液分离后进入过冷器过冷，以确保液泵吸入口为液态冷媒，然后液泵驱动冷媒反复循环也可以利用压缩机循环，从冷板蒸发出来的冷媒通过压缩机压缩后再进入水冷冷凝器冷却，通常将液泵及压缩机 2 套系统设计成互为备用。	两相冷板式液冷系统复杂，而且在狭小的冷板中蒸发汽化会影响冷却液的流量稳定，引起系统的压力及温度波动，最终可能导致过热。两相冷板式液冷在数据中心的实际应用案例并不多见。

资料来源:《数据中心液冷技术应用研究进展》，国海证券研究所

### 2.3、浸没式液冷：显著散热、提高能效、控制复杂

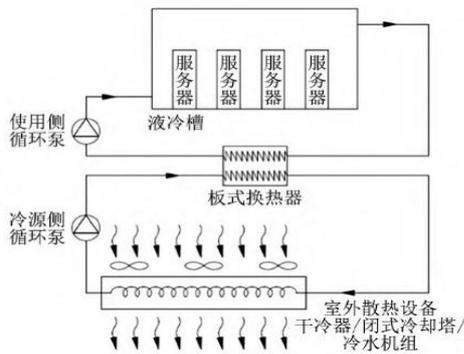
浸没式液冷是将整个服务器或其组件直接浸入液体冷却剂中的冷却方式。液体完全包围服务器元件，从而更加高效地吸收和散发热量。这种方法能够显著降低服务器运行的温度，提高能效，但在部署时需要考虑环境兼容性问题及设备维护问题。按照工程液体散热过程中是否发生相变，可以分为单相浸没式液冷及两相浸没式液冷。

表 3: 单相、两相浸没式液冷技术内容

分类	技术内容	特点
单相浸没式液冷	冷却液在散热中始终维持液态，不发生相变，低温冷却液与发热电子元器件直接接触换热，温度升高后进入板式换热器，被室外侧冷却循环液冷却后重新进入液冷槽冷却服务器。	散热过程中冷却液无挥发流失，控制简单。
两相浸没式液冷	浸泡在液冷槽冷却液中的服务器产生的热量使冷却液温度升高，当温度达到其沸点时，冷却液开始沸腾同时产生大量气泡。气泡逃逸至液面上方，在液冷槽内形成气相区，气相区的冷却液被冷凝管冷却凝结成液体后返回液冷槽液相区。冷凝管中与冷却液换热后被加热的水由循环泵驱动进入室外散热设备散热，冷却后水再次进入冷凝管进行循环。	冷却液在散热中发生相变，具有更高传热效率，但是相变中存在压力波动，控制复杂。

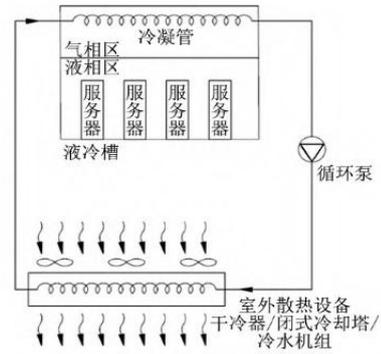
资料来源:《数据中心液冷技术应用研究进展》，国海证券研究所

图 22: 单相浸没式液冷运作原理



资料来源:《数据中心液冷技术应用研究进展》

图 23: 两相浸没式液冷运作原理

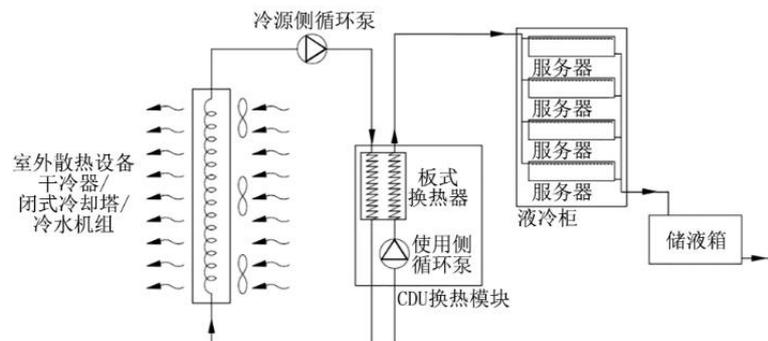


资料来源:《数据中心液冷技术应用研究进展》

## 2.4、喷淋式液冷：加强对流换热，冷却液消耗量较少

喷淋式液冷系统是用低温冷却液直接喷淋芯片及发热单元，吸热后高温冷却液换热后重新成为低温冷却液，再次循环进入服务器喷淋。这使冷却液与服务器直接接触散热，加强了对流换热，将冷却液集中收集在储液箱中，液冷柜中的冷却液量较浸没式少。理论上循环散热过程中冷却液无相变，但是在喷淋过程中遇到高温的电子部件冷却液会出现飘逸，从而对机房及设备环境产生影响。

图 24: 数据中心喷淋式液冷架构示意图



资料来源:《数据中心液冷技术应用研究进展》

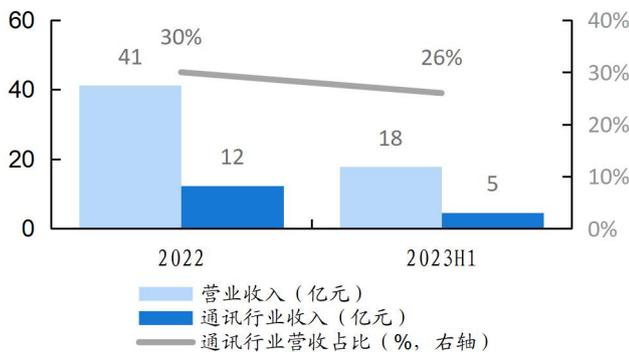
### 3、多家公司发展液冷技术，提升数据中心散热效率

#### 3.1、飞荣达：华为散热领域核心供应商

服务器领域，公司向华为、超聚变等客户提供散热及电磁屏蔽相关解决方案及产品。针对服务器散热需求，公司开发了单相液冷模组、两相液冷模组及特种散热器等产品。公司服务器客户包括：华为、中兴、微软、思科、浪潮、新华三、超聚变、神州鲲泰及 Facebook、google 等。公司从 97 年开始和华为合作，属于公司重要的客户及合作伙伴。双方在手机、笔记本、服务器、通信设备等领域均有合作，公司向客户提供电磁屏蔽方案及相关产品和散热解决方案及相关产品。

公司液冷散热投入加大。2022 年度，公司通信领域收入占比为 30%，2023H1，通信领域收入占比为 26%。此外，2023 年上半年公司进一步强化液冷散热团队组建，投入了更多的研发人员和研发设备等资源。随着液冷散热市场空间和市场潜力的逐步释放，飞荣达拥有完整的产业链布局，公司不仅在散热器件领域拥有较强竞争力，在散热材料领域也具备强大实力，上下游一体化的产业链优势使得公司在散热行业更具综合优势。

图 25：飞荣达营业收入与通讯行业收入、占比



资料来源：公司公告，国海证券研究所

图 26：飞荣达产品在服务器的应用



资料来源：公司公告

表 4：飞荣达液冷散热产品

产品名称	主要功能	示意图
液冷散热	服务器液冷/虹吸（单相/两相）、储能液冷，新能源汽车液冷/直冷等方案、部件和模块，实现全链条可靠性和热性能测试、仿真，提升散热器耐压能力、散热效率、可靠性。	

资料来源：公司公告，国海证券研究所

### 3.2、曙光数创：浸没式相变液冷全球领先

公司是新一代数据中心领先的整体解决方案和全生命周期服务供应商，主要从事浸没液冷数据中心产品、冷板液冷数据中心产品及模块化数据中心产品研究、开发、生产及销售等。公司专注数据中心领域 20 余年，在数据中心研发及服务方面积累丰富经验，形成以高效冷却技术为核心的数据中心系列化的技术和产品。

2023 年 10 月 27 日，曙光数创宣布全国规模最大的液冷数据中心全链条产业创新基地正式启动。创新基地设有国内唯一兆瓦级液冷基础设施实验室、电气与控制实验室、液冷散热可靠性实验室等 7 大研发创新实验室；和 CDM 产品线、液冷散热产品线、钣喷生产线、产品总装线等 4 条产线。

公司发布新一代一体化风液混冷先进数据中心，以“1+1=1”（风冷+液冷=风液混冷）创新理念，将风冷系统与液冷系统高效集成，一体化解决数据中心散热需求，大幅提升散热效率。

图 27：曙光数创引领中国液冷数据中心发展



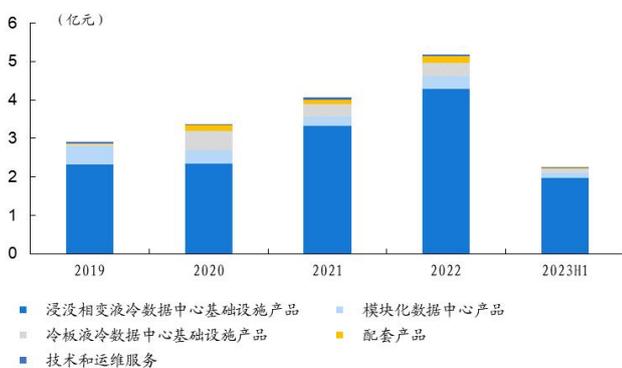
资料来源：赛迪顾问，国海证券研究所

图 28：数创数据中心整体解决方案



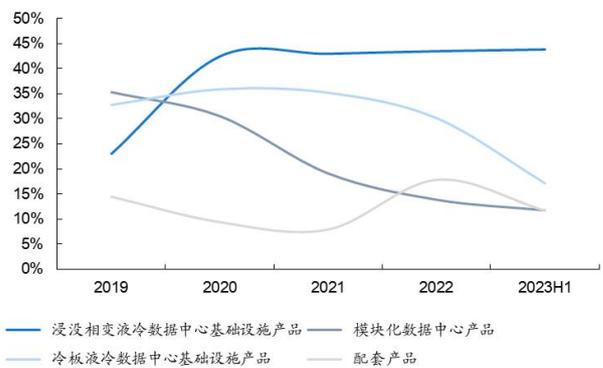
资料来源：公司公告

图 29：曙光数创分业务营收情况



资料来源：公司公告，国海证券研究所

图 30：曙光数创分业务毛利率情况



资料来源：公司公告，国海证券研究所

### 3.3、紫光股份（新华三）：打造全栈液冷解决方案

新华三集团作为数字化解决方案领导者，深度布局“云-网-算-存-端”全产业链。液冷是一个跨专业方向的技术创新领域，需要数据中心侧、算力侧、网络侧的强协同，新华三的基因非常适合液冷解决方案的落地。新华三集团在液冷数据中心业务上有多年的积累。在数据中心服务方面，新华三拥有业内首屈一指的设计服务团队、多年的液冷数据中心服务经验以及多个大型液冷数据中心项目案例。

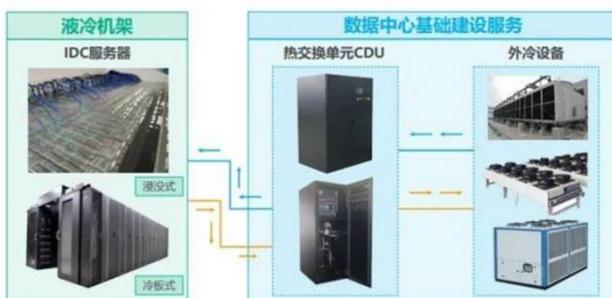
新华三集团作为“双碳”战略的践行者和推动者，发布“ALL in GREEN”战略，推出全栈液冷解决方案。新华三基于底层技术积淀及上层实践创新能力，创造性地推出了具备三大“全面”核心优势的全栈液冷解决方案，提供完整的方案覆盖和服务能力，打造真正绿色节能的零碳数据中心。

表 5：新华三打造三大“全面”核心优势的全栈液冷解决方案

优势	内容
全栈液冷 ICT 产品 打造绿色数字基础设施	<ul style="list-style-type: none"> <li>作为 ICT 行业领军企业，新华三集团以全栈能力与全面产品推动产业数字化变革实践。在产品创新方面，新华三将液冷技术全面融入到产品中，实现了全栈 ICT 产品的绿色升级。</li> <li>目前，新华三全栈液冷解决方案以 H3C UniServer G6 系列服务器、H3C CR19000 核心路由器、H3C S6850 接入交换机等在内的丰富产品组合，为用户打造更加低碳、节能的绿色数字基础设施。</li> </ul>
全面多元的技术路线 满足用户多种需求	<ul style="list-style-type: none"> <li>新华三集团拥有专业的液冷研发实验室，并坚定走技术多元创新发展之路。新华三全栈液冷解决方案不仅提供冷板式液冷技术、浸没式液冷技术，还支持微模块一体化机房等不同方式，针对用户的差异化需求提供灵活的产品组合，能够为各行业用户提供端到端的液冷技术方案。</li> </ul>
全生命周期服务与智能 运维管理 重构未来数据中心	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>AI“智”冷模式：</b>秉承“绿色、高效、智能、极简”的理念，新华三集团推动液冷解决方案从传统硬件制冷向 AI“智”冷模式优化演进。</li> <li><b>清洁能源：</b>在上述基础上，新华三利用清洁能源配合整机柜方案，在液冷技术助力下重构运维提升效率，实现数据中心部署密度提升 100%、交付效率提升 10 倍。</li> <li><b>新华三全栈液冷解决方案能以智能控温减少散热环节的能耗，实现降低数据中心 PUE 至 1.1 以下。</b></li> <li><b>全周期服务：</b>新华三可为用户提供包括咨询、设计、实施、验证、运维在内的全生命周期端到端服务，在重构未来数据中心的同时，充分满足客户不同计算场景需求，助力数据中心绿色转型。</li> </ul>

资料来源：新华三官网，国海证券研究所

图 31：新华三液冷解决方案



资料来源：新华三官网

图 32：新华三 ALL in GREEN 全栈液冷产品



资料来源：新华三官网

### 3.4、浪潮信息：持续践行“AI in 液冷”战略

1) 在产品层面，发布全栈液冷产品。实现通用服务器、高密度服务器、整机柜服务器、AI 服务器四大系列全线产品均支持冷板式液冷，并持续进行全液冷机柜、机柜式冷量分配单元等创新，数据中心产品体系不断完善；

2) 在系统方案层面，提供液冷数据中心全生命周期整体解决方案。具有从室外一次侧冷源到室内二次侧 CDU、液冷连接系统、液冷服务器等全线布局，为用户全方位打造绿色节能数据中心交钥匙工程。目前，浪潮信息液冷产品和解决方案已相继在众多头部互联网公司，以及金融、教科研等领域实现批量化部署。

3) 浪潮信息建成亚洲最大的液冷数据中心研发生产基地，构筑了研发、测试、生产、品控、交付的全链条液冷智造能力，年产能超 10 万台，实现了业界首次冷板式液冷整机柜的大批量交付。

表 6：浪潮信息发展液冷技术，紧密合作上下游

类别	内容
研发创新液冷技术	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>首创液冷系统相关技术：</b>为从根源解决冷却液泄露问题，浪潮信息首创了一种可以使得液冷系统二次侧均为负压的动力单元——液环式真空 CDU，由于管路内均为负压，因此彻底杜绝了漏液隐患。</li> <li>● <b>有望推动冷板式液冷普及：</b>这项技术创新突破了液冷循环系统只能采用高压水泵，才能实现液体循环流动的“定律”，实现了仅依靠真空泵通过不同传感器控制多腔室功能切换，即可实现流体的循环流动，在技术极简化的同时也实现了可靠性的大幅提升，将有效推动冷板式液冷技术的普及。</li> </ul>
牵头液冷专利与标准建设	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>通过紧密合作液冷产业链上下游，浪潮信息积极牵头液冷专利与标准建设，助推液冷行业的良性发展。</b>截至 2023 年 4 月，浪潮信息拥有 300 多项液冷技术领域核心专利，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，并牵头制定《模块化数据中心通用规范》国家标准，牵头立项国内首批冷板式液冷核心部件团体标准，对液冷产业的快速发展及液冷技术的大规模普及具有重要的指导意义。</li> </ul>

资料来源：公司公告，国海证券研究所

浪潮信息具备绿色计算领域领先的创新技术、产品及解决方案。浪潮信息全液冷机柜实现了 100% 全液冷运行，做到真正“去空调化”和系统极简，提供高算力保证低能耗，具有一柜顶十柜的高算力密度，年平均 PUE 可低至 1.1 以下，单柜每年可节省电费 21 万元；广泛适用于新建液冷数据中心和老旧机房液冷改造的同时，尤其适用于小型数据中心高密度计算节点场景。

**表 7：浪潮信息全液冷机柜具有高冷量低能耗、高效能、安全可靠等显著优势**

类别	内容
算力能耗	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>高冷量低能耗</b>: 全液冷机柜可实现高算力密度, 单柜最高支持 160 颗 CPU, 一柜顶十柜, 并实现了高供电密度, 可支持单柜 100kW 的功率密度, 相比传统数据中心功率密度提升 10 倍以上, 空间利用率提升 5-10 倍, 与此同时, 背门换热能力达 20kW, 能耗小于 2kW, 单柜每年可节省电费 21 万元。</li> </ul>
换热效能	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>高效能</b>: 全自然冷液冷背门比空调系统更加贴近热源, 避免了原采用空调风冷散热的部分较高功耗部件产生局部热点, 实现高效换热, 能效比 COP 可达 10 以上 (COP 指制冷系统中产生的冷量与消耗的能量之间的转换比率, 能效比越大, 节省的电费就越多)。</li> </ul>
安全可靠	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>安全可靠</b>: 依托先进的管路焊接工艺, 全液冷机柜系统承压能力强, 可承压 1.6MPa, 保证系统稳定运行; 并采用四重防漏液设计, 冷板节点表面均部署了漏液监测装置, 一旦测到液体泄漏, 系统自动停机, 从而保护设备安全, 同时还在每个机柜底部, 全自然冷液冷背门以及整个机房管路均部署了漏液监测。</li> </ul>

资料来源：浪潮服务器公众号，国海证券研究所

### 3.5、英维克：数据中心全链条液冷解决方案

英维克是国内领先的精密温控节能解决方案和产品提供商。公司的机房温控节能产品主要针对数据中心、算力设备、通信机房、高精度实验室等领域的房间级专用温控节能解决方案。

公司对冷板、浸没等液冷技术平台长期投入。2022 年 8 月 Intel 与英维克等 20 家合作伙伴联合发布《绿色数据中心创新实践：冷板液冷系统设计参考》白皮书。2023 年 7 月 29 日公司作为液冷领域的唯一企业和另外 5 家企业一起在英特尔大湾区科技创新中心开幕典礼上与英特尔签署项目合作备忘录, 加快推进液冷解决方案的测试、评估和推广。

2023 年 11 月 15 日, 英维克正式发布 XSpace 微模块液冷方案。方案结合英维克自身成熟的全链条液冷和微模块产品经验, 冷循环系统采用液冷机柜式 CDU, 满足高散热量、高功率密度场景需求, 可实现全年北方区域 DPUE 低于 1.1, 南方区域 DPUE 低于 1.15, 采用无水方案 WUE 接近 0。此外, 英维克 Coolinside 全链条液冷解决方案, 与超聚变联合创新落地 XLAB 液冷集群, 支持多个互联网头部企业建设绿色数据中心项目。

图 33: 英维克 XSpace 微模块液冷方案



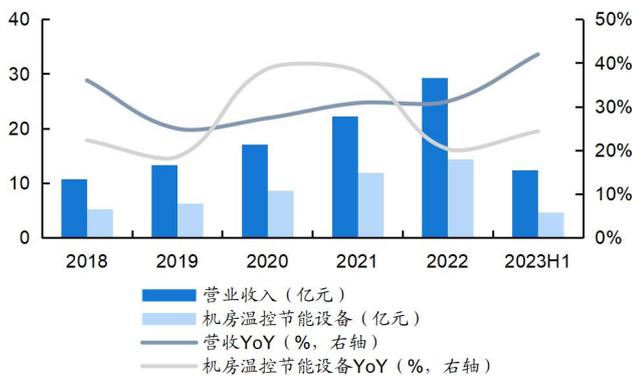
资料来源: 英维克官方公众号

图 34: 英维克 Coolinside 全链条液冷解决方案



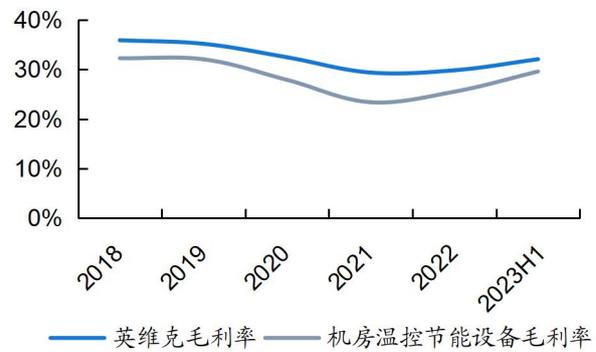
资料来源: 英维克官方公众号

图 35: 英维克整体与机房温控节能设备收入及同比



资料来源: 英维克公告, 国海证券研究所

图 36: 英维克整体与机房温控节能设备毛利率



资料来源: 英维克公告, 国海证券研究所

## 4、相关公司个股

- 液冷解决方案:** 飞荣达, 曙光数创, 英维克, 中航光电, 科创新源, 申菱环境, 高澜股份, 同飞股份, 依米康;
- 液冷服务器:** 中科曙光、工业富联、高新发展、神州数码、软通动力、浪潮信息、紫光股份;
- AI 处理器:** 海光信息、龙芯中科、寒武纪、中国长城 (飞腾信息)。

## 5、风险提示

- 宏观经济影响下游需求:** 宏观经济环境下行将影响客户对相关设施采购需求;

- 2) **大模型进展不及预期:** 行业主要驱动因素之一是 AI 大模型持续发展, 若大模型推进不及预期, 或导致行业内公司订单增速下行;
- 3) **市场竞争加剧:** T 产品和服务行业是成熟且完全竞争的行业, 新进入者可能加剧整个行业的竞争态势,
- 4) **中美博弈加剧:** 国际形势持续不明朗, 美国不断通过“实体清单”等方式对中国企业实施打压, 若中美紧张形势进一步升级, 将可能导致产业供应受到影响;
- 5) **相关公司业绩不及预期:** 市场环境变化、公司治理情况变化、其他非主营业务经营不及预期等原因或将导致相关公司的整体业绩不及预期。

### 【计算机小组介绍】

刘熹，计算机行业首席分析师，上海交通大学硕士，多年计算机行业研究经验，致力于做前瞻性深度研究，挖掘产业投资机会。新浪金麒麟新锐分析师、Wind 金牌分析师团队核心成员。

### 【分析师承诺】

刘熹，本报告中的分析师均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，以勤勉的职业态度，独立、客观的出具本报告。本报告清晰准确的反映了分析师本人的研究观点。分析师本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收取到任何形式的补偿。

### 【国海证券投资评级标准】

#### 行业投资评级

推荐：行业基本面向好，行业指数领先沪深 300 指数；  
 中性：行业基本面稳定，行业指数跟随沪深 300 指数；  
 回避：行业基本面向淡，行业指数落后沪深 300 指数。

#### 股票投资评级

买入：相对沪深 300 指数涨幅 20%以上；  
 增持：相对沪深 300 指数涨幅介于 10%~20%之间；  
 中性：相对沪深 300 指数涨幅介于-10%~10%之间；  
 卖出：相对沪深 300 指数跌幅 10%以上。

### 【免责声明】

本报告的风险等级定级为 R3，仅供符合国海证券股份有限公司（简称“本公司”）投资者适当性管理要求的客户（简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。客户及/或投资者应当认识到有关本报告的短信提示、电话推荐等只是研究观点的简要沟通，需以本公司的完整报告为准，本公司接受客户的后续问询。

本公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告中的信息均来源于公开资料及合法获得的相关内部外部报告资料，本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证，不保证其中的信息已做最新变更，也不保证相关的建议不会发生任何变更。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。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。报告中的内容和意见仅供参考，在任何情况下，本报告中所表达的意见并不构成对所述证券买卖的出价和征价。本公司及其本公司员工对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。本公司或关联机构可能会持有报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等服务。本公司在知晓范围内依法合规地履行披露义务。

### 【风险提示】

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告视为作出投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向本公司或其他专业人士咨询并谨慎决策。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。通过此途径获得本报告的投资者应自行联系该机构以要求获悉更详细信息。本报告不构成本公司向该机构之客户提供的投资建议。

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。本公司、本公司员工或者关联机构亦不为该机构之客户因使用本报告或报告所载内容引起的任何损失承担任何责任。

### 【郑重声明】

本报告版权归国海证券所有。未经本公司的明确书面特别授权或协议约定，除法律规定的情况外，任何人不得对本报告的任何内容进行发布、复制、编辑、改编、转载、播放、展示或以其他方式非法使用本报告的部分或者全部内容，否则均构成对本公司版权的侵害，本公司有权依法追究其法律责任。