

# 液冷，顺应低碳数字时代需求的高效冷却技术

 行业评级 **看好（维持）**

 国家/地区 中国  
 行业 通信行业  
 报告发布日期 2023年06月08日


### 证券分析师

**证券分析师 张颖**  
 021-63325888\*6085  
 zhangying1@orientsec.com.cn  
 执业证书编号: S0860514090001  
 香港证监会牌照: BRW773

**证券分析师 卢日鑫**  
 021-63325888\*6118  
 lurixin@orientsec.com.cn  
 执业证书编号: S0860515100003

**证券分析师 施静**  
 021-63325888\*3206  
 shijing1@orientsec.com.cn  
 执业证书编号: S0860520090002  
 香港证监会牌照: BMO306

### 联系人

**联系人 王婉婷**  
 wangwanting@orientsec.com.cn

**联系人 温晨阳**  
 wenchenyang@orientsec.com.cn

### 相关报告

运营商发布液冷技术三年规划，国内液冷应用有望加快 2023-06-05

发改委公开征求两部电力领域管理办法意见，进一步推动智能电网建设 2023-05-22

利润端良好增长，有望受益于 800G 高端产品放量：——光模块光器件板块 2022 年报及 2023 一季报综述 2023-05-14

### 核心观点

- 液冷具有比风冷更高的冷却效率，可分为直接液冷（如冷板式液冷）和间接液冷（如浸没式液冷）。**由于液体的比热容远高于气体，因此相比于常见的风冷技术，液冷可实现散热效率的极大提升。根据接触方式的不同，液冷可分为两种：（1）冷板式液冷属于间接接触型液冷技术，通过装有冷却液的冷板与设备接触进行散热，该液冷技术发展较早且改造成本较低因而技术更成熟、生态更完善，目前属于液冷中应用最为广泛的技术之一；（2）另一种是直接接触型液冷技术，较为典型的是浸没式液冷，是指将发热器件浸泡在冷却液中，两者直接接触以协助器件散热，该技术可更大程度上利用液体比热容大的特点，进一步提升制冷效率。
- 数据中心领域：电信运营商发布“三年愿景”，2025年液冷数据中心占比有望达50%。**数据中心的电能消耗源于IT设备、制冷设备、供配电系统和照明等，根据《绿色高效数据中心散热冷却技术研究现状及发展趋势》，我国数据中心约有45%的能耗用于IT设备，43%用于散热冷却设备。IT设备在工作中会产生热量，而过热和过湿又会反过来损害设备，削弱设备性能、降低设备寿命，因此需采用冷却技术进行降温。目前数据中心冷却仍以风冷为主，但随着数据中心数量增加、大型机架占比提升，数据中心高耗电的问题已不容忽视，政策对于PUE的要求也日趋严格，另一方面，高算力需求或将推动数据中心功率密度的提升，进一步提升液冷需求。2023年6月5日，三大运营商发布《电信运营商液冷技术白皮书》，提出运营商将于2023年开展技术验证；2024年新建数据中心项目10%规模试点应用液冷技术；2025年50%以上数据中心项目应用液冷技术，有望催化液冷技术渗透率的提升。
- 储能领域：2025年渗透率有望达到45%左右。**储能系统是一个由大量电池、PCS、BMS、EMS、温控、消防等子系统组成的复杂系统，其中电池是系统的核心部件。温度对电化学储能系统的容量、安全性、寿命等性能都有影响，因此需要对储能系统进行热管理。在储能系统应用的热管理方案中，目前只有风冷和液冷进入大规模应用。从供给端看，液冷方案具有技术成熟度高、冷却效果好、对系统的性能有积极影响等优势；从需求端看，储能系统更大容量、更多场景的发展方向，对热管理的要求越来越高，液冷方案的性能与之更匹配。因此液冷方案逐渐发展成为增量储能场景下的主流。根据GGII测算，2025年液冷在储能温控市场中占比有望达45%。

### 投资建议与投资标的

- 建议关注** 1) 温控液冷厂商：英维克(002837, 未评级)、曙光数创(872808, 未评级)、佳力图(603912, 未评级)、申菱环境(301018, 未评级)、同飞股份(300990, 未评级)、高澜股份(300499, 未评级); 2) 布局液冷的IDC厂商：网宿科技(300017, 未评级)、科华数据(002335, 未评级)、润泽科技(300442, 未评级)。

### 风险提示

- 算力投资不及预期，超算中心、智算中心发展不及预期，液冷技术实际应用发展不及预期，相关假设影响风冷、液冷方案成本测算结果风险

# 目录

一、液冷技术原理概述.....	5
1.1 冷板式液冷.....	5
1.2 浸没式液冷.....	5
单相浸没式液冷.....	6
双相浸没式液冷.....	6
两种技术比较.....	7
二、项目大型化带来冷却效率提升需求，液冷降耗优势明显.....	8
2.1 数据中心领域：冷板式液冷为主.....	8
2.2 储能领域：液冷方案成为主流趋势.....	11
三、液冷方案应用现状.....	15
3.1 数据中心液冷：电信运营商发布“三年愿景”，2025 年液冷数据中心占比有望达 50%.....	15
3.2 储能液冷：2025 年渗透率有望达到 45%左右.....	17
四、投资建议.....	20
4.1 英维克.....	20
4.2 曙光数创.....	21
4.3 佳力图.....	21
4.4 申菱环境.....	22
4.5 同飞股份.....	22
4.6 高澜股份.....	23
4.7 网宿科技.....	24
4.8 科华数据.....	24
4.9 润泽科技.....	25
风险提示.....	25

## 图表目录

图 1：开式循环系统的冷板式液冷整体链路图 .....	5
图 2：单相浸没式液冷原理图 .....	6
图 3：双相浸没式液冷原理图 .....	6
图 4：双相浸没式液冷需要冷凝管实现气态到液态的转换 .....	6
图 5：数据中心各环节能耗占比 .....	8
图 6：数据中心机架数量 .....	9
图 7：中国数据中心耗电量及占比 .....	9
图 8：单机柜密度增大，风冷技术已不能满足散热需求 .....	11
图 9：2008 年以来全球数据中心单机柜功率变化情况及预测 .....	11
图 10：中国液冷数据中心市场规模预测 .....	11
图 11：储能电站系统 .....	11
图 12：锂电池工作的各种温度区间 .....	12
图 13：1.5C 放电倍率下风冷系统电池组温度分布图 .....	13
图 14：4 种储能热管理方案 .....	13
图 15：国内外液冷发展大事记 .....	15
图 16：曙光浸没式相变液冷系统 .....	16
图 17：阿里云磐久液冷一体机 .....	16
图 18：2020 年中国液冷数据中心厂商竞争力矩阵图 .....	16
图 19：2019-2025 年中国液冷数据中心行业应用结构预测 .....	17
图 20：储能液冷系统示意图 .....	18
图 21：科华 S <sup>3</sup> 液冷储能系统 .....	18
图 22：风冷储能系统 .....	19
图 23：液冷储能系统 .....	19
图 24：储能温控市场空间（亿元） .....	19
图 25：英维克 BattCool 储能全链条液冷解决方案 2.0 .....	21
图 26：曙光数创营收结构（亿元） .....	21
图 27：曙光数创全浸式液冷服务器，PUE 可低至 1.01-1.02 .....	21
图 28：佳力图冷水机组产品系列 .....	22
图 29：申菱环境储能温控产品 .....	22
图 30：高澜电站式储能系统液冷方案 .....	23
图 31：网宿科技子公司绿色云图液冷数据中心平面图 .....	24
图 32：科华数据液冷产品 .....	25
表 1：冷板式液冷和浸没式液冷技术比较 .....	7

表 2：液冷与风冷的差异 .....	8
表 3：国家对数据中心 PUE 要求日趋严格.....	10
表 4：典型储能热管理技术的特点 .....	14
表 5：各公司推出的液冷产品 .....	17
表 6：储能液冷温控主要供应商.....	20
表 7：同飞股份储能热管理在研项目（截至 2022 年年报） .....	23

## 一、液冷技术原理概述

液冷，顾名思义，即采用液体接触热源进行冷却的方式。根据冷却液和服务器接触换热方式的不同，分为直接液冷和间接液冷，其中间接液冷以冷板式液冷技术为主，直接液冷以浸没式液冷技术为主。

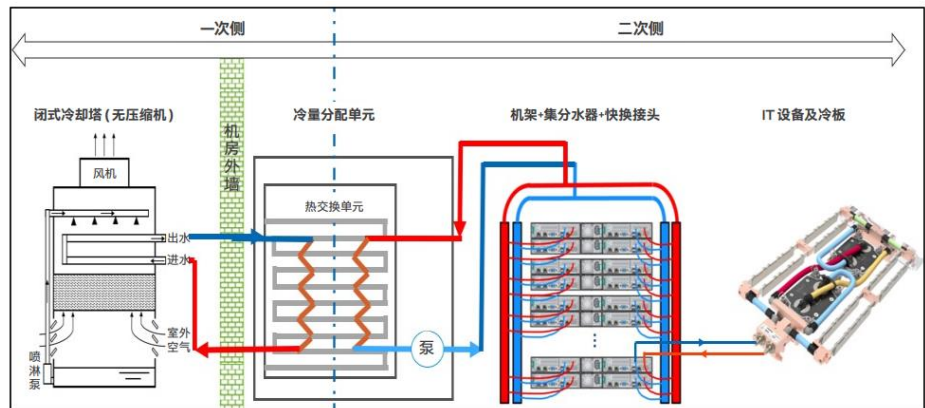
### 1.1 冷板式液冷

**冷板式液冷属于间接式液冷，即发热元件和冷却介质不直接接触。**冷板式液冷通过与装有液体的冷板直接接触来散热，或者由导热部件将热量传导到冷板上，然后通过冷板内部液体循环带走热量。由于服务器芯片等发热器件不直接接触液体，因此该方式对现有服务器芯片组件及附属部件改动量较小，可操作性更强。

**开式循环的冷板式液冷系统包括一次侧（室外）和二次侧（室内）。**根据循环架构的不同，冷板式液冷又分为开式循环系统和闭式循环系统。开式循环系统能将热量转移至室外进行散热，减少机房的空调用量，降低整体 PUE（Power Usage Effectiveness，电能利用效率）。具体而言，该系统包括一次侧（室外）和二次侧（室内）两部分，一次侧为机房供水，包括室外的干冷器和冷水机组，热量转移主要通过水温的升降实现，二次侧包括供液环路和服务器内部流道，主要通过冷却液温度的升降实现热量转移；两个部分通过 CDU（冷量分配单元）中的板式换热器发生间壁式换热，工质不做混合。

CDU 是关键部件之一，除了起到循环冷却液的作用外，还负责监视环境露点并调节供水给机架的温度，露点温度即水蒸气与水达到平衡状态的温度，当实际温度  $t$  大于露点温度  $T_d$  时，空气未饱和。CDU 一般将辅助水回路的供应温度提高到比房间露点温度高出至少  $2^{\circ}\text{C}$  的水平，以防止冷凝现象发生。

图 1：开式循环系统的冷板式液冷整体链路图



数据来源：《绿色数据中心创新实践——冷板式液冷系统设计参考》，东方证券研究所

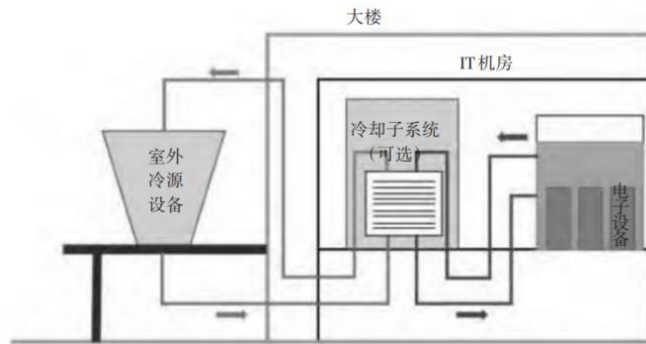
### 1.2 浸没式液冷

浸没式液冷是指将发热电子元器件如 CPU、主板、内存条、硬盘等直接浸泡在绝缘、化学惰性的冷却液（电子氟化液）中，通过循环的冷却液将电子元器件产生的热量带走。根据冷却液在循环散热过程中是否发生相变，分为单相浸没式液冷和双相浸没式液冷。

### 单相浸没式液冷

单相浸没式液冷的冷却液通常具有较高的沸点，因此冷却液在吸热后始终维持在液态状态。单相浸没式液冷通过自然对流或泵驱动冷却液的循环，区别在于是否有外力驱动液体循环。自然对流驱动的循环散热过程利用了液体受热后体积膨胀密度减小的特点，较热的冷却液会自然上浮，之后被连接到外部冷却回路的热交换器冷却；冷却后的液体在重力作用下自然下沉，完成循环散热。泵驱动则拥有一个由泵、热交换器、传感器、过滤器组成的装置，即冷却液分配单元（CDU），利用 CDU 可以更加精确地控制冷却液的温度和流速。

图 2：单相浸没式液冷原理图



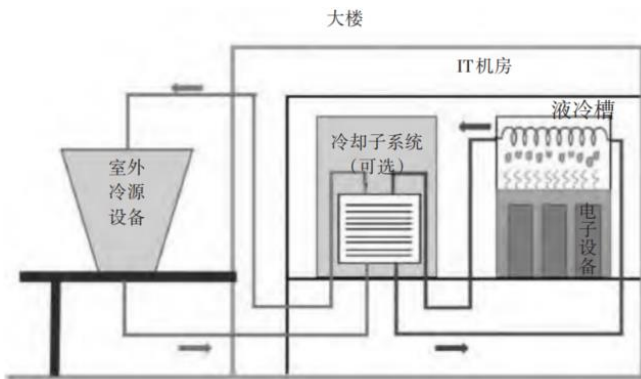
数据来源：周婷等《液冷技术在数据中心中的应用》，东方证券研究所

单相浸没式液冷的优势在于（1）冷却液价格相对更低，部署成本更低；（2）冷却液无相变，不需要频繁补充冷却液且无需担心冷却液蒸发溢出或人员吸入的健康风险，更有利于维护。但另一方面，相对于双相液冷，单相液冷的散热效率更低。

### 双相浸没式液冷

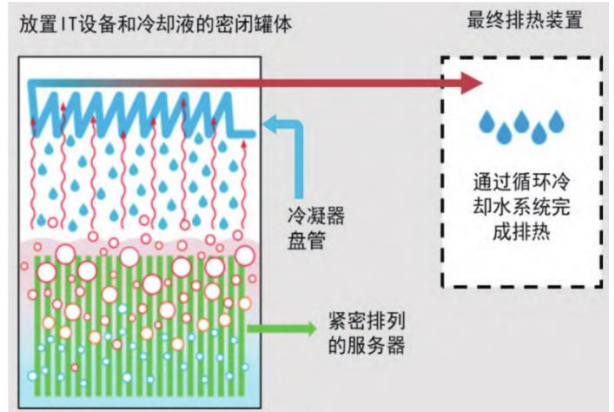
双相浸没式液冷的冷却液则会经历气液状态的转换。IT 设备完全浸没在装有低沸点冷却液的密闭罐体中，设备的热量被冷却液吸收，冷却液吸热后温度升高至沸腾，由液态变为气态，蒸汽从液体中升起逃逸至页面上方，在液体罐体内形成气相区。气相区的冷却液蒸汽与水冷冷凝器接触后凝结成液体滴落回容器中再次循环，而冷凝器中被加热的冷却水则通过循环冷却水系统完成排热。

图 3：双相浸没式液冷原理图



数据来源：周婷等《液冷技术在数据中心中的应用》，东方证券研究所

图 4：双相浸没式液冷需要冷凝管实现气态到液态的转换



数据来源：朱佳佳等《数据中心浸没式液冷技术研究》，东方证券研究所

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并阅读本证券研究报告最后一页的免责声明。



双相浸没式液冷充分利用了冷却液的蒸发潜热，可以满足高功率发热元件对散热的极端要求，使 IT 设备可以保持满功率运行。但相变的存在也使得液冷系统必须保持密闭，以防止蒸汽外溢流失，同时必须考虑相变过程导致的气压变化，以及系统维护时维护人员吸入气体的健康风险。

**整体来看，浸没式液冷优势在于：**（1）冷却液与发热设备直接接触，具有较低的对流热阻，传热系数高；（2）冷却液具有较高的热导率和比热容，运行温度变化率较小；（3）冷却液绝缘性能优良，闪点高不易燃，且无毒、无害、无腐蚀。因此浸没式液冷技术适用于对热流密度、绿色节能需求高的大型数据中心、超级计算、工业级其他计算领域和科研机构，特别是应用于地处严寒、高海拔地区，或者地势较为特殊、空间有限的数据中心，以及对环境噪音要求较高，距离人群办公、居住场所较近，需要静音的数据中心具有明显优势。

## 两种技术比较

由于冷板式液冷技术发展较早，相比浸没式这类直接接触型液冷技术更成熟、生态更完善、改造成本更低，因此目前以冷板式液冷为主。但直接接触型液冷技术可更大程度上利用液体的比热容大的特点，制冷效率更高，未来或将占据更多市场。

表 1：冷板式液冷和浸没式液冷技术比较

项目	冷板式	浸没式	备注
初投资	冷板规格多、定制成本较高，系统带有大量的快速接头和阀门，成本较高	冷却液用量大，特制密封压力容器或卧式液冷箱体，成本居中	室外散热设备相似，区别主要在服务器及冷却系统架构
节能性	中等，PUE 1.1~1.3	优秀，PUE 1.05~1.1	浸没式 100%液冷散热；冷板式还需风冷，拉高了 PUE
可维护性	优秀（冷却液不接触电路板），管路支持水平插拔	较差，不支持在线维护	冷板式基于传统机架式设计，服务器可下架维护
安全性	冷却液多为乙二醇水溶液，泄漏可导电及腐蚀，且冷板流道存在堵塞风险	化学方面，冷却液绝缘，可安全运行；温度方面，冷却液散热能力强，能保证器件温差小，不易高温老化	冷却液的物理化学特性为关键风险点
空间利用率	较高，风冷系统仍需占据部分空间	中等	浸没式容器结构改变较大，降低空间利用率

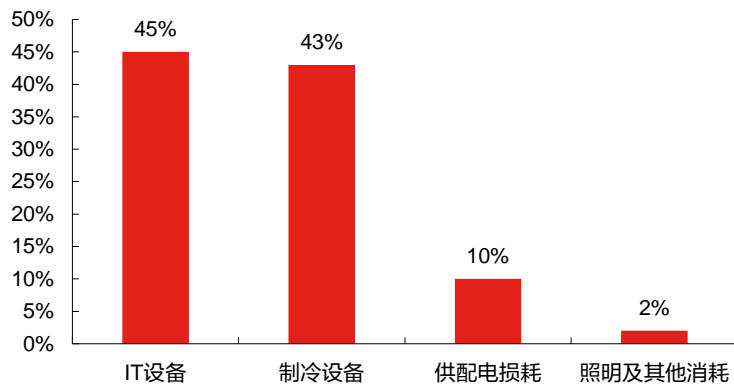
数据来源：谢春晖等《液冷技术在通信行业中的应用及相关建议》，东方证券研究所

## 二、项目大型化带来冷却效率提升需求，液冷降耗优势明显

### 2.1 数据中心领域：冷板式液冷为主

数据中心的电能消耗源于 IT 设备、制冷设备、供配电系统和照明等。对于数据中心内的 IT 和电气设备而言，高温和高湿度是不理想的条件。大多数 IT 设备在工作过程中会产生热量，而过热和过湿会损害设备，导致它们发生故障并停止工作，损坏的设备又可能导致火灾和其他安全问题。因此需要为数据中心配备足够的冷却能力，保障设备的正常运行。根据《绿色高能效数据中心散热冷却技术研究现状及发展趋势》，我国数据中心约有 45% 的能耗用于 IT 设备，43% 用于散热冷却设备。

图 5：数据中心各环节能耗占比



数据来源：陈心拓等《绿色高能效数据中心散热冷却技术研究现状及发展趋势》，东方证券研究所

数据中心的常规冷却方式包括风冷、水冷、液冷等。

- 风冷：早期的数据中心普遍采用风冷型空调系统，该系统采用制冷剂冷媒作为传热介质，空气通过室内机组内蒸发盘管制冷降温后，在室内进行空气循环。制冷剂一般为氟利昂，单机制冷量为 10-120kW。
- 水冷：随着数据中心对冷却效果的要求不断提升，水冷技术逐步被应用其中。水冷型系统主要由室内机、换热器、冷却塔、膨胀水箱、循环水泵、内外间连接水管等组成。制冷剂吸热后，热量先通过水冷冷凝器传递给冷却水，再通过冷却塔排放到大气中。
- 液冷：水冷实际是液冷的一种，除了以水作为传热介质外，为了提高换热效率，满足数据中心高功率、高密部署、低 PUE 的使用需求，液冷还会采用比热容更大的传热介质，如乙二醇水溶液、矿物油、氟化液等。标况下空气的定压比热容为 1.004kJ/(kg·k)，水的比热容为 4.2 kJ/(kg·k)，用于阿里浸没式液冷的氟化液比热容和汽化潜热分别为 1110 kJ/(kg·k) 和 88kJ/kg。液体的比热容远高于气体，散热效率实现极大提升。

表 2：液冷与风冷的差异

差异点	风冷	液冷
换热介质	空气	液体

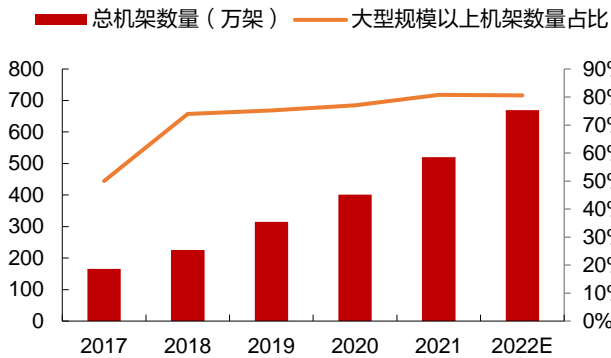


驱动部件	风扇	移除或部分移除风扇
散热能力	一般	效果好，冷却液的比热容是空气的 1000 倍，散热能力远大于空气
节能降耗	PUE 值 2.2 以内	PUE 值 1.2 以内
噪音	噪音高	移除部分风扇，噪音低
建设成本	机柜只能低密布局，机柜占用机房面积较大，需传统精密空调和冷热通道设计	可带来机柜高密布局设计，减少机房占用面积，低 PUE 意味着电源、配电和备份基础设施的规模减小
选址	对环境气候、电力因素考虑要求较高	不受空气质量与气候影响，不受能源政策限制，全国各地均可部署

数据来源：锐捷网络，东方证券研究所

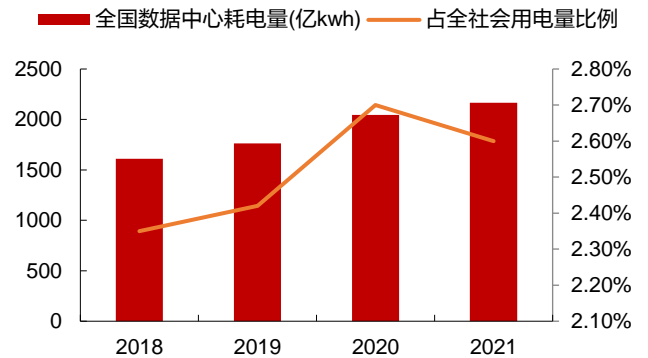
**数据中心数量增加&大型机架占比提升，总耗电量不断上升，增加能耗担忧。**根据信通院数据，2017-2021 年，数据中心机架数量从 166 万架增至 520 万架，年均复合增速超 30%，大型规模以上机架数量从 83 万架增至 420 万架，总占比提升至 80.8%。据信通院测算，2022 年全国机架规模将持续增长，大型以上机架数量将增至 540 万架。能耗方面，2017-2020 年，我国信息通信领域规模以上数据中心年耗电量年均增长 28%，2021 年全国数据中心耗电量达 2166 亿度，约占全国总耗电量的 2.6%，碳排放量达 1.35 亿吨，占全国二氧化碳排放量的 1.14% 左右。据信通院测算，2030 年我国数据中心耗电量将超过 3800 亿度。

图 6：数据中心机架数量



数据来源：信通院，东方证券研究所  
注：按照标准机架 2.5kW 统计

图 7：中国数据中心耗电量及占比



数据来源：能源与投资，UPS 应用，盘古智库，生态环境部，东方证券研究所

**双碳背景下，我国对数据中心 PUE 的要求日趋严格，节能降耗势在必行。**对于新建的数据中心，2017 年，《“十三五”节能减排综合工作方案》提出，新建大型云计算数据中心 PUE 值低于 1.5。2021 年 12 月，国家发改委四部门发布新政提出，到 2025 年，全国新建大型、超大型数据中心平均 PUE 值降至 1.3 以下，国家枢纽节点还将进一步降至 1.25 以下。另外，我国还将对已有高能耗数据中心进行改造，2021 年，国家提出将对 PUE 值超过 1.5 的数据中心进行改造。

**数字经济时代，算力网络的建设以及以 ChatGPT 为代表的 AIGC 类应用的爆发，使得高算力需求激增，算力基础设施能耗节节攀升。**根据国家政策要求，在算力枢纽 8 大节点中，东部地区大

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

型及以上数据中心 PUE 需要降低到 1.25 以下，西部气候适宜地区大型及以上的数据中心 PUE 需要降低到 1.2 以下，且要求制冷系统采取新的解决方案。

表 3：国家对数据中心 PUE 要求日趋严格

时间	政策名称	主要内容
2017.1	《“十三五”节能减排综合工作方案》	新建大型云计算数据中心 PUE 低于 1.5
2019.2	《关于加强绿色数据中心建设的指导意见》	到 2022 年，新建大型、超大型数据中心 PUE 达 1.4 以下；既有大型、超大型数据中心电能使用效率值不高于 1.8
2021.7	《新型数据中心发展三年行动计划（2021-2023 年）》	到 2021 年底，新建大型及以上数据中心 PUE 降至 1.35；到 2023 年底，新建大型及以上数据中心 PUE 降至 1.3 以下，严寒和寒冷地区力争降至 1.25 以下
2021.10	《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 PUE 普遍不超过 1.5
2021.12	《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，全国新建大型、超大型数据中心平均 PUE 降至 1.3 以下，国家枢纽节点进一步降至 1.25 以下；对 PUE 超过 1.5 的数据中心进行改造
2022.8	《信息通信行业绿色低碳发展行动计划（2022-2025 年）》	到 2025 年，全国新建大型、超大型数据中心 PUE 降至 1.3 以下

数据来源：政府网站，东方证券研究所

**PUE 指电源利用效率，为数据中心内所有用电设备总耗能与 IT 设备耗能之比。影响 PUE 受诸多因素影响，包括数据中心等级、功率密度、数据中心所处的气候环境、运维管理水平等等。**

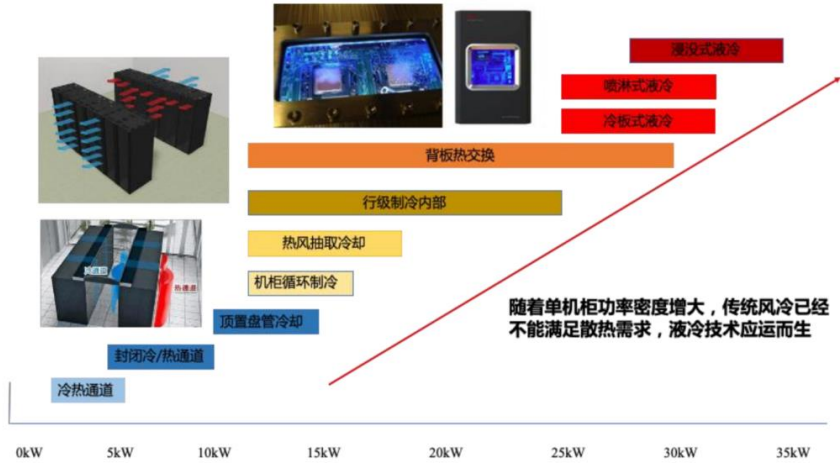
**（1）数据中心等级：**根据 GB50174-2017《数据中心设计规范》，数据中心划分为 A、B、C 三级，依据使用性质、数据丢失或网络中断在经济或社会上造成的损失或影响程度确定所属级别。等级越高的数据中心，各类设备的冗余程度越高，最高达 2N，即对应设备能耗的增加。其中 A 级数据中心包括但不限于金融行业、国家级信息中心、电力调度中心、通信、网上支付等行业的数据中心和重要的控制室。算力网络的建设加速了传输、调度用数据中心的建设，多属于 A 级数据中心。

**（2）功率密度：**近年来，为应对电力需求和维护成本的上升，提高数据中心运营效率，一个重要趋势是提高功率密度，同时数据中心单位空间产生热量的瓦数也在不断上升，造成了散热问题。根据 Uptime Institute《2020 全球数据中心调查报告》，2020 年全球 71% 的数据中心平均功率密度低于 10kW/机架，相比于 2017 年的 5.6kW/机架、2011 年的 2.4Kw/机架增长显著。其中，平均功率密度高于 20kW/机架的数据中心约占 16%。根据科智咨询，目前中国数据中心的平均功率密度为 8-10kW/机架。

此外，为了满足高算力负载需求，通过单机架叠加多核处理器提高计算密度，也导致了 IT 硬件的处理器功耗显著增加，单机架功率密度越来越高。比如，从当前占据全球服务器 CPU 主要市场的

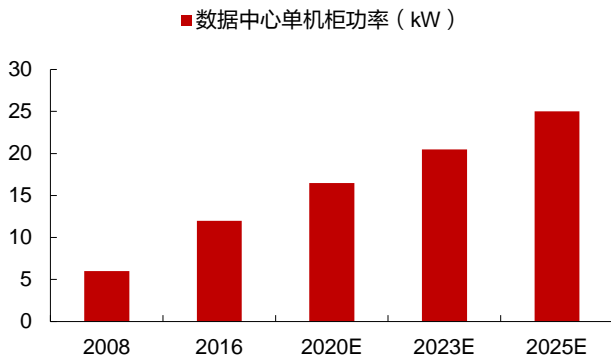
英特尔架构处理器看，英特尔至强可扩展处理器 TDP（热设计功耗）从 2019 年的 205W 上升到现在的 270W，在 2023 年将达到 350W，提升近一倍。

图 8：单机柜密度增大，风冷技术已不能满足散热需求



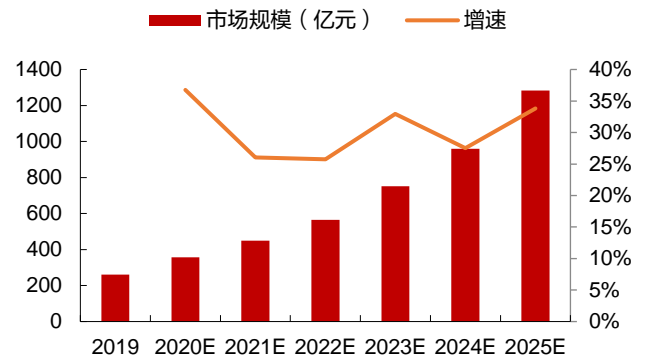
数据来源：赛迪顾问，东方证券研究所

图 9：2008 年以来全球数据中心单机柜功率变化情况及预测



数据来源：Colocation America，赛迪顾问，东方证券研究所

图 10：中国液冷数据中心市场规模预测



数据来源：赛迪顾问测算，东方证券研究所

## 2.2 储能领域：液冷方案成为主流趋势

温度对电化学储能系统的容量、安全性、寿命等性能都有影响，因此需要对储能系统进行热管理。储能系统是一个由大量电池、PCS、BMS、EMS、温控、消防等子系统组成的复杂系统，其中电池是系统的核心部件。温度对储能系统的影响体现在两个方面：（1）温度对单个电芯的性能有影响，过高或过低的温度将影响电芯正常使用；（2）温度对电池系统的性能有影响，多个电芯之间温度的差异会影响系统一致性，一致性问题将影响系统的安全、效率和寿命。

图 11：储能电站系统



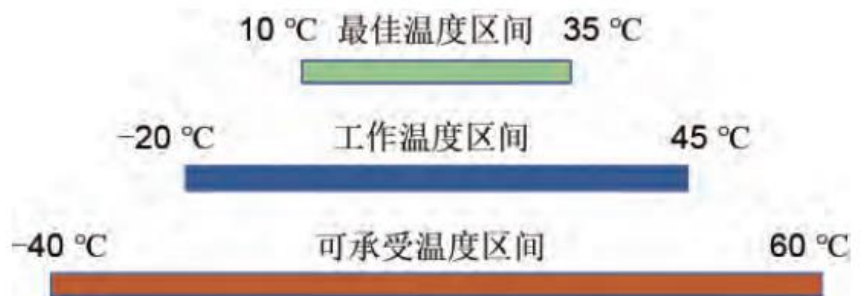
数据来源：朱信龙等《集装箱储能系统热管理系统的现状及发展》，东方证券研究所

**温度对电芯性能的影响体现在：**

- (1) **容量：**高温会导致电池内阻增加，活性锂离子流失。若长期处于高温状态，电池容量会大幅偏离标称容量。温度越高，锂离子电池的容量衰减越快。而低温环境下，电解质的传输性能大幅降低，也会导致锂电池容量降低，磷酸铁锂电池的容量保持率在 0 °C 下为 60%~70%，而在 -20 °C 时则降低到 20%~40%。
- (2) **寿命：**温度变化导致电池内阻、电压变化，影响电池寿命。研究发现，温度每升高 1 °C，电池寿命则减少约 60 d。
- (3) **热稳定性：**高温会导致电池内部材料发生分解反应，影响电池安全稳定运行。高温环境下，SEI 膜可能发生分解，进而导致锂离子通道闭塞、正负极接触短路、产生大量热。同时会伴随产生大量气体，导致电池鼓包、破裂等热失控现象。而低温环境下，电池负极可能出现锂枝晶，甚至刺穿 SEI 膜，影响电池安全。

目前普遍认为锂电池的最佳工作温度区间为 10-35°C。

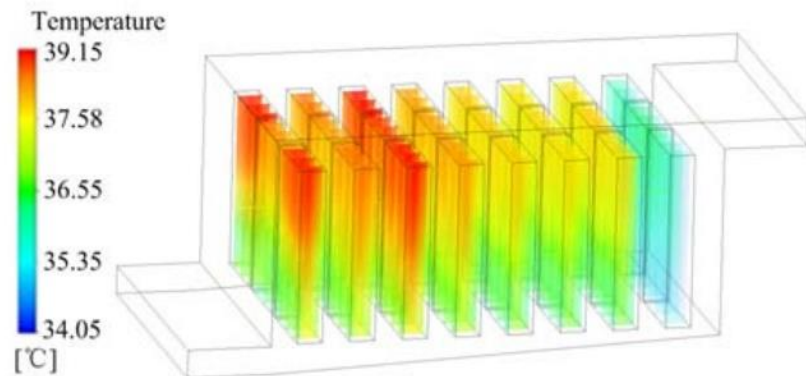
**图 12：锂电池工作的各种温度区间**



数据来源：朱信龙等《集装箱储能系统热管理系统的现状及发展》，东方证券研究所

温度对电池系统的影响体现在电芯的一致性上。在电池运行中，各个电芯的充放电状态的差异、内阻差异、电流波动等因素，都会造成多次循环后，单体电池的老化状态差异，进而造成单体电池间性能的差异。研究表明模块间的温度梯度减少了整体电池组的容量和寿命，因此需要保持电池组内各单体电池之间的温度均匀性。为了保持电池中单体电池的一致性，要求电芯之间温差不超过 5℃。

图 13：1.5C 放电倍率下风冷系统电池组温度分布图

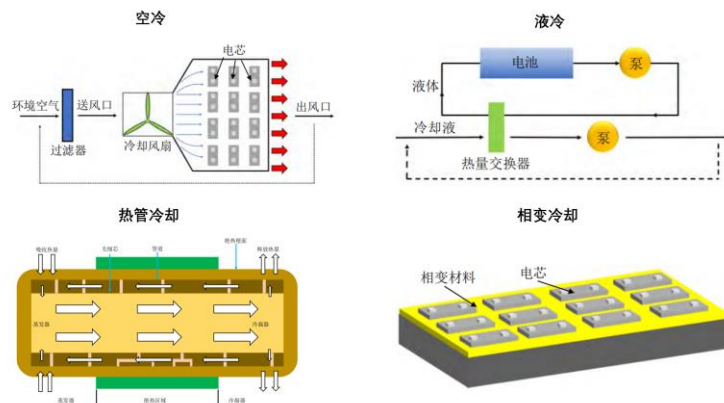


数据来源：吕超等《储能锂离子电池包强制风冷系统热仿真分析与优化》，东方证券研究所

储能系统应用的热管理方案有四种：空冷、液冷、热管冷却和相变冷却。目前只有风冷和液冷进入大规模应用，热管冷却和相变冷却依然处于实验室阶段。

- (1) 空冷：以空气为介质，具有结构简单、易维护的特点。但空气比热容低、导热系数低，适合冷却效率需求较低的场景。
- (2) 液冷：以液体为冷却介质，常用的液冷介质有水、乙二醇水溶液、纯乙二醇、空调制冷剂和硅油等。冷却介质的换热系数高、比热容大、冷却速度快，冷却效果好，结构紧凑。
- (3) 热管冷却：依靠封闭管壳内工质相变来实现换热的高效换热元件。热管具有高导热、等温、热流方向可逆、热流密度可变、恒温等优点。
- (4) 相变冷却：利用相变材料发生相变来吸热。选择比热容大、传热系数高的材料，冷却效果好。但相变材料本身不具有散热能力，需要与其他散热方式配合。

图 14：4 种储能热管理方案





数据来源：朱信龙等《集装箱储能系统热管理系统的现状及发展》，东方证券研究所

**表 4：典型储能热管理技术的特点**

项目	空冷	液冷	热管冷却		相变冷却
	强迫	主动	冷端空冷	冷端液冷	相变材料+导热材料
散热效率	中	高	较高	高	高
散热速度	中	较高	高	高	较高
温降	中	较高	较高	高	高
温差	较高	低	低	低	低
复杂度	中	较高	中	较高	中
寿命	长	中	长	长	长
成本	低	较高	较高	高	较高

数据来源：钟国彬等《大容量锂离子电池储能系统的热管理技术现状分析》，东方证券研究所

**液冷方案逐渐发展成为增量储能场景下的主流方案。**

**从供给端看，液冷方案具有技术成熟度高、冷却效果好、对系统的性能有积极影响等优势。**

- (1) **安全性：**液冷方案散热效率高、防护等级高，可以应对更复杂的工作环境，减少热失控的可能，提高系统运行安全性。有数据表明，液体散热能力是同体积空气的 3000 倍，导热能力是空气的 25 倍。且液冷系统箱体防护等级更高，可以应对更恶劣的使用环境。
- (2) **经济性：**达到同样的控制效果，液冷方案能耗更低，可以降低运营投入，提高全寿命周期经济性。为了达到相同的电池平均温度，风冷需要比液冷高 2-3 倍的能耗。相同功耗下电池包的最高温度，风冷比液冷要高 3-5 摄氏度，液冷系统相比风冷系统节能最大可达 50% 左右。
- (3) **集成度高：**由于液冷方案冷却效果更好，在集装箱内储能系统的集成度更高。以科华数据 S<sup>3</sup>液冷储能系统为例，传统风冷的 40 尺集装箱容量 3.44MWh，而同样 40 尺集装箱的液冷方案容量可达 6.88 MWh。同等容量的储能电站，采用液冷电池系统节省占地面积 40% 以上。

**从需求端看，储能系统更大容量、更多场景的发展方向，对热管理的要求越来越高，液冷方案的性能与之更匹配。**

- (1) **储能电站规模越来越大。**随着电力系统中新能源占比提升，对储能等调峰资源的需求日益凸显，而大容量储能电站的调度性能优于小容量电站，因此，规模化的储能电站呈现大容量趋势。目前独立式储能项目单体规模正在快速突破百 MWh，朝着 GWh 迈进。2022 年有 4 个 200MW/400MWh 的单体电站投运。截至 2022 年 9 月，已经规划启动的、规模在 500MWh 以上的储能项目已经多达 30 个，总规模合计 12.2GW/33GWh。大容量电站通常使用大容量电芯，随着电芯的体积和容量增大，电芯自身的散热性能变差，因此对系统的热管理能力要求会越来越高。



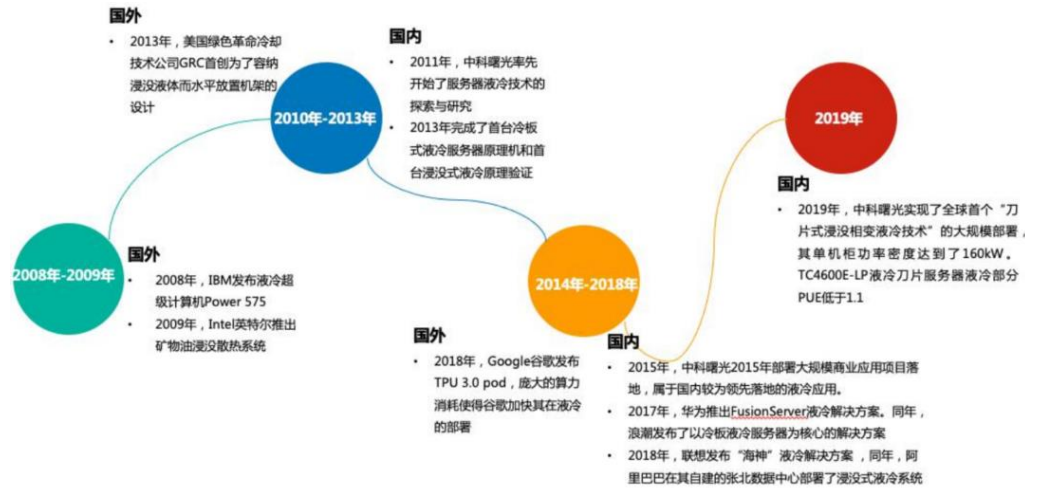
- (2) **储能电站应用场景更加多元。**根据不同储能时长的需求，储能的应用场景可以分为容量型（≥4 小时）、能量型（约 1~2 小时）、功率型（≤30 分钟）和备用型（≥15 分钟）四类。容量型和能量型场景下，储能应用于削峰填谷、离网储能、紧急备用等功能，呈现出大容量趋势，单个项目的产热量提升，对热管理的要求提高。功率型场景下，要求储能系统可以瞬时吸收或释放能量，提供快速的功率支撑，快速充放电对电池的温度调节要求更高，热管理的重要性凸显。

### 三、液冷方案应用现状

#### 3.1 数据中心液冷：电信运营商发布“三年愿景”，2025 年液冷数据中心占比有望达 50%

**数据中心液冷领域，海外厂商先行，中国厂商后发制人。**早在上世纪 70 年代，IBM 公司便研发出世界首款冷冻水冷却计算机 System 360，开创了液冷计算机先河。而后在 2008-2009 年，IBM 和英特尔先后推出了液冷超级计算机 Power 575 和矿物油浸没散热系统。国内厂商则以中科曙光率先开始，2011 年中科曙光着手研究服务器液冷技术，并于 2013 年完成了首台冷板式液冷服务器原理机和首台浸没式液冷原理验证。此后，华为、浪潮、联想、阿里等国内厂商陆续发布液冷服务器、液冷系统或解决方案。随着中科曙光、华为、浪潮、联想和阿里等在液冷领域的探索，中国液冷技术发展迅速，并且在液冷的规模应用上积累了更为先进的经验。

图 15：国内外液冷发展大事记



数据来源：赛迪顾问，东方证券研究所

**曙光自研浸没相变液冷系统应用于“东数西算”枢纽节点，PUE 最低可降至 1.04。**中科曙光依托浸没相变液冷技术，推出标准化解决方案，该方案可使 CPU 等主要芯片运行温度下降 10 摄氏度左右，额外带来 10-30% 的应用性能提升，同时，浸没相变系统通过减小部件和元器件所负载的温度变化幅度，极大提升了数据中心运行的稳定可靠性，实现全年自然冷却，风扇风机能耗降低接近 100%，总能耗降低约 30%，高密度部署为机房节省 85% 左右的空间。截至 2022 年 4 月，曙光已将这项技术应用于全国二十多个城市，覆盖科研、金融、教育、医疗、人工智能等多个行业。其中，该技术已应用于“东数西算”成渝枢纽节点内的西部（重庆）科学城先进数据中心中。

2020年，全球规模最大的全浸没式液冷数据中心——阿里仁和数据中心投入运营。浸没式液冷的使用大大降低了冷却能耗，该数据中心 PUE 只有 1.09，一年可以节省上千万度电。阿里云除在自身数据中心对浸没式液冷进行规模化部署外，也已开启对外商业化输出的脚步。在第十六届中国 IDC 产业年度大典上，阿里云发布了阿里云磐久液冷系列产品，其中磐久液冷一体机 Immersion DC 1000，是可以在“全球任何气象区域部署，并且实现 PUE1.09 左右的一体化解决方案”。

图 16：曙光浸没式相变液冷系统



数据来源：中科曙光，东方证券研究所

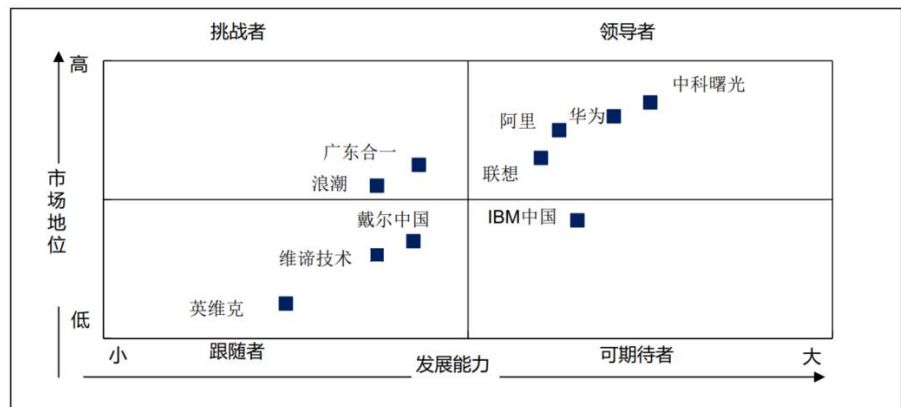
图 17：阿里云磐久液冷一体机



数据来源：阿里云，东方证券研究所

赛迪顾问通过对国内主要液冷数据中心厂商在 2020 年液冷数据中心产品营收、类型、销量、市占率、客户反馈等市场地位维度，以及技术专利、标准制定、创新人才、潜在客户等发展能力维度的综合考虑，得到如下竞争力矩阵图。

图 18：2020 年中国液冷数据中心厂商竞争力矩阵图



数据来源：赛迪顾问，东方证券研究所

赛迪顾问调研结果显示，2019 年液冷数据中心主要应用在以超算为代表的的应用当中，并预计互联网、金融、电信行业对数据中心液冷的需求量将会持续加大。

电信运营商发布液冷白皮书，率先发力液冷。6 月 5 日，在第 31 届中国国际信息通信展览会“算力创新发展高峰论坛”上，三大运营商联合液冷产业链相关企业发布了《电信运营商液冷技术白皮书》。《白皮书》提出三年发展愿景：1）三大运营商将于 2023 年开展技术验证；2）2024 年开展规模测试，新建数据中心项目 10% 规模试点应用液冷技术，推进产业生态成熟，降低全生命周期成本；3）2025 年开展规模应用，50% 以上数据中心项目应用液冷技术，共同推进形成标准

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

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 19：2019-2025 年中国液冷数据中心行业应用结构预测



数据来源：赛迪顾问，东方证券研究所

### 3.2 储能液冷：2025 年渗透率有望达到 45%左右

国内主流厂家纷纷推出液冷方案，印证液冷景气度。在存量储能项目中，以风冷方案占比更高，主要因为风冷的设计简单、成本低。但随着储能系统规模和能量密度提高，液冷技术的优势凸显。据高工储能梳理，目前宁德时代、比亚迪、远景能源、阳光电源、海博思创、正泰新能源、科陆电子等企业均已推出液冷产品。

表 5：各公司推出的液冷产品

公司	产品型号	上市时间
宁德时代	EnerOne	2020
比亚迪	BYD Cube	2020.8
蜂巢能源	钜-一体化液冷储能系统	2021.4
海博思创	海博思创	2021.4
科陆电子	E30	2021.5
正泰	TELOGY 泰集驼峰 1500V 液冷储能系统	2021.6
远景能源	智慧液冷储能产品	2021.1
科华技术	科华 S3 液冷储能系统	2022.5
阳光电源	PowerTitan\PowerStack	2022.5
金盘科技	35kV 高压级联储能系统设备	2022.7
科陆电子	Aqua 系列液冷产品	2023.4
中天科技	MUSE1.0	2022.6
奇点能源	分布式模块化液冷储能柜集成产品	2022.9
南都电源	CenterL 液冷储能系统	2022.9

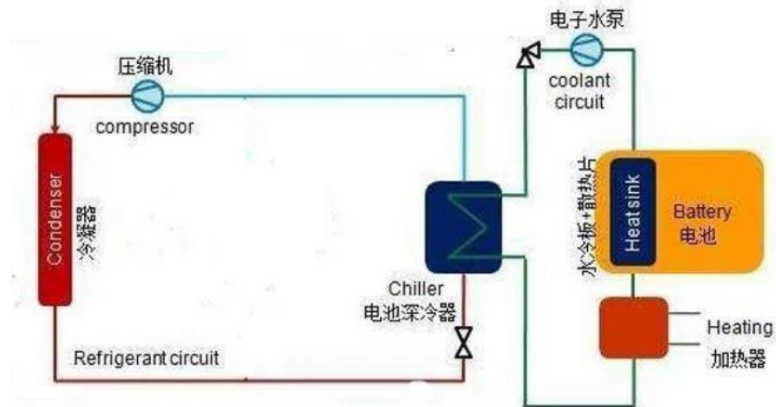
有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

天合储能	万次循环液冷系统 TrinaStorage Elementa	2022.11
双登集团	PowerBank 新型液冷储能系统	2022
采日能源	Serlattice 液冷储能系统	2022.6

数据来源：公司官网，东方证券研究所

储能液冷系统基本组成包括：液冷板，液冷机组（加热器选配），液冷管路（包括温度传感器、阀门），高低压线束；冷却液（乙二醇水溶液）等。根据冷却液与电池的接触方式，分为两种方案：一种是直接接触，电池单体或者模块沉浸在液体（如电绝缘的硅油）中，让液体直接冷却电池；另一种是在电池间设置冷却通道或者冷板，让液体间接冷却电池。

图 20：储能液冷系统示意图



数据来源：中国储能网，东方证券研究所

**储能液冷系统具有安全、高效、灵活的特性。**以科华数能 S<sup>3</sup>液冷储能系统为例：（1）安全：系统采用 IP67 防护+防凝露+结构抗震+六维限位设计，每一个 pack 内置全氟己酮柔性管+消防反馈检测，系统层面采用三级防爆+三级消防的设计思路，实现三重绝缘监测与保障。（2）高效：在液冷储能系统中使用簇级控制器。通过簇级管理器对电流智能控制，实现电池簇单元主动均衡、智能投切和毫秒级告警响应。经实验证明，在簇级控制器的均衡效果下，全生命周期充放电容量提升 6%以上。同时，在簇级控制器的投切功能下，实现电池簇的智能均衡控制，系统年可利用率>99%。结合智能温控均衡控制技术，液冷 pack “同程” 专利设计，系统散热“双循环”，液冷管道多级分布，使得集装箱系统内部温差一致不超过 5℃，任一 pack 之间温差不超过 3℃，在智能温控均衡控制技术下，有效抑制热失控发生概率，系统寿命提升 13%。（3）灵活：液冷储能系统功率密度提升 100%，40 尺容量可达 6.88 MWh。以配置 10MW/20MWh 的储能系统布局为例，采用液冷电池系统节省占地面积 40%以上。采用预制模块化设计，初始投资成本降低 2%以上。

图 21：科华 S<sup>3</sup>液冷储能系统



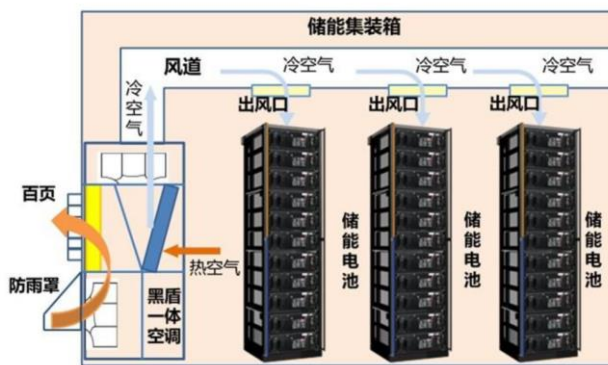


数据来源：科华数据，东方证券研究所

对比风冷与液冷方案，温控设备成本液冷 0.09 元/wh，风冷 0.025 元/wh。综合成本液冷有望降低。

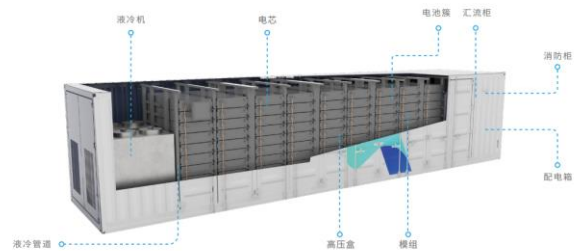
- (1) 风冷：传统 40 尺储能集装箱，容量 3.5MWh，一般使用 4 台 12.5kw 的空调系统。单台空调报价约 2.2 万元，测算得一个集装箱系统温控价格 8.8 万元，对应单价 0.025 元/wh，每 GWh 价值量 2500 万元。
- (2) 液冷：40 尺集装箱，容量 5-6MWh，需要使用 2 台 40kw 的液冷系统。单台价格约 27 万元，一个集装箱温控价格 54 万元，对应单价 0.09 元/wh，每 GWh 价值量 9000 万元。但考虑到液冷系统集成密度高，同等容量占用的土地面积更小，土建成本降低，同等容量使用的连接件等辅助材料更少，系统综合成本降低。

图 22：风冷储能系统



数据来源：黑盾，东方证券研究所

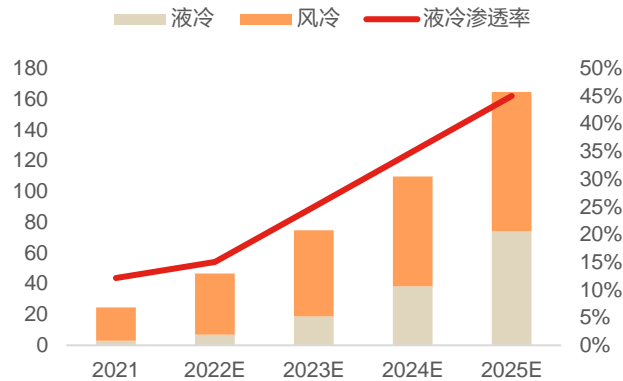
图 23：液冷储能系统



数据来源：采日能源，东方证券研究所

根据 GGII 测算，2021 年储能温控行业价值量在 24 亿元左右（包括出口海外），2025 年预计达到近 165 亿元。其中，2025 年液冷市场占比达到 45%左右。

图 24：储能温控市场空间（亿元）



数据来源：GGII，东方证券研究所

储能液冷温控方案供应商主要来自数据中心温控、工业温控和汽车温控厂家。竞争的关键在于非标产品的设计化能力，因为不同储能集成商的产品设计方案不同，液冷温控需要与电池 pack 布局、液冷管道设计等联合开发，与电池一同集成，因此需要进行高度定制化的设计。

表 6：储能液冷温控主要供应商

原行业	公司	主要客户
数据中心温控	英维克	宁德时代、比亚迪、南都、科陆、平高集团、阳光电源、海博思创以及国外相关主流系统集成商和电池厂商。
	申菱环境	国家电网等。
工业温控	同飞股份	公司 2020 年开始布局储能温控业务，拓展客户阳光电源、科陆电子、南都电源、天合储能等。
	高澜股份	主要客户为分布式电池集装箱集成厂家与电池厂家，目前已与宁德时代等展开合作。
车用热管理	松芝股份	宁德时代、远景能源等。
	奥特佳	子公司空调国际储能相关产品 2020 年开始向宁德时代等供货。

数据来源：GGII，东方证券研究所

## 四、投资建议

建议关注布局液冷技术的相关厂商：

- 1) 温控液冷厂商：英维克、曙光数创、佳力图、申菱环境、同飞股份、高澜股份；
- 2) 布局液冷的 IDC 厂商：网宿科技、科华数据、润泽科技。

### 4.1 英维克

公司是国内最早涉足电化学储能系统温控的厂商，也是众多国内储能系统提供商的主力温控产品供应商。公司在 2020 年推出系列的水冷机组并开始批量应用于国内外各种储能应用场景。2022 年 11 月 3 日，公司发布 BattCool 储能全链条液冷解决方案 2.0 从整体方案、全链条、全方位、全

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。



场景、多维度升级了系统性能和运维效率，进一步丰富了产品环节，提升了竞争优势。公司借助在储能行业的品牌优势和客户基础，持续地积极拓展国内外客户并取得显著成效。2022 年公司来自储能应用的营业收入约 8.5 亿元，同比+150%左右。

图 25：英维克 BattCool 储能全链条液冷解决方案 2.0

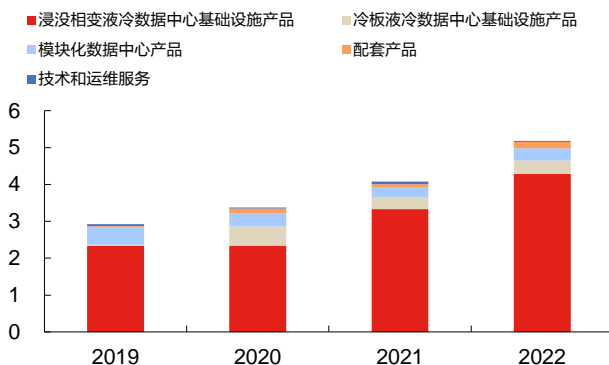


数据来源：英维克，东方证券研究所

## 4.2 曙光数创

曙光数创在液冷领域有着超过 10 年的技术积累，先后推出了冷板液冷基础设施产品和浸没相变基础设施产品，在行业占据领先地位，参与建设的液冷数据中心规模累计超过 200MW。2022 年，公司主力产品浸没式相变液冷 C8000 实现营收 4.29 亿元，增速持续维持在近 30%水平，收入占比保持在 80%以上。曙光数创是中科曙光控股子公司，中科曙光在全国布局多个智算、先进计算中心，并建设运营 50 多个云计算数据中心。公司凭借技术产品优势以及股东中科曙光的算力优势，卡位数据中心液冷行业，取得不俗成绩。2018-2022 年，公司营收 CAGR 达 34%，归母净利润 CAGR 达 85%。

图 26：曙光数创营收结构（亿元）



数据来源：wind，东方证券研究所

图 27：曙光数创全浸式液冷服务器，PUE 可低至 1.01-1.02



数据来源：公司官网，东方证券研究所

## 4.3 佳力图

公司自 2003 年成立以来一直专注于数据机房等精密环境控制技术的研发。公司主要产品为精密空调设备、机房环境一体化产品，可应用于数据中心机房、通信基站以及其他恒温恒湿等精密环境。

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责声明。

公司产品服务于中国电信、中国联通、中国移动、华为等知名企业。2021年3月，公司投入建设南京楷德悠云数据中心项目，至2022年底该项目已进入试运行状态。该项目设计PUE值为1.25，建成后将成为佳力图绿色节能数据中心示范项目。2021年中国联通南京分公司、北京民商科惠科技有限公司已就该项目与楷德悠云签订了合作协议。2022年公司实现营收6.25亿元，同比减少6.33%，其中精密空调业务收入3.62亿元，机房一体化业务收入2.24亿元。

图 28：佳力图冷水机组产品系列



数据来源：公司官网，东方证券研究所

#### 4.4 申菱环境

基于公司在工业制冷和数据中心温控领域的经验，融合工业风冷冷水机原理、数据中心液冷技术、数据中心精密空调全变频精密控制和全工况制冷技术等，公司开发了SCY系列储能液冷产品。制冷散热单元为风冷变频直膨制冷系统；水力模块的冷却液依靠泵的驱动将锂电池的热量带出，冷却液在板式蒸发器与制冷剂循环换热；水力模块还集成补水稳压、排气排液、温度与压力监控、液体加热、液体过滤等功能。可以实现比风冷方式节能25%以上，占地面积减少50%以上，电池寿命延长20%以上。电池簇内部电芯温差<3℃，设计寿命10年以上，可24小时不间断运行。

图 29：申菱环境储能温控产品



数据来源：公司官网，东方证券研究所

#### 4.5 同飞股份

公司凭借多年的技术积累，已具备较强的研发实力和较大的产能规模，为储能领域客户匹配了相关液冷和空冷产品，未来将通过精准控温、高可靠性、高安全性、温度均匀性等综合优势进一步拓展储能温控产品市场。2022 年公司储能温控领域的营业收入约为 1.58 亿元。

得益于公司在数控装备、电力电子行业积累的液冷温控优势，迅速拓展储能温控场景。公司在电力电子温控领域的客户思源电气、新风光等，也有望成为公司储能领域的客户。

表 7：同飞股份储能热管理在研项目（截至 2022 年年报）

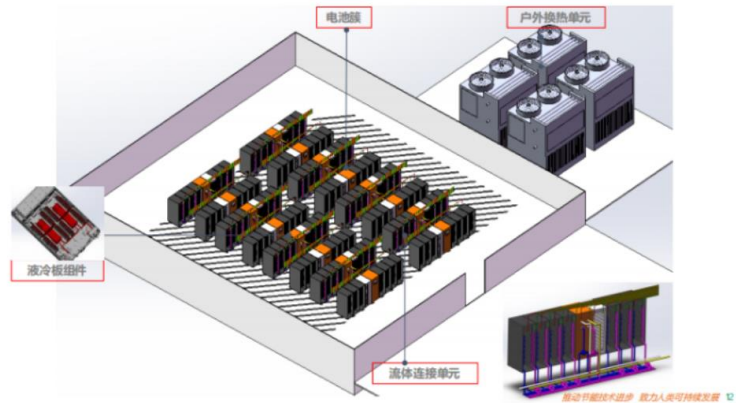
主要研发项目名称	项目目的	项目进展	拟达到的目标	预计对公司未来发展的影响
锂电池储能系统热管理技术方案及控制策略研究	为锂电池储能系统热管理技术而设计开发	本项目经项目组验证，达到成果转化条件，实现储能液冷、空冷控制新技术的成果转化	制冷量 80kW,适应环境温度 -40℃~55℃，温度控制范围 15℃~25℃	促进储能热管理产品的技术升级及市场拓展。
电化学储能电池液体温控系统的研发	满足电化学储能行业温控需求，开发以氟化液为介质的新型电化学储能液冷机组	本项目经项目组验证，达到成果转化条件，实现新型电化学储能液冷机组的成果转化	15℃液温样机制冷量 5kW，液温控制精度 ± 1℃	促进新能源储能液冷技术提高，紧跟国家发展战略，开发市场新领域需求。
分布式储能专用温控单元的研发	研发分布式储能系统的安全稳定运行提供关键的温控单元	本项目经项目组验证，达到成果转化条件，实现分布式储能温控单元新产品的成果转化	样机制冷量 7.5kW，能效比 ≥ 2	促进公司在分布式储能温控领域的市场拓展
集装箱内置储能液冷热管理系统的研发	针对集装箱电池储能系统高热流密度和节能需求的特点，开发液冷散热的解决方案	本项目已进入产品开发阶段	样机制冷量 40kW，能效比 ≥ 2.6	促进电池储能液冷技术提升，增强公司产品竞争力
浸没式储能液冷温控系统的研发	研发可兼容氟化液的液冷机组，为储能电池的浸没式冷却应用提供基础	本项目已进入产品开发阶段	样机制冷量 9kW，温差均匀度 ± 1℃	针对储能系统开发相应的浸没式冷却系统，促进储能温控技术提升
高效储能空冷系统的研发	提高储能空冷系统冷却效率	本项目已进入产品开发阶段	样机制冷量 4kW，能效比 ≥ 2.2，符合 UL60335 标准，满足 EMC 要求	提高储能空冷冷却效率，提升市场应用份额

数据来源：公司公告，东方证券研究所

## 4.6 高澜股份

公司在储能电池热管理技术方面持续投入研发，目前已有基于锂电池单柜储能液冷产品、大型储能电站液冷系统、预制舱式储能液冷产品等的技术储备和解决方案。公司具备所有的液冷系统开发能力，从一维、三维的仿真设计，到单板开发，最终具有一站式液冷系统解决方案的能力。

图 30：高澜电站式储能系统液冷方案

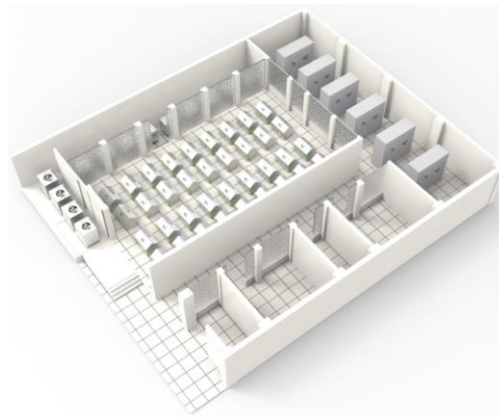


数据来源：中国储能网，东方证券研究所

## 4.7 网宿科技

公司近几年围绕互联网及政企客户数字化、智能化转型中的 IT 需求拓展业务，在 CDN、IDC 等成熟业务的基础上，向云安全与边缘计算方向革新，同时拓展私有云/混合云、MSP、数据中心液冷解决方案等协同性强的新业务。经工信部电子第五研究所评估，公司子公司绿色云图自主研发的液冷数据中心 PUE 均值低至 1.049；同样自研的 DLC 直接浸没式液冷技术已进入商用阶段，该技术已取得多项国家发明和实用新型专利。公司液冷技术适配通用的标准服务器，可以满足多种场景下的客户需求。

图 31：网宿科技子公司绿色云图液冷数据中心平面图



数据来源：绿色云图官网，东方证券研究所

## 4.8 科华数据

公司作为数据中心服务商，持续推进数据中心液冷技术的发展，全面部署冷板式液冷、浸没式液冷等技术路径的研发，完善产品矩阵。标准化方面，公司参编《零碳数据中心建设标准》《模块化数据中心通用规范》《浸没式冷却液可靠性规范》《数据中心液冷系统技术规程》等标准制定；技术创新方面，公司成功研发并在市场上推广了风-液架构的冷板式液冷 CDU、机柜式 CDU 和板式液冷微模块等液冷产品；生态合作方面，公司引进多方供应商，建立优质白名单，打通上下游产业链，提供更多液冷产品和解决方案，以满足用户对数据中心不同的业务需求，同时最大化的提升数据中心绿色化和低碳化水平。

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

图 32：科华数据液冷产品



数据来源：公司官网，东方证券研究所

## 4.9 润泽科技

润泽科技主要通过与合作运营，向头部互联网企业、云厂商提供数据中心基础设施服务。公司数据中心项目位于廊坊，2022 年公司液冷数据中心完成试运行，全年完成绿电交易总量超 3 亿千瓦时，继廊坊数据中心 A2、A5 成功入选 2021 年度国家绿色数据中心名单，A3、A6 再次成功入选 2022 年度国家绿色数据中心名单，此外 A7 入选 2022 年国家新型数据中心典型案例。润泽国际信息港 A-7 数据中心隶属于润泽国际信息港项目第三代高等级数据中心序列，总建筑面积 43563.14 平方米，其中液冷机架最低功率为 20kW，最高功率达 50kW，已于 2021 年 10 月底正式投产。A-7 数据中心部分模块创新运用了业内先进的液冷制冷技术，与传统风冷技术相比，液冷数据中心整体能效提升 22%。

## 风险提示

- **算力投资不及预期，超算中心、智算中心发展不及预期：**高算力需求对数据中心往更高密度方向发展具有催化作用，需要效率更高的散热方式，或间接加速液冷方案的落地。若相关投资或数据中心建设不及预期，可能影响液冷技术的实际普及程度。
- **液冷技术实际应用发展不及预期：**目前数据中心冷却方案仍以风冷为主，液冷以冷板式方案居多，浸没式液冷等效率更高的散热方式在技术成熟度、成本方面还有待发展。
- **相关假设影响风冷、液冷方案成本测算结果风险：**我们基于对制冷系统数量及价格的推算和假设对风冷、液冷两种技术方案的成本进行测算，不同的假设会导致测算结果的差异。



## 分析师申明

每位负责撰写本研究报告全部或部分内容的研究分析师在此作以下声明：

分析师在本报告中对所提及的证券或发行人发表的任何建议和观点均准确地反映了其个人对该证券或发行人的看法和判断；分析师薪酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来，均与其在本研究报告中所表述的具体建议或观点无任何直接或间接的关系。

## 投资评级和相关定义

报告发布日后的 12 个月内行业或公司的涨跌幅相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅为基准（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）；

### 公司投资评级的量化标准

- 买入：相对强于市场基准指数收益率 15%以上；
- 增持：相对强于市场基准指数收益率 5% ~ 15%；
- 中性：相对于市场基准指数收益率在-5% ~ +5%之间波动；
- 减持：相对弱于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级 —— 由于在报告发出之时该股票不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该股票的研究状况，未给予投资评级相关信息。

暂停评级 —— 根据监管制度及本公司相关规定，研究报告发布之时该投资对象可能与本公司存在潜在的利益冲突情形；亦或是研究报告发布当时该股票的价值和价格分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确投资评级；分析师在上述情况下暂停对该股票给予投资评级等信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该股票的投资评级、盈利预测及目标价格等信息不再有效。

### 行业投资评级的量化标准：

- 看好：相对强于市场基准指数收益率 5%以上；
- 中性：相对于市场基准指数收益率在-5% ~ +5%之间波动；
- 看淡：相对于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级：由于在报告发出之时该行业不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该行业的研究状况，未给予投资评级等相关信息。

暂停评级：由于研究报告发布当时该行业的投资价值分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确行业投资评级；分析师在上述情况下暂停对该行业给予投资评级信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该行业的投资评级信息不再有效。



## 免责声明

本证券研究报告（以下简称“本报告”）由东方证券股份有限公司（以下简称“本公司”）制作及发布。

。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。本报告的全体接收人应当采取必要措施防止本报告被转发给他人。

本报告是基于本公司认为可靠的且目前已公开的信息撰写，本公司力求但不保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为该信息是准确和完整的。同时，本公司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证券研究报告。本公司会适时更新我们的研究，但可能会因某些规定而无法做到。除了一些定期出版的证券研究报告之外，绝大多数证券研究报告是在分析师认为适当的时候不定期地发布。

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，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人作出邀请。

本报告中提及的投资价格和价值以及这些投资带来的收入可能会波动。过去的表现并不代表未来的表现，未来的回报也无法保证，投资者可能会损失本金。外汇汇率波动有可能对某些投资的价值或价格或来自这一投资的收入产生不良影响。那些涉及期货、期权及其它衍生工具的交易，因其包括重大的市场风险，因此并不适合所有投资者。

在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险，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。

本报告主要以电子版形式分发，间或也会辅以印刷品形式分发，所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面协议授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容。不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。

经本公司事先书面协议授权刊载或转发的，被授权机构承担相关刊载或者转发责任。不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

提示客户及公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告，慎重使用公众媒体刊载的证券研究报告。

---

## 东方证券研究所

地址：上海市中山南路 318 号东方国际金融广场 26 楼

电话：021-63325888

传真：021-63326786

网址：www.dfzq.com.cn

东方证券股份有限公司经相关主管机关核准具备证券投资咨询业务资格，据此开展发布证券研究报告业务。

东方证券股份有限公司及其关联机构在法律许可的范围内正在或将要与本研究报告所分析的企业发展业务关系。因此，投资者应当考虑到本公司可能存在对报告的客观性产生影响的利益冲突，不应视本证券研究报告为作出投资决策的唯一因素。