

2024 年 01 月 15 日

行业研究

评级：推荐(维持)

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) 新华三发布全链液冷解决方案；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



资料来源：《电信运营商液冷技术白皮书》，国海证券研究所

图 3：2019-2025 中国液冷数据中心行业应用结构

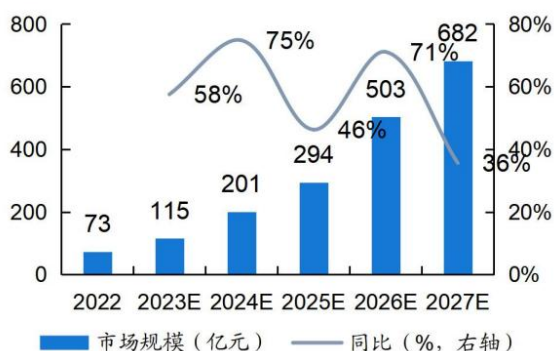


资料来源：赛迪数据

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。

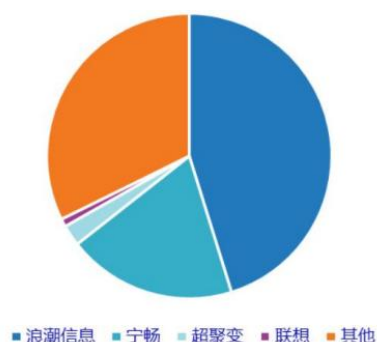
从厂商销售额角度来看，2023 上半年市场占比前三的厂商是浪潮信息、宁畅和超聚变，占据了七成左右的市场份额。从行业角度来看，互联网厂商是 2023 上半年中国液冷服务器市场的最大买家，占据 2023H1 出货量 54%，并有望在未来几年中持续加大液冷服务器的采购力度，政府、公共事业和教育占据次要市场份额；电信、金融、服务等行业的部署量也有稳健提升。

图 4：2022-2027 中国液冷服务器市场规模及预测



资料来源：IDC，中商产业研究院，国海证券研究所

图 5：2023H1 中国液冷服务器厂商市场份额



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

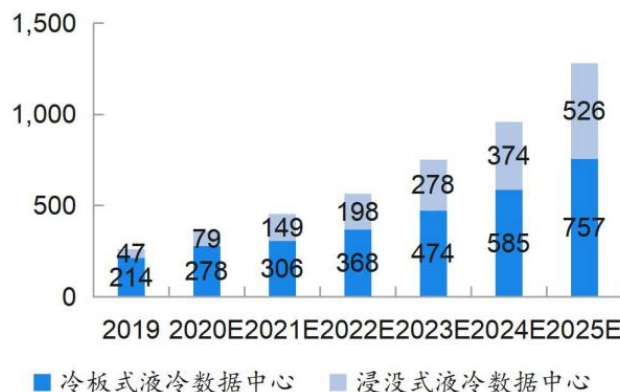
液冷数据中心规模持续提升。算力基础设施能耗增长或提升散热技术要求，飞荣达表示液冷散热将成为高算力下最优选择。根据赛迪数据，中国液冷数据中心市场规模保守估计将由 2019 年 260.9 亿元增至 2025 年 1283.2 亿元，CAGR 为 30.4%。

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/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，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

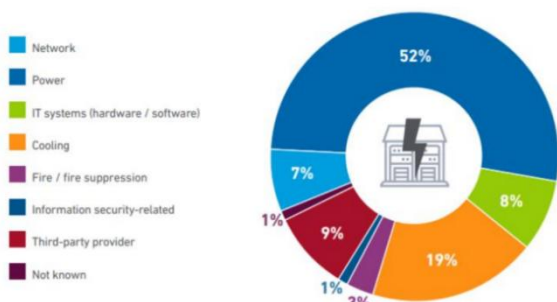
图 9：2017-2022 年我国在用数据中心机架规模



资料来源：工业和信息化部, 国海证券研究所

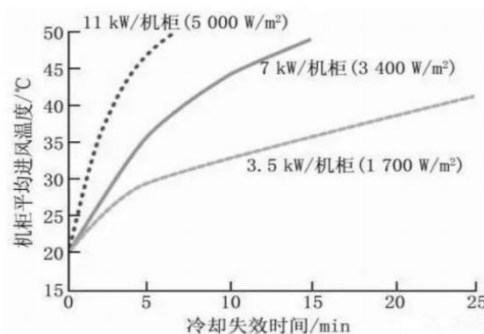
据 Uptime Institute, 近年制冷系统故障率已超过 IT 系统, 成为供电后的最大数据中心宕机原因。随着 IT 负载的提升, 高功率、高密度机柜在制冷中断情况下可稳定运行的时间也在缩减。根据 IDC 图, 实测数据显示, 传统的 3KW 机柜在失去制冷后, 服务器热保护关机时间大概有 480s, 4KW 机柜则缩短到 300s。因此, 数据中心对连续制冷的需求不断提升。

图 10：数据中心宕机原因



资料来源：Uptime Institute, IDC 图

图 11：机柜密度越高, 冷却失效时间越短

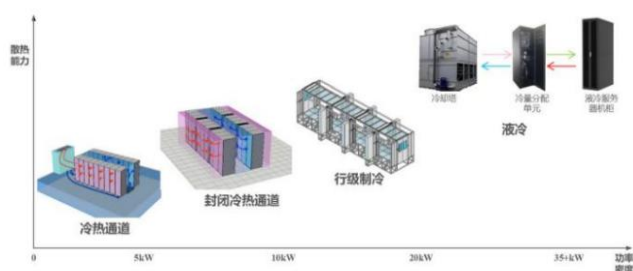


资料来源：IDC 图

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。

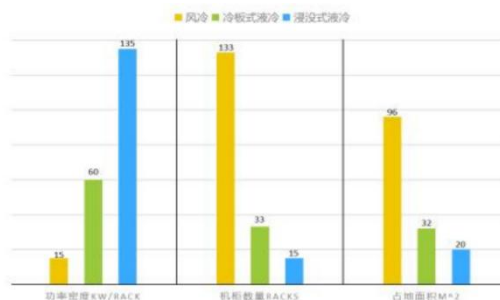
液冷有望提高服务器使用效率与稳定性, 延长服务器使用寿命, 提升数据中心运算效率。液冷直接将设备大部分热源热量通过循环介质带走, 高效制冷效果有效提升了服务器的使用效率和稳定性; 单板、整柜、机房整体送风需求量大幅降低, 允许高功率密度设备部署; 同时, 在单位空间能够布置更多的 ICT 设备, 提高数据中心空间利用率、节省用地面积。

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

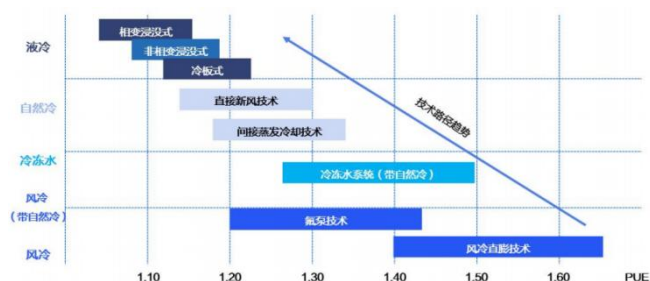
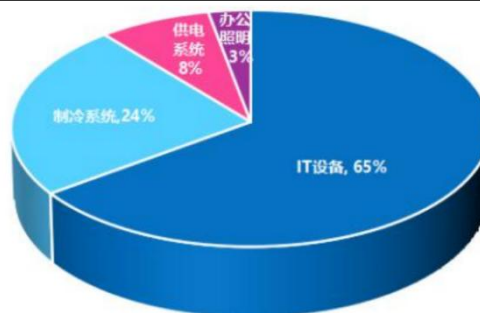


图 16：典型数据中心能耗占比



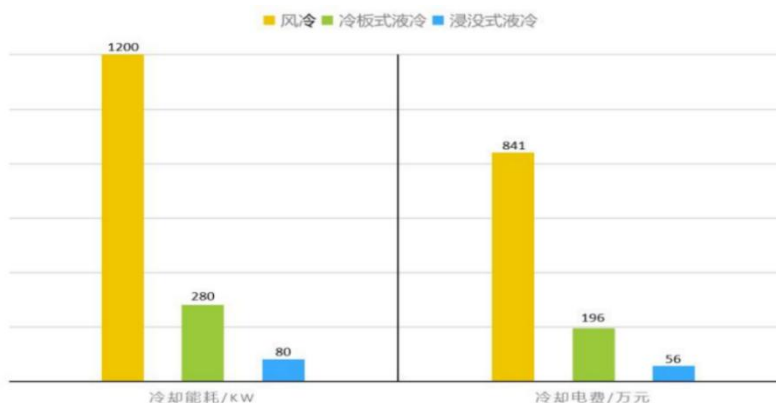
资料来源：《中兴通讯液冷技术白皮书》，国海证券研究所

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

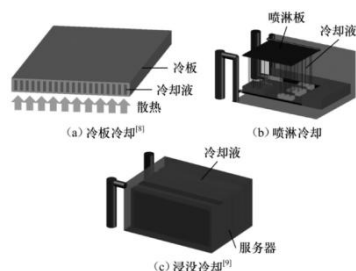
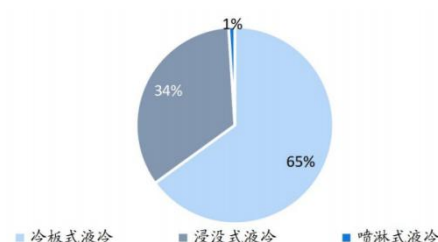


图 20：2022 年中国液冷技术市场占比



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 较低，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。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/818065004001006027>