中泰证券 ZHONGTAI SECURITIES

中泰证券研究所 专业 | 领先 | 深度 | 诚信

证券研究报告

液冷，护航数据中心走向绿色低碳

AI产业研究

算力系列之一：液冷

2024.01.12

摘要

- 总体来看，液冷虽然在中国正式起步的时间较晚，但其凭借较高的散热效率与稳定的工作状态，已经吸引了产业界较多关注与探索，多家服务器厂商和第三方厂商先后密集推出液冷服务解决方案/液冷服务器产品。
  - 液冷行业起步较晚但发展迅速。2022年我国液冷服务器市场规模约10.1亿美元，同比增长189.9%；预计到2027年我国液冷服务器市场规模将达89亿美元，2022-2027 CAGR为54.5%。
  - 以“东数西算”为标杆，全国多地均对数据中心绿色、节能建设效果提出要求，这将进一步促进液冷的应用渗透率提升。
  - 电信运营商作为服务器、数据中心应用龙头企业，已提出液冷应用的三年愿景，为液冷应用给出较好的行业应用范例和指引。
- 当前液冷仍处于发展初期，依然存在产业标准有待明确、产业生态有待完善、产品服务价格较高等困难与挑战。但我们也看到已经有较多市场参与者积极布局液冷行业，随着政策指引持续明确与产业生态持续完善，我们有望看到液冷产业竞争格局在近几年内快速明晰。
- 展望未来，数字经济持续快速发展，数据量激增与AIGC跨越式发展，均对算力基础设施提出了更高要求；同时，当前以数据中心为代表的服务器集群的高耗能现象、散热表现有待改进与提升，也在推动行业采取更先进、更绿色的温控手段。液冷作为新兴温控手段，其散热效率较传统风冷有较大提升，将在未来获得更多服务器厂商与应用场景的选用。

- **风险提示：**液冷技术探索与应用、行业生态建设不及预期的风险；AI进展不及预期带来下游算力需求不及预期的风险；数据中心建设进度不及预期的风险；市场竞争加剧的风险；研究报告中使用的公开资料可能存在信息滞后或更新不及时的风险等。

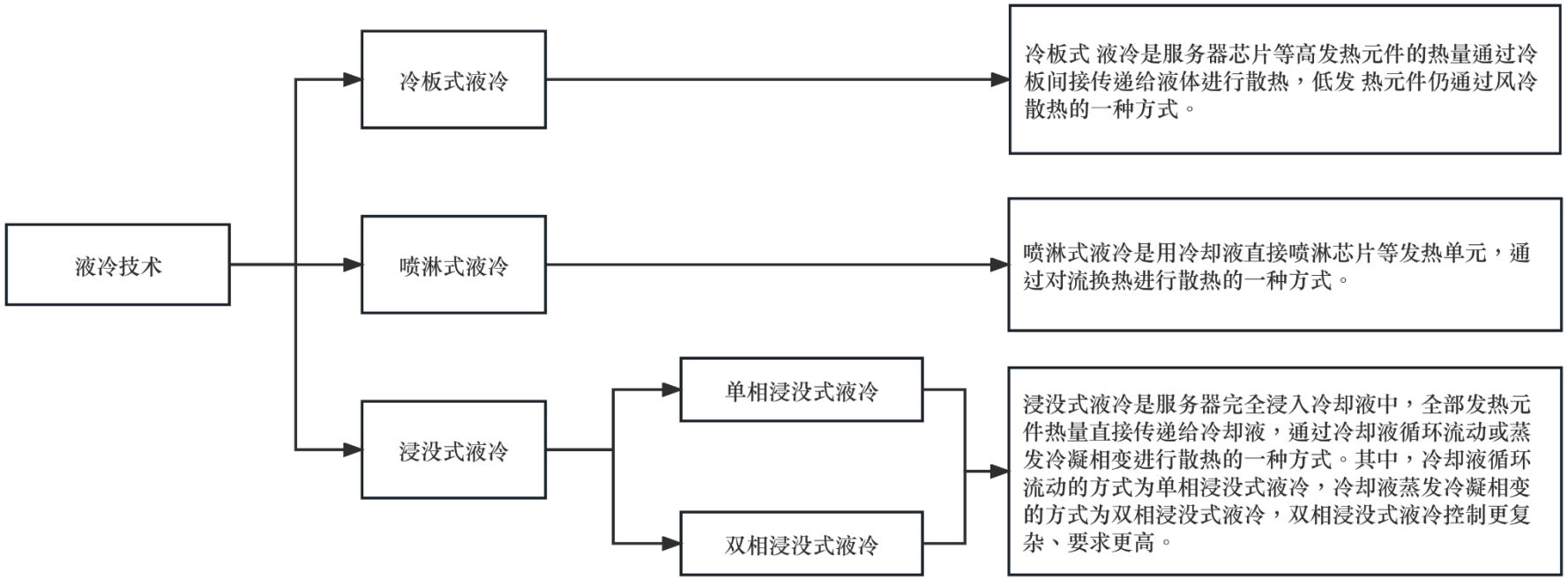
中泰证券
ZHONGTAI SECURITIES

1 液冷的基本概念

1.1.1 液冷技术分类

- 液冷是一种以液体作为冷媒，利用液体流动将数据中心IT设备的内部元器件产生的热量传递到设备外，使IT设备的发热部件得到冷却，从而保证IT设备安全运行的技术。
- 液冷的优势：液冷具备超高能效、超高热密度，能够高效散热，并且不受海拔、地域、气温等环境的影响。
- 目前，液冷技术主要包括冷板式液冷、喷淋式液冷和浸没式液冷技术三种。

图表：液冷技术分类

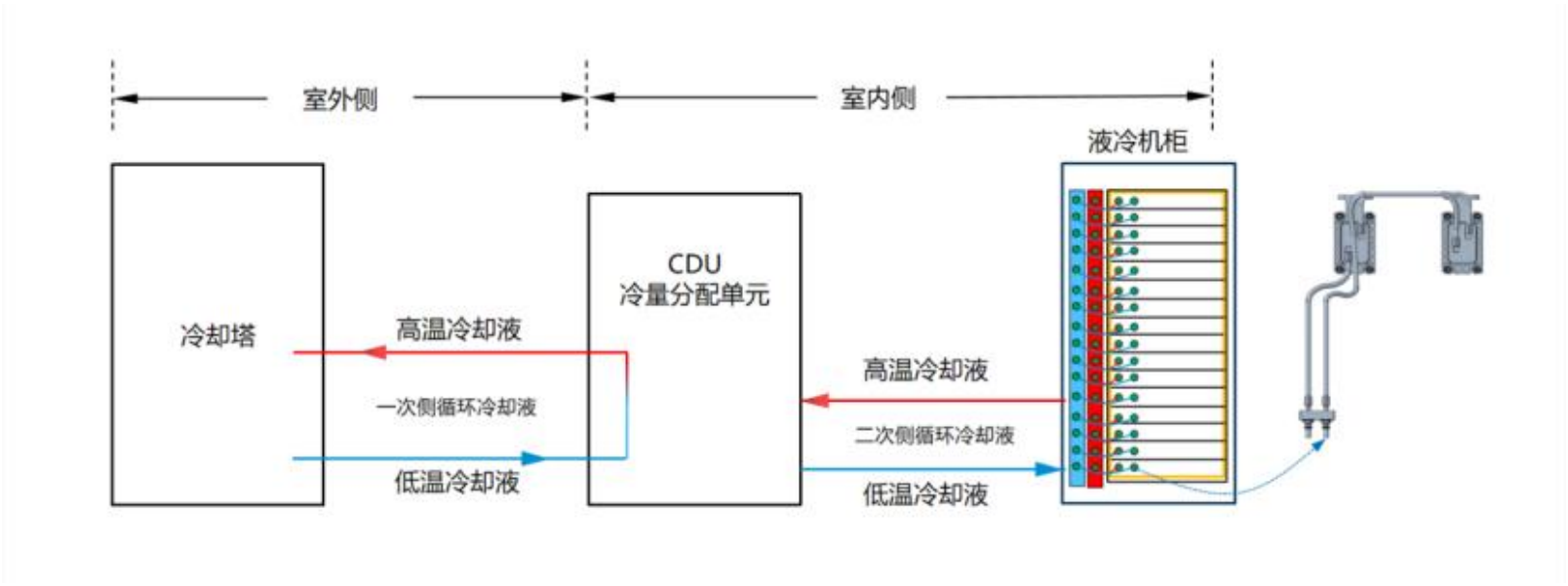


资料来源：电信运营商液冷技术白皮书、中泰证券研究所

1.1.2 三种液冷技术对比——冷板式液冷

- 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。但冷板式液冷未能实现100%液体冷却，因此存在机柜功耗低、液冷占比低时，节能收益不显著问题；且液冷板设计需要考虑现有设备的器件布局，结构设计和实现的难度较大，标准化推进难度大。

图表：冷板式液冷系统原理图

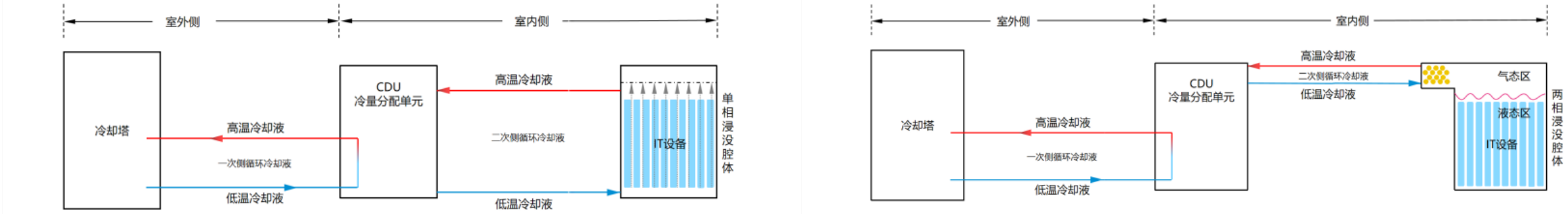


资料来源：中兴通讯液冷技术白皮书、中泰证券研究所

1.1.2 三种液冷技术对比——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：
  - **单相浸没式液冷：**作为传热介质的二次侧冷却液在热量传递过程中仅发生温度变化，而不存在相态转变，过程中完全依靠物质的显热变化传递热量。
  - **两相浸没式液冷：**作为传热介质的二次侧冷却液在热量传递过程中发生相态转变，依靠物质的潜热变化传递热量。
- 相较传统风冷和冷板式液冷，浸没式液冷具备节能（PUE ＜ 1.13）、紧凑、高可靠、低噪声等优势。但同时，浸没式液冷也存在器件选型局限性、维护局限性、机房环境特殊性等局限和问题。

图表：浸没式液冷系统原理图（左为单相浸没式液冷，右为两相浸没式液冷）

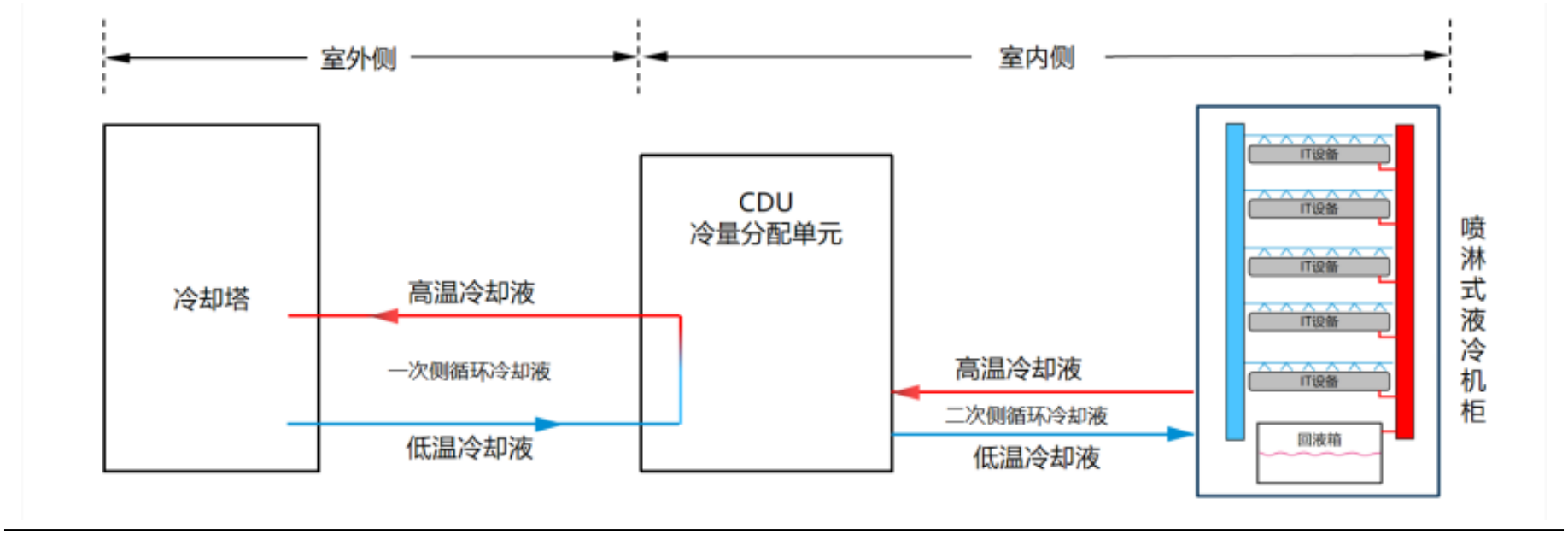


资料来源：中兴通讯液冷技术白皮书、中泰证券研究所

1.1.2 三种液冷技术对比——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。
- 喷淋式液冷同样实现了100%液冷，其结构颠覆性也优于浸没式液冷；但喷淋式液冷的节能效果差于浸没式液冷，且存在与浸没式液冷相同的局限性问题。

图表：喷淋式液冷系统原理图



资料来源：中兴通讯液冷技术白皮书、中泰证券研究所

1.1.2 三种液冷技术对比

图表：数据中心液冷方式对比

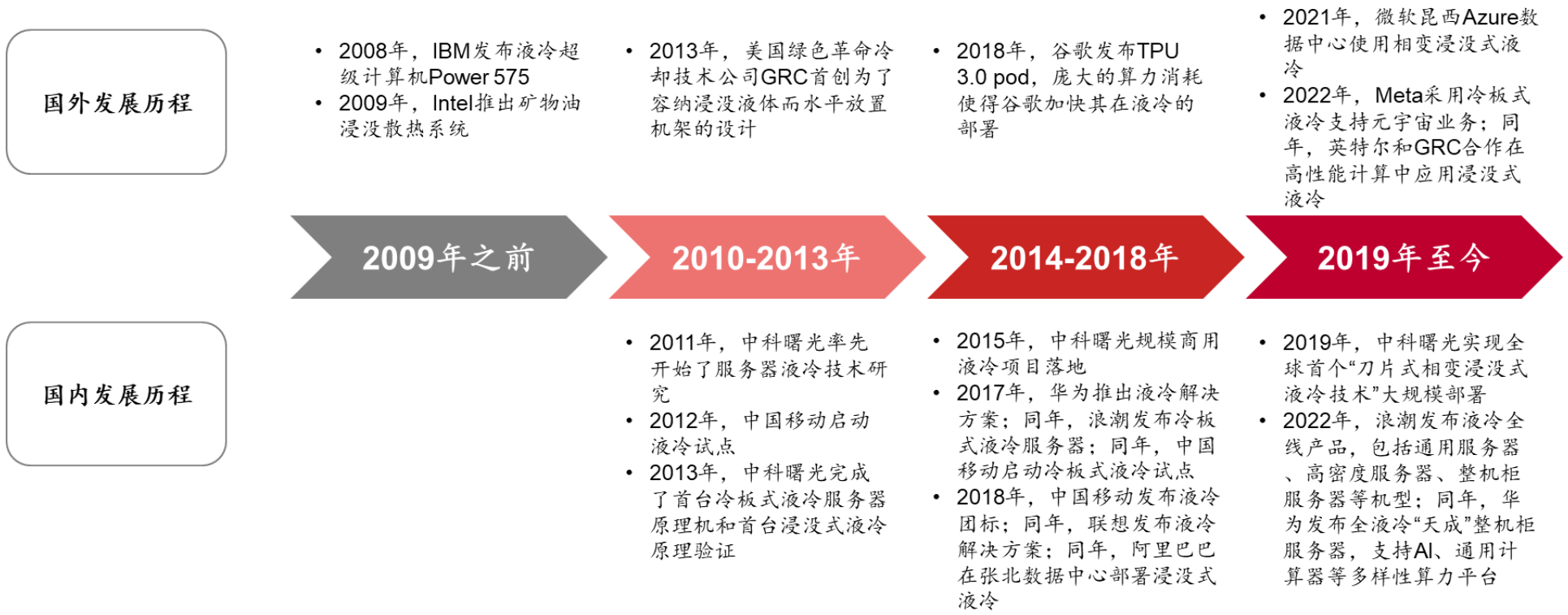
	冷板式	浸没式	喷淋式
接触方式	间接接触式	直接接触型	直接接触型
改造成本	较低	较高	中等
可维护性	优秀	较差	中等
空间利用率	较高	中等	最高
兼容性	未与主板和芯片模块进行直接的接触，材料兼容性较强	直接接触，材料兼容性较差	直接接触，材料兼容性差
冷却效果	较好	优秀	优秀
安装便捷程度	不改变服务器主板原有的形态，保留现有服务器主板，安装便捷	改变服务器主板原有结构，需重新安装	不改变服务器主板原有的形态，安装便捷
可循环	采用双路环状循环对冷冻液实现二次利用，降低运营成本	通过室外冷却装置进行循环，降低运营成本	采用循环泵，实现资源的再利用，降低运营成本
PUE	1.17-1.30	1.05-1.08	1.05-1.10

资料来源：华经产业研究院，中泰证券研究所

1.2 液冷发展历程

- 根据液冷服务器的发展历史看，国外公司里IBM于1967年率先实现了首台冷水冷却系统计算机System360。
- 虽然中国的液冷行业发展相对较晚，但其技术后来居上。2011年中科曙光开创了中国液冷行业的先河。在后续5年中，华为、浪潮信息等和包括中科曙光在内的中国厂商逐渐布局市场并开始大量生产。2019年至今，各大厂商的液冷技术亦突飞猛进。

图表：国内外液冷行业发展历程



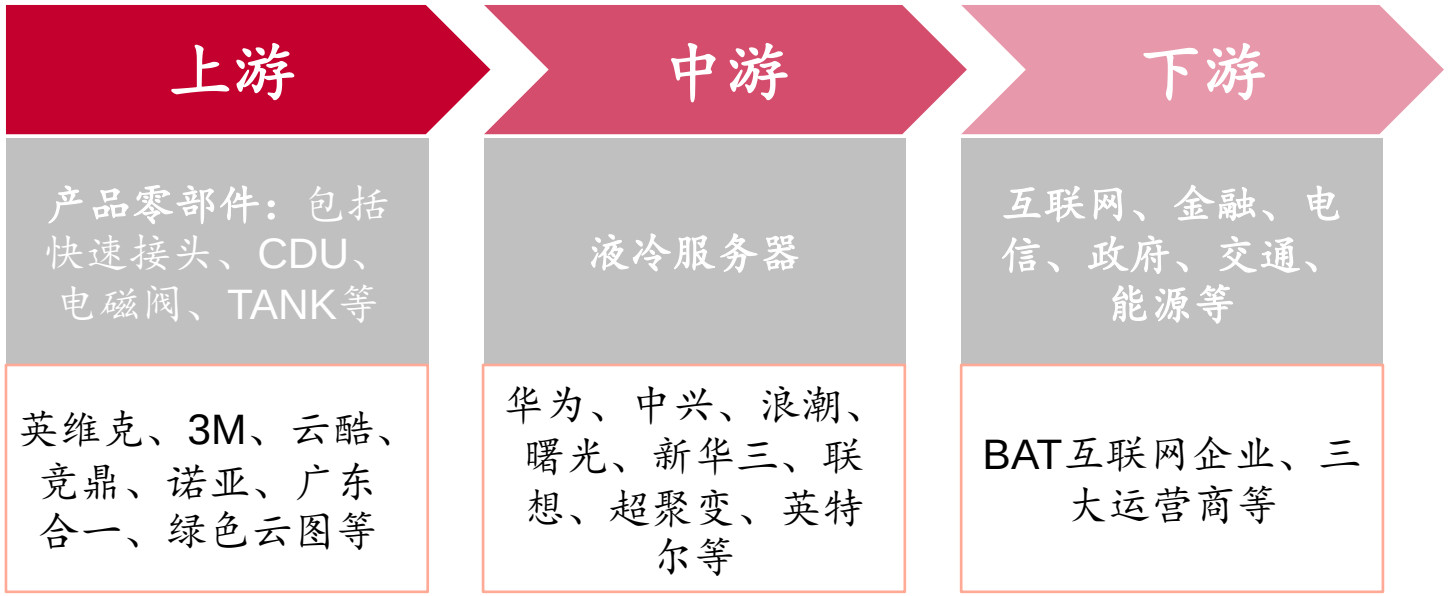
资料来源：电信运营商液冷技术白皮书、中泰证券研究所

1.3 液冷服务器产业链梳理

■ 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。

- 上游主要为产品零部件及液冷设备，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；
- 中游主要为液冷服务器、芯片厂商以及液冷集成设施、模块与机柜等；
- 下游主要包括三家电信运营商，百度、阿里巴巴、腾讯、京东等互联网企业以及信息化行业应用客户，主要在电信信息、互联网、政府、金融、交通和能源等信息化应用。

图表：液冷服务器产业链梳理

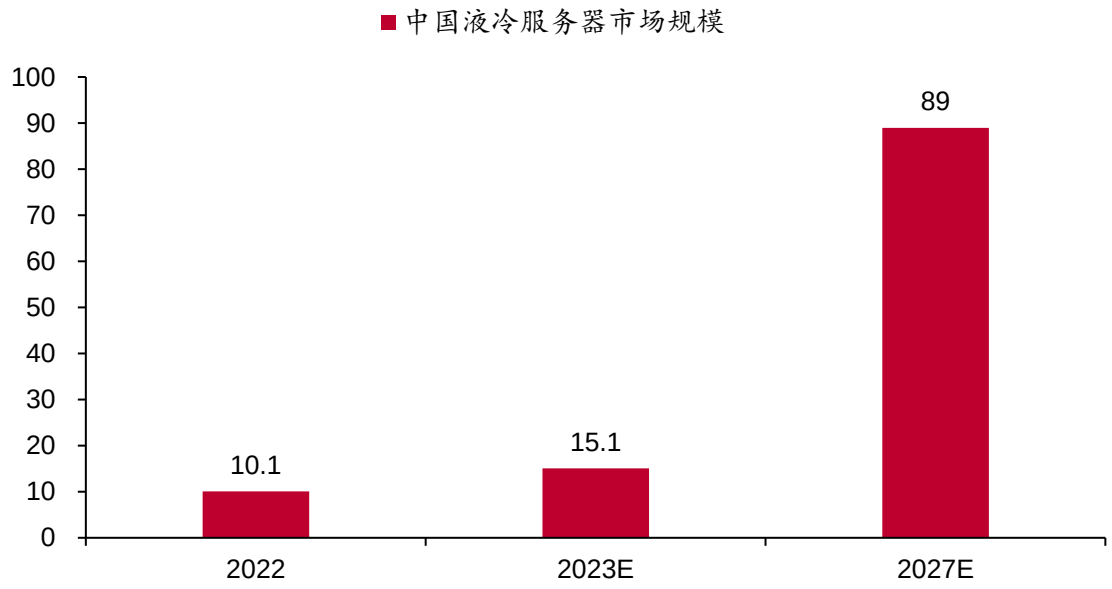


资料来源：电信运营商液冷技术白皮书，中泰证券研究所

1.4 中国液冷服务器市场规模于2027年有望达89亿美元

- 随着数据中心绿色化发展成为趋势、人工智能领域竞争加剧带来高性能算力需求飞跃式增长，液冷服务器市场近年来在中国迎来爆发式增长。
- 根据IDC的数据，2022年中国液冷服务器市场规模达10.1亿美元，同比增长189.9%。2023年中国液冷服务器市场仍将保持快速增长，市场规模也预计将达15.1亿美元。到2027年，中国液冷服务器市场规模有望达到89亿美元。

图表：中国液冷服务器市场规模及预测（单位：亿美元）

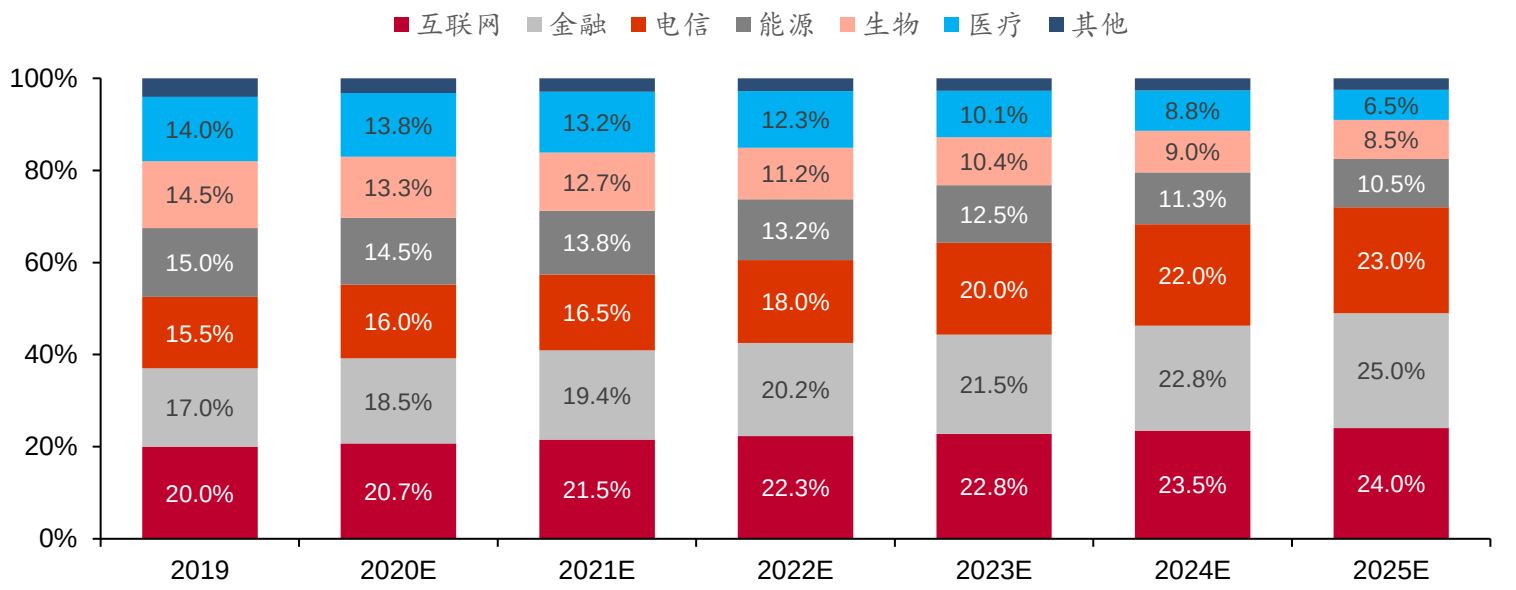


资料来源：IDC，中泰证券研究所

1.4 中国液冷数据中心的行业应用结构

- 与风冷配合，中国液冷数据中心赋能各行业发展。未来数据中心温控市场将出现“风冷+液冷”协同发展的格局。风冷技术不会被液冷完全取代，而是针对客户的不同需求，选择不同的数据中心制冷方案。
- 2019年液冷数据中心主要应用在以超算为代表的应用当中，随着互联网、金融和电信行业业务量的快速增长，上述行业对数据中心液冷的需求量将会持续加大。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%。而能源、生物、医疗和政务等将行业需求将加快融入通用数据中心新业态，整体上规模有所下降。预计2025年能源行业液冷数据中心占比将达到10.5%，生物行业将达到8.5%，医疗行业将达到6.5%，以政务为代表的其他业务则将下降至2.5%。

图表：2019-2025年中国液冷数据中心的行业应用结构及预测

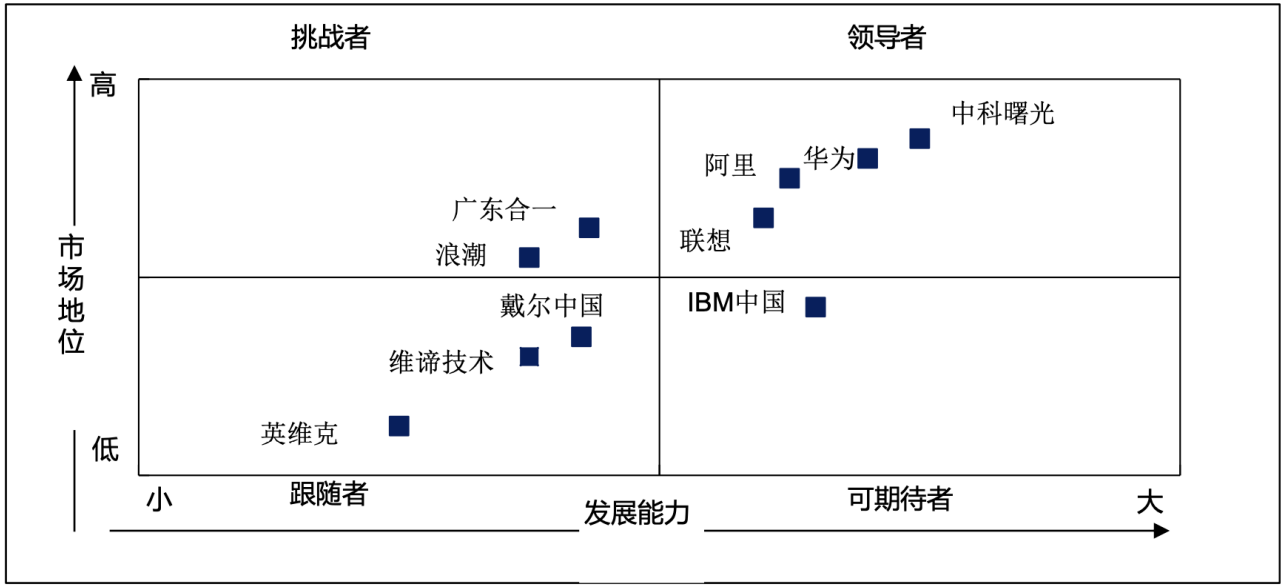


资料来源：赛迪顾问，中泰证券研究所

1.4 国内液冷服务器竞争格局：曙光领先，华为、阿里等紧密追随

- 国内以中科曙光为首的厂商已经积累了一定的商业化经验，基于产品营收、市占率、客户反馈等指标，中科曙光为市场的重要领导者，华为、阿里、联想紧随其后，IBM中国位于可期待者位置。
- 中国液冷服务器行业具有较高的技术壁垒，先进入者具备先发优势。目前国内主要厂商在液冷技术方面还处于试验或初步应用阶段，市场竞争格局尚未明确。此外，由于国内对数据安全的保护，在数据中心基础设施供应上存在一定的地域壁垒。因此，国外厂商进入中国市场或较为困难。

图表：2020年中国液冷数据中心厂商竞争力矩阵图



资料来源：赛迪顾问、中泰证券研究所

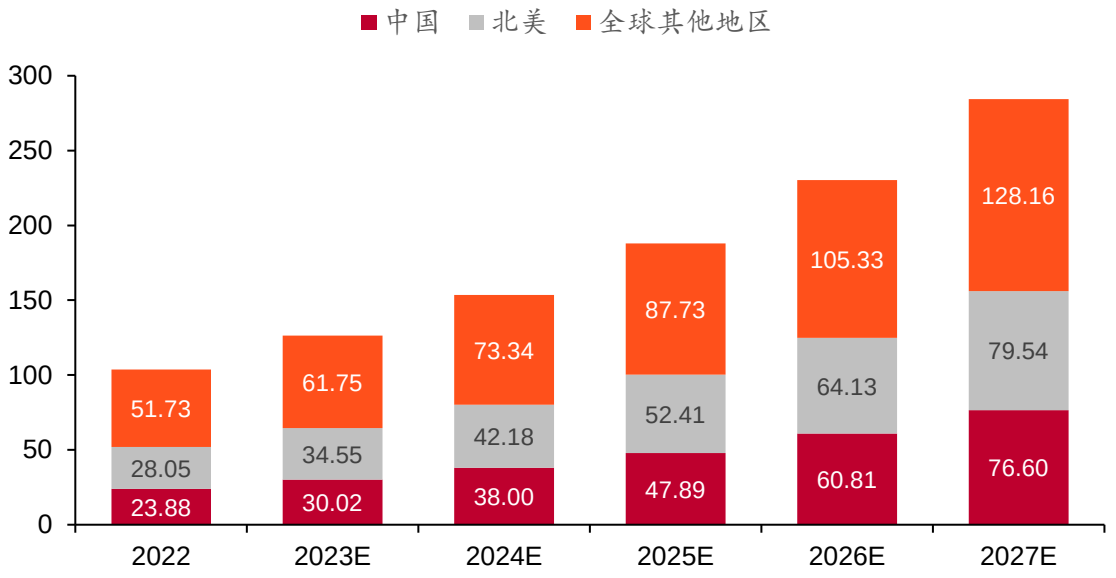
中泰证券
ZHONGTAI SECURITIES

2 液冷行业发展驱动力

2.1.1 数据量激增驱动算力需求不断升级

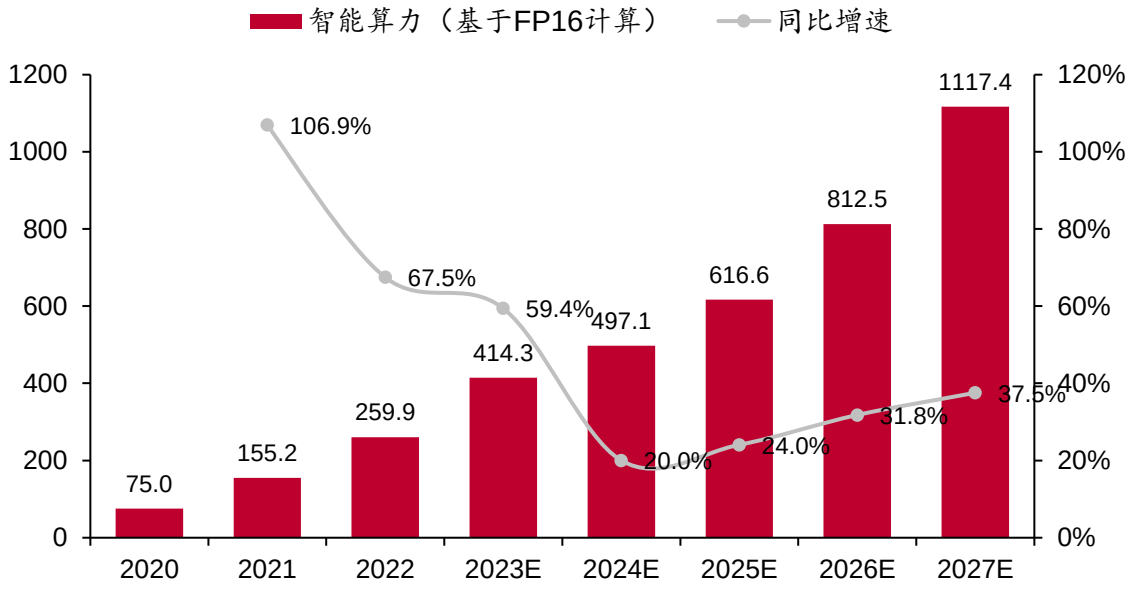
- **全球数据总量和算力规模高速增长。**据IDC数据显示，2022年全球数据圈数据量规模达到103.66ZB，中国数据量规模将从2022的23.88ZB增长至2027年的76.6ZB，CAGR达到26.3%，增速有望位列全球第一。根据IDC预测，未来3年全球新增数据量将超过过去30年之和，数据激增将使数据存储、传输和处理的所需算力呈现指数级增长。
- **算力智能化升级成为趋势，智能算力成为算力增长的主要动力。**海量复杂数据处理需求对于算力提出了更高的要求，需要更强大、更高效的计算资源来支持人工智能应用的发展。在此趋势下，算力基础设施加快建设，成为支撑数字经济发展的“重要底座”，数据能力和算力需求循环增强。IDC预测，中国智能算力规模将持续高速增长，预计2027年将达到1117.4EFLOPS，2022-2027年CAGR达33.9%。

图表：全球数据量规模及预测（单位：ZB）



资料来源：IDC Global DataSphere 2023，中泰证券研究所

图表：2020-2027年中国智能算力(基于FP16计算)规模及预测（单位：EFLOPS）



资料来源：IDC，中泰证券研究所

2.1.2 AIGC跨越式发展，算力需求激增

- 随着模型与算法不断演进，其参数规模和复杂性显著增加，对算力要求持续提高。而以ChatGPT、GPT-4为代表的一系列生成式大模型的出现，推动AIGC领域实现了跨越式大发展。而这也推动算力需求量激增。

- **训练侧：**GPT-3模型参数约为1746亿个，训练一次需要的总算力约为3640PF-days（以每秒一千万亿次计算需要运行3640天）。GPT-4参数数量可能扩大到1.8万亿个，训练算力需求上升到GPT-3的68倍，对应在2.5万个A100显卡上需要训练90-100天。
- **推理侧：**以GPT-3为例，根据天翼智库估算，500 tokens（约350个单词）产生的算力需求即高达1.75 PFLOPS。

图表：2018-2023 年国内外大模型参数量演进情况

发布年份	机构	模型名称	参数量（亿）	发布年份	机构	模型名称	参数量（亿）
2018	Allen Institute for AI	ELMo	0.94	2020	OpenAI	GPT-3	1746
2018	OpenAI	GPT-1	1.2	2020	微软&英伟达	Megatron-Turing	5300
2018	谷歌	BERT	3.4	2021	DeepMind	Gopher	2800
2019	百度	ERNIE	1.14	2021	谷歌	Switch Transformer	16000
2019	OpenAI	GPT-2	15	2022	Yandex	YaLM	1000
2019	微软	DialoGPT	15	2022	谷歌	LAMDA	1370
2019	英伟达	Megatron-LM	83	2022	百度&PCL	ERNIE 3.0 Titan	2600
2020	微软	Turing-NLG	170	2022	谷歌	PaLM	5400
2020	清华大学	GLM	1300	2023	OpenAI	GPT-4	18000

资料来源：Deep contextualized word representations、OpenAI官网、谷歌官网、微软官网、英伟达官网、百度官网，CSDN，腾讯新闻等，中泰证券研究所

图表：ChatGPT算力需求及能耗估算

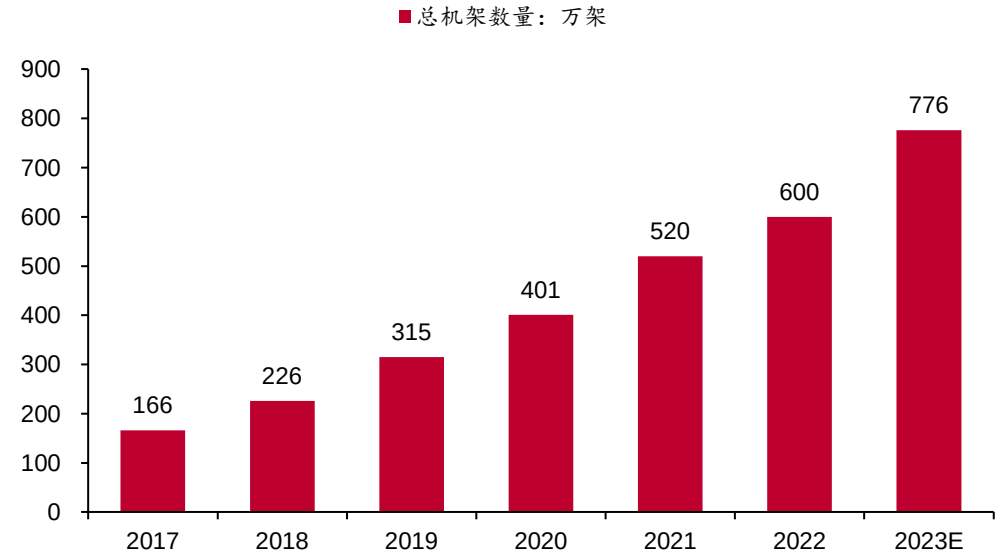
阶段	模型参数（个）	训练集规模（tokens）	算力（EFLOPS）	服务器（台）	耗电量（kWh）	总耗电量（kWh）（PUE= 1.2）
训练	1750 亿	3000 亿	1.48×10^{6}	8559	2054160	2464992
推理/日	1750 亿	500	1.46×10^{5}	338	52728	63274

资料来源：中商产业研究院，中泰证券研究所

2.2 数据中心市场规模持续扩大

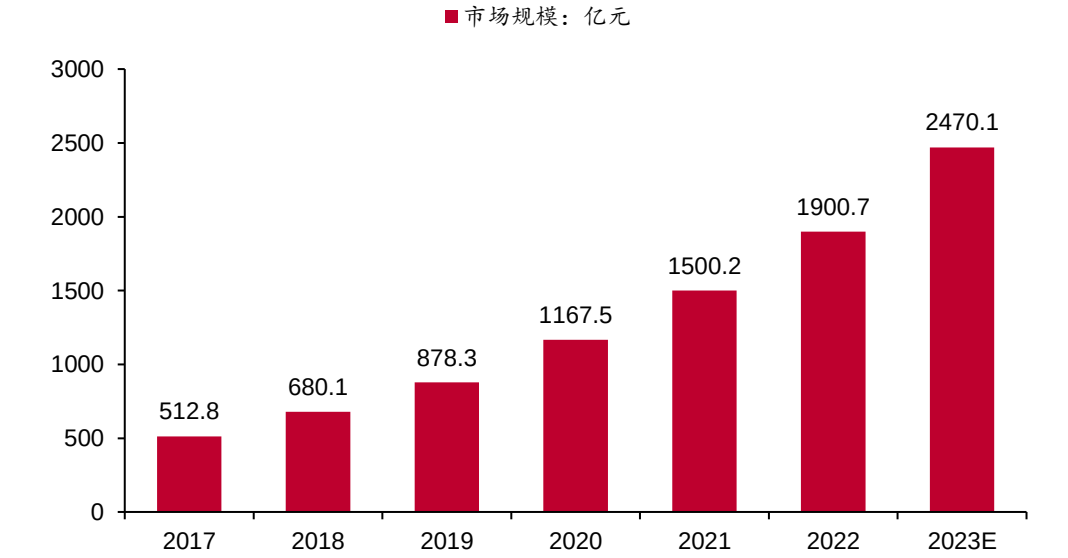
■ **作为新基建的一项重要工程，近年来，随着人工智能与数据应用产业链快速发展，我国数据中心建设持续提速，数据中心机架数量稳步增长。**按照标准机架2.5kW统计，2021年我国在用数据中心机架数量达520万架，其中，大型规模以上机架数量增长更为迅速，达到420万架，占比80%。截止2022年年底，我国数据中心总机架数量近600万架，位居世界前列，预计2023年中国数据中心机架数量将达到776万架，届时数据中心市场规模也将达到2470.1亿元。

图表：2017-2023年中国数据中心总机架数量预测趋势图（单位：万架）



资料来源：中国信通院，中商产业研究院，中泰证券研究所

图表：2017-2023年中国数据中心市场规模及预测（单位：亿元）



资料来源：中国信通院，中商产业研究院，中泰证券研究所

2.2 数据中心的能耗、散热问题日益凸显

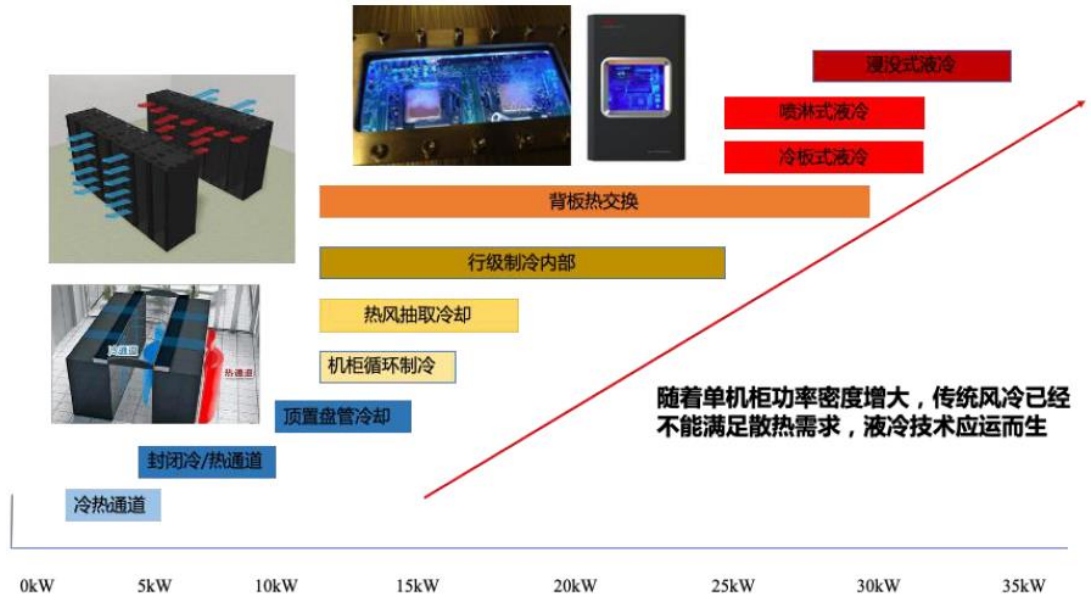
■ 随着数据中心数量与日俱增，其用电规模也随之急剧攀升。根据有关统计数据结果，2021年我国数据中心用电量2166亿度，预计到2030年将超过3800亿度。同时，规模快速攀升的数据中心，散热问题也日益凸显，具体而言：

- **整体层面——传统数据中心能耗成本巨大，散热耗能占比高。**数据中心一向是耗电大户，全国数据中心耗电量约占全国用电量的 2%-3%。预计到2030年，数据中心用电量将超过3800亿度，碳排放超过2亿吨。同时，传统数据中心散热成本与支出占比较高，根据《Uptime Institute 全球数据中心调查报告 2022》，2022年全球范围数据中心样本的年平均PUE为1.55，自2014年以来年平均PUE值维持在1.55-1.65范围内，即以制冷为主的其他能耗占比达35%-39%。
- **微观层面——计算密度提升面临散热挑战：算力性能的提升驱动服务器功耗和热密度不断增加，传统风冷方式已无法满足高热流密度电子器件的散热。**随着摩尔定律失效，人们通过异构计算等技术在持续提高芯片和系统的能效比，但这也导致单个芯片的功耗增加迅速，当前主流处理器芯片CPU功率约为200W，最新发布的部分CPU已经突破 350W，GPGPU等异构加速芯片甚至已经突破700W。在此背景下，传统风冷已经难以满足散热需求，数据中心、服务器需要更加高效的冷却技术去解决高功率、高热流密度、高计算密度的芯片和系统散热问题。
- **微观层面——高温对电子元器件产生不利影响：**在高温的环境下，机件材料、导线绝缘保护层、防水密封胶更容易老化，造成安全隐患。电子元器件使用故障中，有半数以上是由于温度过高引起的。半导体元器件温度每升高10°C，反向漏电流将增加1倍，从而埋下起火隐患，更易引起安全事故，造成数据中心瘫痪。

2.2 单机柜功率密度快速增加，呼唤数据中心的散热革命

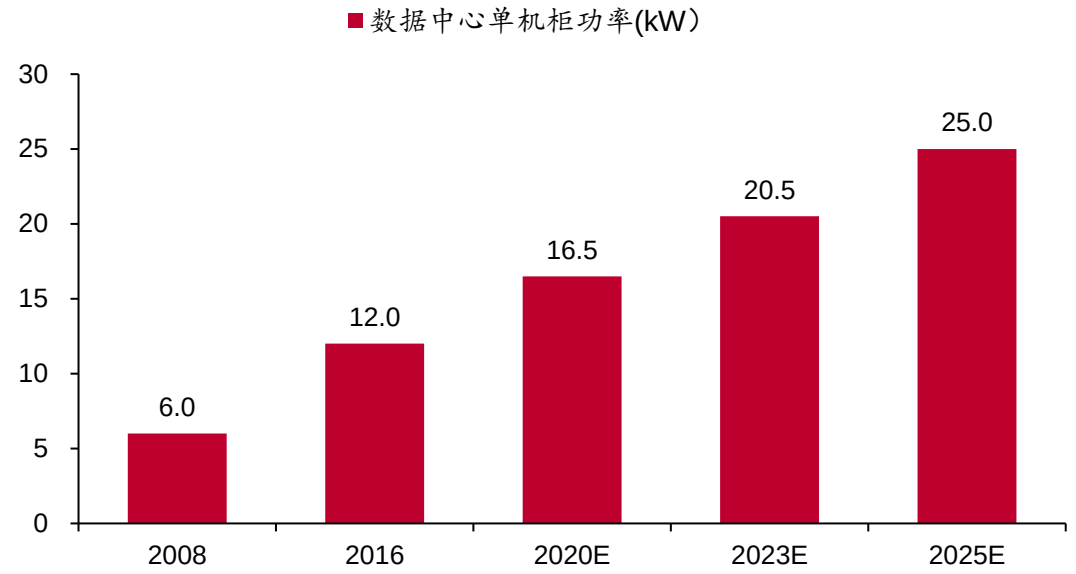
- 受限于数据中心建设面积和环保规定，增加单机柜功率密度成为调和不断增长的算力需求和有限的数据中心承载能力的关键解决方案。根据Colocation America发布的数据，2020年全球数据中心单机柜平均功率将达到16.5kW，较之于2008年已增长了175%。赛迪顾问预测，随着数据中心算力飞速提升，高功率单机柜将迅速普及，预计2025年，全球数据中心单机柜平均功率有望达到25kW。
- 液冷技术的高效制冷效果可有效提升服务器的使用效率和稳定性，同时使数据中心在单位空间布置更多的服务器，提高数据中心运算效率。

图表：单机柜密度和冷却方式的对应关系



资料来源：中国液冷数据中心发展白皮书2020，赛迪顾问，中泰证券研究所

图表：2008年以来全球数据中单机柜功率变化情况及预测



资料来源：Colocation America，赛迪顾问，中泰证券研究所

2.3.1 政策引导与支持：国家层面加速推动数据中心绿色化、节能化发展

■ **国家层面，数据中心绿色化、节能化发展加速推进。**在落实节能降碳方面，政策明确要求到2023年底新建大型及以上数据中心PUE降低到1.3以下；到2025年全国新建大型、超大型数据中心平均电能利用效率降到1.3以下，国家枢纽节点进一步降到1.25以下，绿色低碳等级达到4A级以上。

图表：近年来国家层面数据中心节能相关指导政策

发布时间	发布机构	政策名称	重点内容
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》	建立健全绿色数据中心标准评价体系和能源资源监管体系，**打造一批绿色数据中心先进典型。**
2021.05	发改委	《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》	加强绿色集约建设。完善覆盖电能使用效率、算力使用效率、可再生能源利用率等指标在内的数据中心综合节能评价标准体系。
2021.07	工信部	《新型数据中心发展三年行动计划(2021-2023年)》	到2023年底，全国数据中心机架规模年均增速保持在20%左右，平均利用率力争提升到60%以上，总算力超过200 EFLOPS，高性能算力占比达到10%。国家枢纽节点算力规模占比超过70%。**新建大型及以上数据中心PUE降低到1.3以下，严寒和寒冷地区力争降低到1.25以下。**
2021.11	发改委等四部门	《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》	到 2025 年，数据中心和 5G 基本形成绿色集约的一体化运行格局。数据中心运行电能利用效率和可再生能源利用率明显提升，**全国新建大型、超大型数据中心平均电能利用效率降到 1.3 以下，国家枢纽节点进一步降到 1.25 以下，绿色低碳等级达到 4A 级以上。**
2021.11	国家机关事务管理局等四部门	《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》	推动数据中心绿色化。**推动存量“老旧”数据中心升级改造，“小散”数据中心腾退、整合，降低“老旧小散”数据中心能源消耗。**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。**鼓励申报绿色数据中心评价，发挥示范引领作用。
2022.06	工信部等六部门	《工业能效提升行动计划》	推进重点领域能效提升绿色升级。持续开展国家绿色数据中心建设，发布名单及典型案例，加强绿色设计、运维和能源计量审查。引导数据中心扩大绿色能源利用比例，推动老旧数据中心实施系统节能改造。**到2025年，新建大型、超大型数据中心电能利用效率（PUE，指数据中心总耗电量与信息设备耗电量的比值）优于1.3。**
2022.08	工信部等七部门	《信息通信行业绿色低碳发展行动计划（2022-2025年）》	**加大先进节能节水技术应用。**强化绿色设计，加快自然冷源、近端制冷、液冷等制冷节能技术应用，鼓励采用预制模块化机房及高密度、虚拟化等高效IT系统方案，推广高压直流供电、高效交流不间断电源、集成式电力模块等技术和产品，发展智能化能源管控系统。

资料来源：各部委，绿色节能液冷数据中心白皮书，中泰证券研究所

2.3.2 地方政策：“东数西算”十个数据中心集群明确建设目标

■ **地方层面政策：**目前，“东数西算”工程的10个数据中心集群明确了起步区建设目标，其中均有对能耗、绿色建设的具体要求。而部分地区也已相继出台数据中心节能相关要求与细则规定。

图表：“东数西算”数据中心集群政策梳理

枢纽	集群	文件	绿色节能水平要求
京津冀枢纽	张家口集群	《关于同意京津冀地区启动建设全国一体化算力网络国家枢纽节点的复函》	张家口数据中心集群起步区为张家口市怀来县、张北县、宣化区。围绕数据中心集群，抓紧优化算力布局，积极承接北京等地实时性算力需求。 张家口数据中心集群应抓紧完成起步区建设目标：数据中心平均上架率不低于65%。**数据中心电能利用效率指标控制在1.25以内，可再生能源使用率显著提升。**
成渝枢纽	天府集群 重庆集群	《关于同意成渝地区启动建设全国一体化算力网络国家枢纽节点的复函》	成渝枢纽规划设立天府数据中心集群和重庆数据中心集群。其中，天府数据中心集群起步区为成都市双流区、郫都区、简阳市。重庆数据中心集群起步区为重庆市两江新区水土新城、西部（重庆）科学城璧山片区、重庆经济技术开发区。围绕两个数据中心集群，抓紧优化算力布局，平衡好城市与城市周边的算力资源部署，做好与“东数西算”衔接。 天府、重庆数据中心集群应抓紧完成起步区建设目标：数据中心平均上架率不低于65%。**数据中心电能利用效率指标控制在1.25以内，可再生能源使用率显著提升。**
长三角枢纽	长三角生态绿色一体化发展示范区集群 芜湖集群	《关于同意长三角地区启动建设全国一体化算力网络国家枢纽节点的复》	长三角枢纽规划设立长三角生态绿色一体化发展示范区数据中心集群和芜湖数据中心集群。其中，长三角生态绿色一体化发展示范区数据中心集群起步区为上海市青浦区、江苏省苏州市吴江区、浙江省嘉兴市嘉善县。芜湖数据中心集群起步区为芜湖市鸠江区、弋江区、无为市。围绕两个数据中心集群，抓紧优化算力布局，**积极承接长三角中心城市实时性算力需求，引导温冷业务向西部迁移，构建长三角地区算力资源“一体协同、辐射全域”的发展格局。** 长三角生态绿色一体化发展示范区、芜湖数据中心集群应抓紧完成起步区建设目标：数据中心平均上架率不低于65%。**数据中心电能利用效率指标控制在1.25以内，可再生能源使用率显著提升。**
粤港澳大湾区枢纽	韶关集群	《关于同意粤港澳大湾区启动建设全国一体化算力网络国家枢纽节点的复函》	粤港澳大湾区枢纽规划设立韶关数据中心集群，起步区边界为韶关高新区。围绕韶关数据中心集群，抓紧优化算力布局，积极承接广州、深圳等地实时性算力需求，引导温冷业务向西部迁移，构建辐射华南乃至全国的实时性算力中心。 韶关数据中心集群应抓紧完成起步区建设目标：数据中心平均上架率不低于65%。**数据中心电能利用效率指标控制在1.25以内，可再生能源使用率显著提升。**
内蒙古枢纽	和林格尔集群	《关于同意内蒙古自治区启动建设全国一体化算力网络国家枢纽节点的复函》	内蒙古枢纽规划设立和林格尔数据中心集群，起步区边界为和林格尔新区和集宁大数据产业园。**充分发挥集群与京津冀毗邻的区位优势，为京津冀高实时性算力需求提供支援，为长三角等区域提供非实时算力保障。** 和林格尔数据中心集群应抓紧完成起步区建设目标：数据中心平均上架率不低于65%。**数据中心电能利用效率控制在1.2以下，可再生能源使用率显著提升。**
		《关于内蒙古和林格尔新区推进数据中心项目绿色化建设的意见》	绿色化要求方面，设计方案符合绿色数据中心要求，采用绿电替代、分布式新能源发电、余热回收、多元化储能、动力电池梯次利用、高压直流等高效供配电系统、高密度集成等高效IT设备、新型机房精密空调、液冷、水资源综合利用等绿色节能技术。 和林格尔数据中心集群对于规模超过10000个标准机柜的以自用为主的数据中心项目，**设计PUE值不高于1.25，项目建成投用后，PUE第二年年度平均值不高于1.4，第三年度及以后年度平均值不高于1.25。**

资料来源：绿色节能液冷数据中心白皮书，中泰证券研究所

2.3.2 地方政策：“东数西算”十个数据中心集群明确建设目标

图表：“东数西算”数据中心集群政策梳理（续）

枢纽	集群	文件	绿色节能水平要求
贵州枢纽	贵安集群	《关于同意贵州省启动建设全国一体化算力网络国家枢纽节点的复函》	贵州枢纽规划设立贵安数据中心集群，起步区边界为贵安新区贵安电子信息产业园。围绕贵安数据中心集群，抓紧优化存量，提升资源利用效率，以支持长三角、粤港澳大湾区等为主，积极承接东部地区算力需求。 贵安数据中心集群应抓紧完成起步区建设目标：数据中心平均上架率不低于65%。**数据中心电能利用效率控制在1.2以下，可再生能源使用率显著提升。**
		《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》	推广使用绿色化技术。鼓励采用新型节能技术和绿色建筑技术，充分利用本地自然资源制冷，降低数据中心能耗水平。 **到2025年，贵安集群新建大型以上数据中心PUE(电能利用效率)低于1.2；**贵安集群数据中心平均上架率不低于65%。贵安集群数据中心平均上架率不低于65%。
甘肃枢纽	庆阳集群	《甘肃省启动建设全国一体化算力网络国家枢纽节点的复函》	甘肃枢纽设立庆阳数据中心集群，起步区边界为庆阳西峰数据信息产业聚集区。要尊重市场规律、注重发展质量，打造以绿色、集约、安全为特色的数据中心集群，重点服务京津冀、长三角、粤港澳大湾区等区域的算力需求。 庆阳数据中心集群应抓紧完成起步区建设目标：数据中心平均上架率不低于65%。**数据中心电能利用效率控制在1.2以下，可再生能源使用率显著提升。**
宁夏枢纽	中卫集群	《关于同意宁夏回族自治区启动建设全国一体化算力网络国家枢纽节点的复函》	宁夏枢纽规划设立中卫数据中心集群，起步区边界为中卫工业园西部云基地。要充分发挥区域可再生能源富集的优势，积极承接东部算力需求，引导数据中心走高效、清洁、集约、循环的绿色发展道路。 中卫数据中心集群应抓紧完成起步区建设目标：数据中心平均上架率不低于65%。**数据中心电能利用效率控制在1.2以下，**可再生能源使用率显著提升。

资料来源：绿色节能液冷数据中心白皮书，中泰证券研究所

2.3.2 地方政策：部分地区已出台数据中心节能相关要求与细则规定

图表：地方数据中心政策梳理

地方	文件	绿色节能水平要求
北京	《关于印发进一步加强数据中心项目节能审查若干规定的通知》	项目规模＜1万吨标准煤（电力按等价值计算，下同）PUE值不应高于1.3；1万吨≤项目规模＜2万吨标准煤，PUE值不应高于1.25；2万吨≤项目规模＜3万吨标准煤，PUE值不应高于1.2；项目规模≥3万吨标准煤，PUE值不应高于1.15
上海	《上海市数据中心建设导则》	新建大型数据中心设计PUE不超过1.3（集聚区降至1.25左右）、边缘数据中心不应高于 1.5，简称运行第一年PUE综合不高于 1.4，第二年不高于1.3。
	《关于推进本市数据中心健康有序发展的实施意见》	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。
	《新型数据中心“算力浦江”行动计划（2022-2024年）》	加快绿色节能技术应用。推动数据中心采用液冷、蒸发冷却、近端制冷等制冷技术，采用模块化机房、预制化电力模块、余热综合利用、智能运维、锂电池等节能产品和技术。
深圳	《关于加快推进新型基础设施建设的实施意见（2020—2025年）》	集中布局建设适用于中时延类业务的超大型数据中心，分布布局PUE值小于1.25的适用于低时延类业务和边缘计算类业务的中小型数据中心。
贵州	《关于支持贵州在新时代西部大开发上闯新路的意见》	实施数字产业强链行动。培育壮大人工智能、大数据、区块链、云计算等新兴数字产业。加快推进“东数西算”工程，布局建设主数据中心和备份数据中心，建设全国一体化算力网络国家枢纽节点，打造面向全国的算力保障基地。支持贵阳大数据交易所建设，促进数据要素流通。建设国家大数据安全靶场，开展数据跨境传输安全管理试点。推动在矿产、轻工、新材料、航天航空等产业领域建设国家级、行业级工业互联网平台，促进产业数字化转型。适度超前布局新型基础设施，推动交通、能源等基础设施智能化改造升级。

资料来源：绿色节能液冷数据中心白皮书，中泰证券研究所

2.4 电信运营商提出数据中心液冷三年愿景

- 作为数据中心行业的领军者，三大运营商在数据中心液冷技术的探索与应用上也走在行业前列。2023年6月，三大运营商联合发布了《电信运营商液冷技术白皮书（2023年）》，共同提出了液冷应用上的三年愿景及规划。
- **三年愿景总体目标：**共同联合产学研上下游，凝聚行业合力、强攻关、构生态、拓应用，强化原创性、引领型关键核心技术攻关，全力打造高水平液冷生态链；构筑开放生态，推进液冷机柜与服务器解耦，引领形成统一标准，既要降低 PUE（数据中心电能利用效率），又要获取最低 TCO（全生命周期成本）；发挥规模优势，大力拓展应用。
- **推进节奏上，三大运营商也部署了2023-2025年的详细规划。**

- **2023年：**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；
- **到2025年，**开展规模应用，50%以上项目规模应用液冷技术，并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，电信行业则力争成为液冷技术的引领者、产业链的领航者、推广应用的领先者。

图表：电信运营商液冷三年愿景

资料来源：电信运营商液冷技术白皮书、中泰证券研究所

2.5 液冷行业发展空间较大，挑战与机遇并存

■ 目前，我国液冷行业处于发展初期，液冷应用渗透率还较低，但液冷作为数据中心与服务器集群的下一代散热技术，其市场空间与发展前景已得到高度关注，应用渗透率有望持续快速提升。

■ 不过，目前我国液冷行业仍存在一些发展上的挑战：

- **液冷产业生态尚不成熟：液冷技术在国内外发展已有十余年，但当前生态不完善，各家产品形态各异，产品规范化程度较低。**目前业内尚无服务器与机柜统一接口规范标准，机柜与服务器深度耦合，各家服务器设备、冷却液、制冷管路、供配电等产品形态各异，不同厂家产品接口不同、不能互相兼容，势必限制竞争，影响产业高质量发展。
- **液冷系统架构尚在演进：**当前业内液冷系统架构不同，制冷与供电存在分布式、集中式不同架构。部分厂家服务器已演进为高温服务器，可减配冷水机组，进一步简化冷源架构，促进降本增效。
- **液冷系统成本仍较高：**与传统风冷产品比较，液冷仍存在初期投资高、全生命周期成本高等问题，这一问题将影响液冷产品的初期规模应用与推广。

■ 我们认为，液冷的应用发展前景仍然十分广阔，不过当前行业处于发展初期，技术标准、产业链生态仍有待更进一步的建立与规范。当前市场参与者众多，建议持续关注行业相关进展与公司的重要技术能力突破。

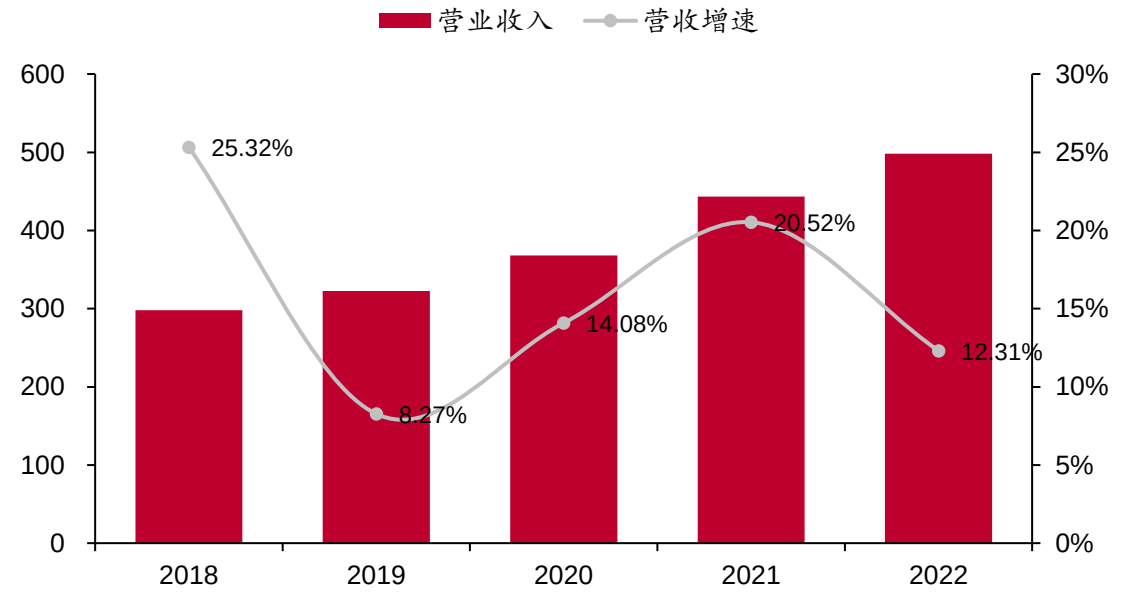
中泰证券
ZHONGTAI SECURITIES

3 液冷行业主要公司概况

3.1 新华三：ALL in GREEN引领基础设施绿色发展

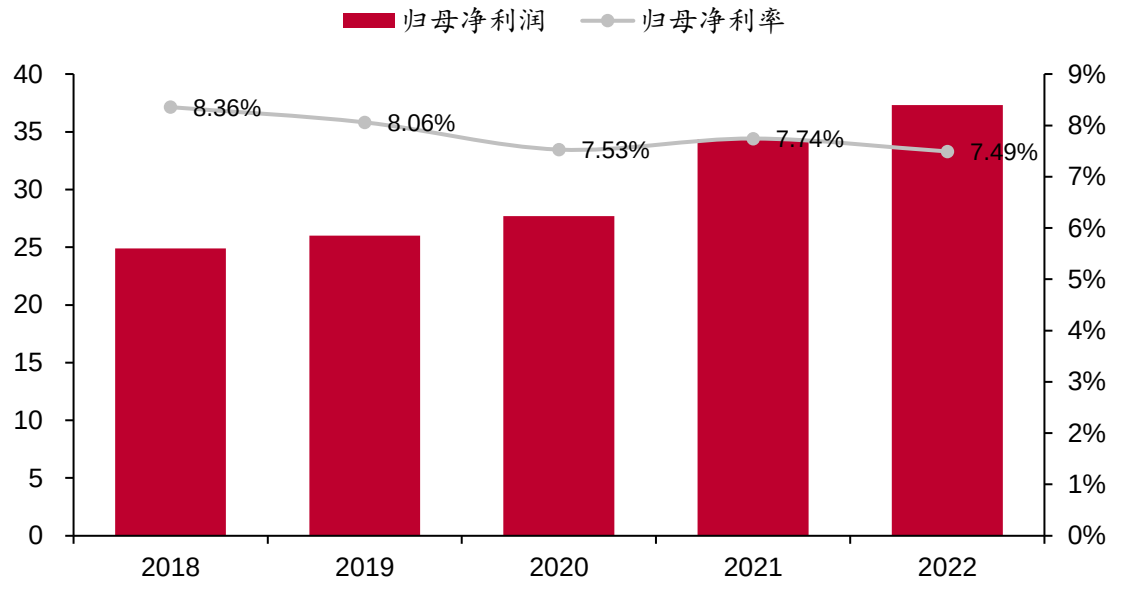
- 新华三技术有限公司成立于2003年，目前为紫光集团旗下的重要基础设施企业，拥有计算、存储、网络、安全等完整的数字化基础设施提供能力，能够提供云计算、大数据、大互联、大安全、大安防、物联网、边缘计算、人工智能、区块链在内的一站式数字化平台解决方案。同时，新华三也是HPE®服务器、存储和技术服务的中国独家提供商。
- **在液冷方面，新华三为用户提供液冷全生命周期服务，其解决方案从基础设施到统一运维，打通液冷全产业链，助推液冷标准化的进程，实现液冷技术全场景覆盖。2023年，新华三在2023领航者峰会上提出ALL in GREEN战略。**
- 2018-2022年，新华三营收从297.92亿元增至498.10亿元，期间CAGR为13.71%；归母净利润从24.90亿元增至37.31亿元，期间CAGR为10.65%。

图表：新华三2018-2022年营收及增速（单位：亿元）



资料来源：Wind、中泰证券研究所

图表：新华三2018-2022年净利润表现（单位：亿元）



资料来源：Wind、中泰证券研究所

3.1 新华三的液冷产品与服务

- 目前，新华三提供冷板式和浸没式两种液冷技术产品与服务：
  - 冷板式：通用计算、异构计算冷板机型全覆盖，适配不同场景化算力需求；
  - 浸没式：极致PUE场景解决方案，帮助用户实现数据中心PUE小于1.1。
- 在解决方案形式上，新华三可提供整体一体化解决方案，亦可提供专门的液冷数据中心基础设施解决方案。

图表：新华三一体化解决方案图示

资料来源：新华三官网、中泰证券研究所

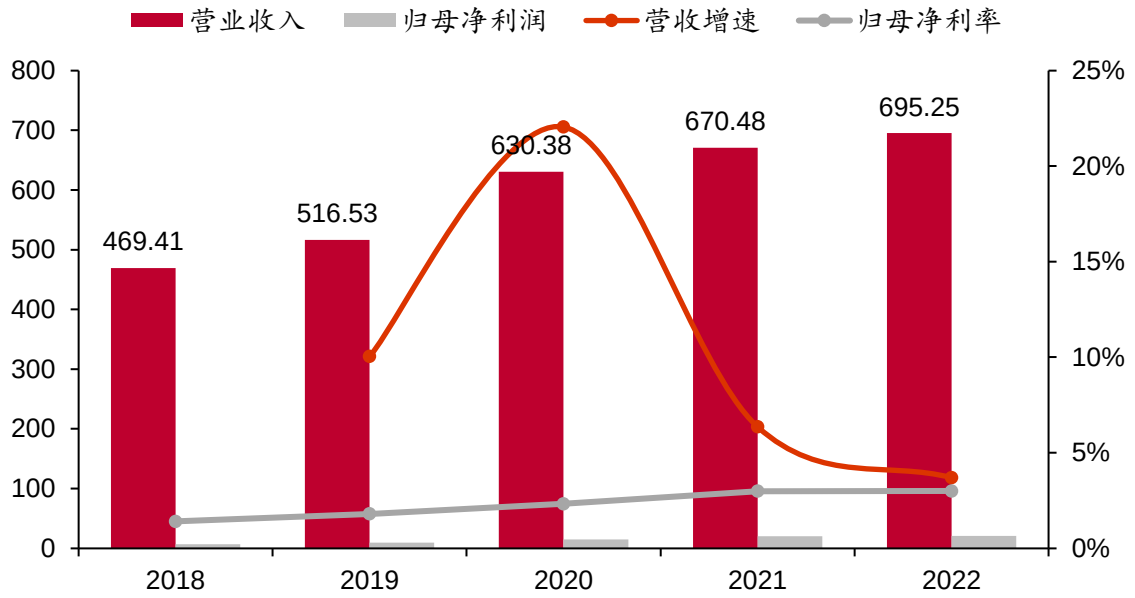
图表：新华三液冷数据中心基础设施解决方案

资料来源：新华三官网、中泰证券研究所

3.2 浪潮信息：持续践行“All in 液冷”战略，积极推动液冷标准化体系建设

- 浪潮信息是国内领先的服务器制造企业，专注于为客户提供先进的云计算、大数据、边缘计算等计算产品和解决方案。
- 液冷方面，早在2016年，浪潮信息即开始在液冷领域积极布局。
- 公司持续践行“All in 液冷”战略，全栈布局液冷，发布全栈液冷产品，并提供液冷数据中心全生命周期整体解决方案。
- 浪潮建成了亚洲最大液冷研发生产基地——天池并投入使用，基地年产能达10万台，实现了业界首次冷板式液冷整机柜的大批量交付，帮助用户数据中心PUE降低至1.1以下，整体交付周期在5-7天之内。
- 浪潮信息还不断推动完善数据中心的液冷标准化体系，目前浪潮信息已拥有 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/浸没式液冷相关设计技术标准，并联合牵头立项关于冷板式液冷核心技术的 4 项标准。

图表：浪潮信息 2018-2022年营收与利润表现（单位：亿元）



资料来源：Wind，中泰证券研究所

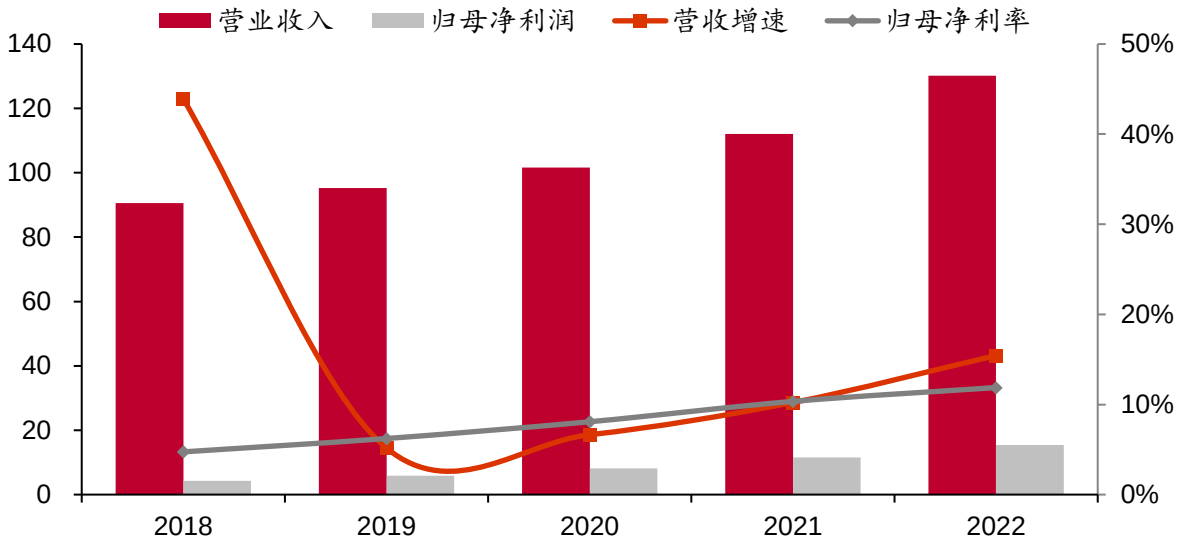
图表：浪潮信息持续践行“All in 液冷”战略，发布全栈液冷产品

资料来源：数据猿，腾讯网，中泰证券研究所

3.3 中科曙光：国内服务器液冷先行者，拓展液冷存储市场，打造存算一栈式液冷方案

- 中科曙光是国内领先的高端服务器生产商。公司高端服务器产品全栈自研，拥有大规模部署实践；不断开拓算力服务业务，通过全国一体化算力服务平台加速海量复杂行业应用创新与落地，为国内多个大模型提供算力支持。
- 液冷方面，曙光液冷技术早于2011年便开始探索，历经“冷板式液冷技术”、“浸没液冷技术”和“浸没相变液冷技术”三大发展阶段，于2016年率先在全国开始浸没式液冷服务器大规模应用的研发，2019年实现全球首个大规模浸没相变液冷项目的商业化落地。截至2020年，曙光拥有液冷核心专利近50项，部署的液冷服务器已达数万台，居国内市场份额之首。
- 2022年11月9日，中科曙光发布了业界首款液冷存储——曙光 ParaStor 液冷存储系统，将液冷技术与存储技术深度结合，填补了存储领域液冷产品的空白，并可与液冷服务器形成“存算一栈式”液冷方案。

图表：中科曙光2018-2022年营收与利润表现（单位：亿元）



资料来源：Wind，中泰证券研究所

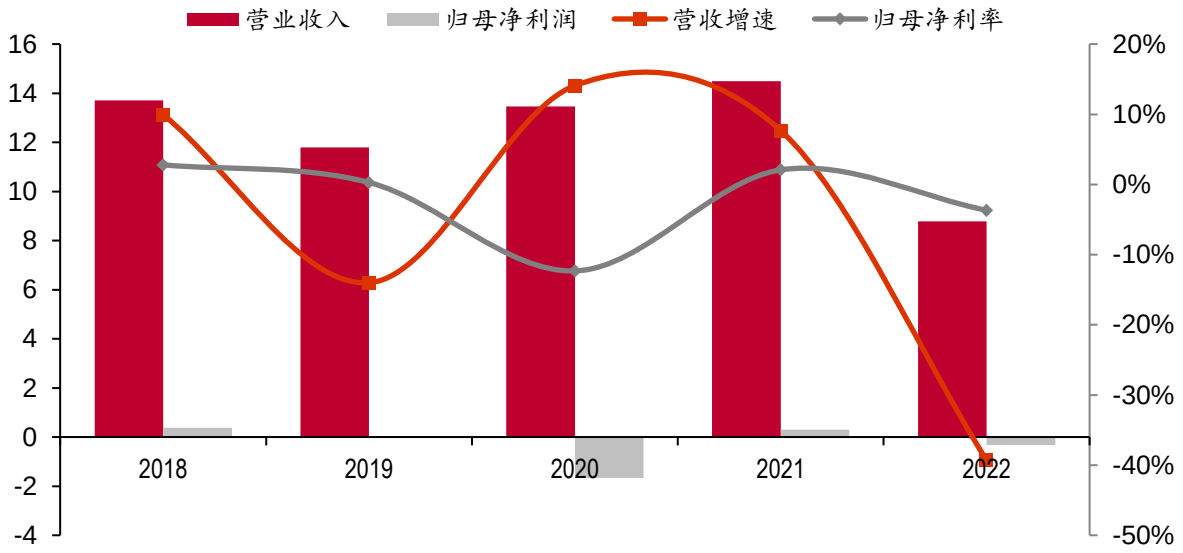
图表：中科曙光发布ParaStor 液冷存储系统，打造存算一栈式液冷方案

资料来源：中科曙光官网，中泰证券研究所

3.4 依米康：战略转型加快推进，持续聚焦绿色算力服务

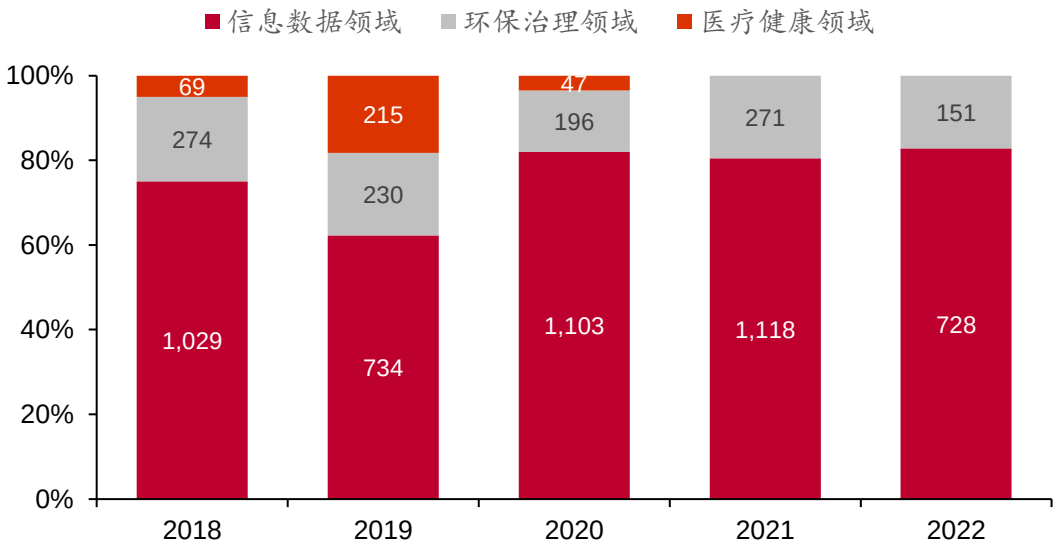
- 依米康成立于2002年，是数字基础设施全生命周期绿色解决方案服务商。成立之初依米康主要为数据中心和精密环境提供关键制冷设备，后续公司紧抓信息化发展趋势，至今已发展为数字基础设施全生命周期绿色解决方案服务商。
- 公司业务板块包括关键设备、智能工程、软件业务、智慧服务，对应算力基础设施全生命周期各个节点，从算力基础设施的顶层设计、到总包建设、温控系统等关键设备供应、再到算力基础设施运维环境监测服务，均可提供全方位的方案设计及服务。
- 经营业绩方面，公司近年来正在进行新一轮战略转型，同时公司持续剥离非主营业务资产，致使公司近年在营收和利润端表现承压。不过随着公司持续聚焦主营主业，公司来自信息数据领域的产品收入占比在2020年以后进入新的高占比水平，后续公司将集中更多优势资源，持续聚焦液冷、温控等领域，在产品与市场上加快拓展。

图表：依米康2018-2022年营收及利润表现（单位：亿元）



资料来源：Wind，中泰证券研究所

图表：依米康2018-2022年营收结构（单位：百万元）



资料来源：Wind，中泰证券研究所

中泰证券
ZHONGTAI SECURITIES

4 投资建议与风险提示

投资建议

■ **数字经济的持续快速发展下，数据量激增与AIGC跨越式发展，对算力基础设施提出了更高要求；同时，当前以数据中心为代表的服务器集群的高耗能现象、散热表现有待改进与提升，也在推动行业采取更先进、更绿色的温控手段。液冷作为新兴温控手段，其散热效率较传统风冷有较大提升，将在未来获得更多服务器厂商与应用场景的选用。**当前时点，我们持续看好液冷产业投资机遇，建议投资人持续关注，具体包括：

- **液冷：**紫光股份（新华三）、浪潮信息、中科曙光、依米康、英维克、飞荣达等。

风险提示

- 液冷技术探索与应用、行业生态建设不及预期的风险。
- AI进展不及预期带来下游算力需求不及预期的风险。
- 数据中心建设进度不及预期的风险。
- 市场竞争加剧的风险。
- 研究报告中使用的公开资料可能存在信息滞后或更新不及时的风险。