

液冷行业深度报告： 冷板式液冷放量在即，浸没式液冷可期

证券分析师王紫敬

执业证书：S0600521080005

wangzj@dwzq.com.cn

证券分析师王世杰

执业证书：S0600523080004

wangshijie@dwzq.com.cn

2025年1月26日

- **GPU机架功率不断提升，液冷成为散热必选：**2024年英伟达发布的B系列单机柜功率高达130-250kW，只有液冷可以解决散热问题。同时，未来即将推出的Rubin系列芯片，机柜功耗会持续提升至1000kW以上，必须采用浸没式液冷才能解决散热问题。未来会有多种液冷方式：1) 单相冷板；2) 两相冷板；3) 单相浸没；4) 两相浸没；5) 混合液冷等多种方案。目前英伟达已经采用单相冷板技术，正在测试两相冷板式液冷技术。
- **2025年我们预计冷板式液冷率先放量。**当前液冷渗透率依旧较低，但我们预计随着海外GB200、GB300放量，国内910C等更先进AI芯片大规模出货，冷板式液冷市场有望迎来快速增长。我们测算2028年中国冷板式液冷市场有望达到253亿元。
- **浸没式液冷有望迎来机会。**我们预计英伟达下一代Rubin系列芯片有望采用浸没式液冷。浸没式液冷中冷却液价值量占比接近60%，国际巨头3M停产叠加成本控制，国产冷却液有望迎来大机遇。我们测算2028年中国浸没式液冷市场空间有望达到729亿元。
- **投资建议：**全球AI芯片功率不断提升，机柜功率密度不断提升，液冷已经成为未来的必选项。随着海外GB200、GB300的出货量提升，国内910C即将大规模出货，冷板式液冷即将迎来放量。同时，英伟达下一代芯片Rubin有望采用浸没式液冷，国内大厂也开始试验浸没式液冷，浸没式液冷市场即将开启。
- **相关标的：**
 - 冷板式液冷：英维克、申菱环境、高澜股份、海鸥股份、淳中科技、强瑞技术等。
 - 浸没式液冷：八亿时空、润和材料、巨化股份、新宙邦、东阳光、曙光数创等。
- **风险提示：**技术发展不及预期；AI发展不及预期；市场竞争加剧。



■ 1.液冷是算力大势所趋

■ 2.冷板式液冷即将放量

■ 3.浸没式液冷即将到来

■ 4.投资建议

■ 5.风险提示

1. 液冷是算力大势所趋

- **英伟达GPU机架功率不断提升，液冷成为散热必选：**随着机架密度升至40kW以上，多种液冷技术应运而生，从而满足高热密度机柜的散热需求。2024年英伟达发布的B系列单机柜功率高达130-250kW，只有液冷可以解决散热问题。同时，未来即将推出的Rubin系列芯片，机柜功耗会持续提升至1000kW以上，必须采用浸没式液冷才能解决散热问题。

图：机架功率与对应冷却方式

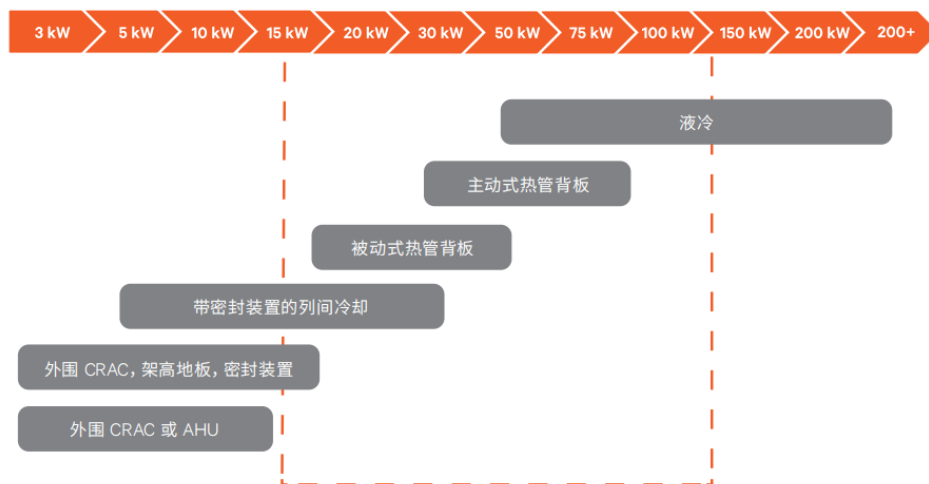
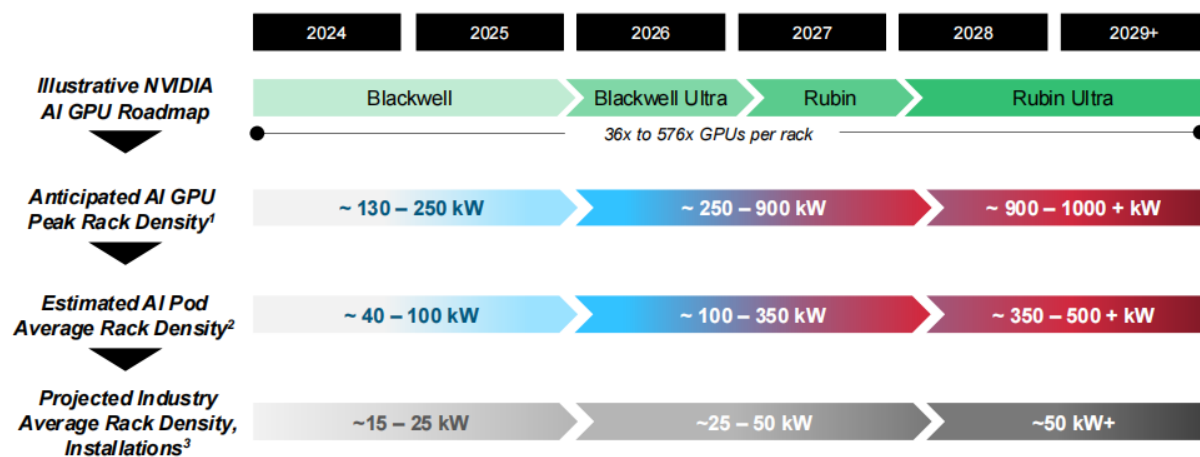


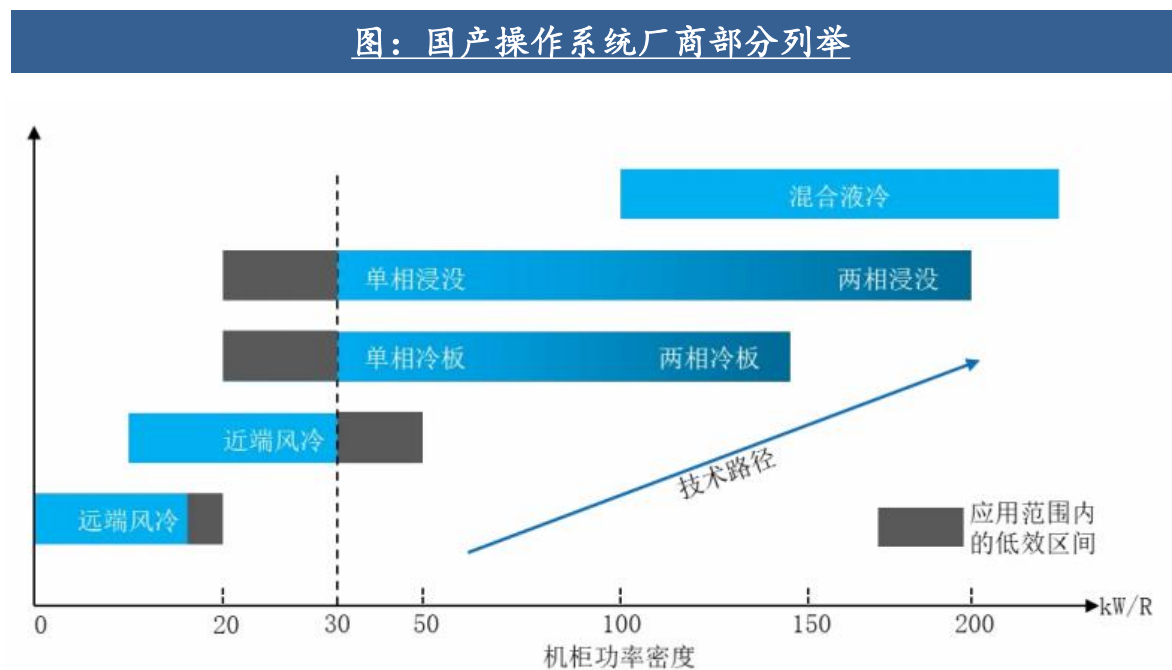
图1: 当机架密度超过20kW时, 风冷系统会失去有效性, 此时可采用液冷方法

图：英伟达芯片架构功耗



Note: Projections. Rack density varies by application. ¹ Management Estimates; ² Management Estimates, assuming an AI pod consisting of 18 racks (9 per row) including 8 GPU racks at higher peak density and 10 networking racks; ³ Management Estimates; average densities of data center rack installations across Cloud, Colocation and Enterprise/Distributed IT.

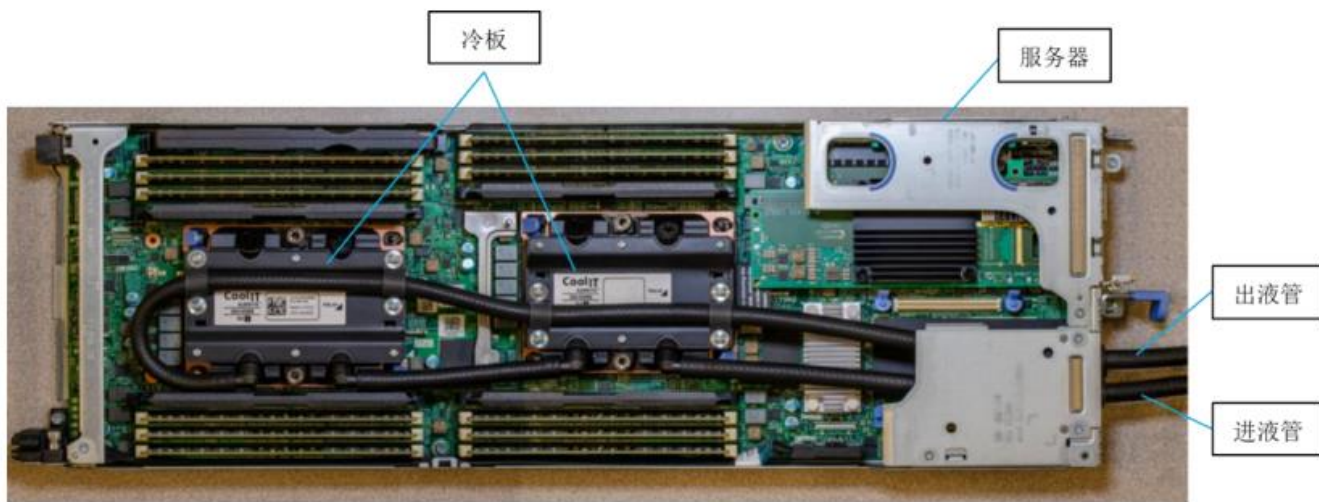
- 根据机柜功率密度不同，未来会有多种液冷方式：1) 单相冷板；2) 两相冷板；3) 单相浸没；4) 两相浸没；5) 混合液冷等多种方案。目前英伟达已经采用单相冷板技术，正在测试两相冷板式液冷技术。



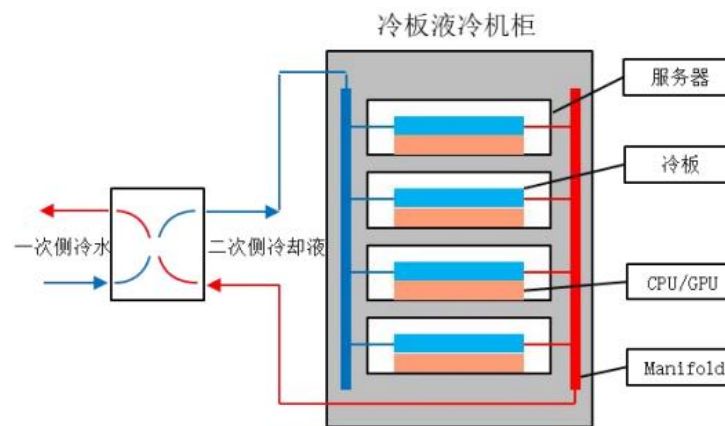
2. 冷板式液冷即将放量

- ▶ 冷板式液冷的冷却液不与 IT 发热元件直接接触，而是通过安装在发热元件（通常为 CPU/GPU 等大功耗部件）上的冷板（通常为铜铝等导热金属构成的封闭腔体）将热量带走，这种散热形式也称为非接触式液冷。

图：冷板液冷实物图

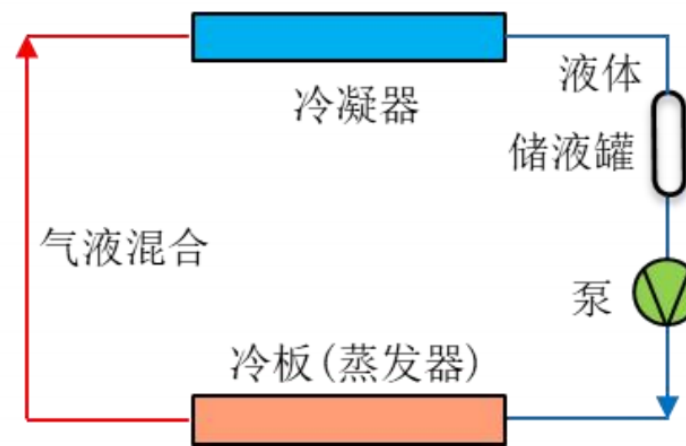


图：冷板液冷原理图



- 根据冷却液在冷板中是否发生相变，冷板式液冷可以分为以下两种类型：**单相冷板和两相冷板。**
- 两种换热类型的制冷架构基本一致，主要区别在于二次侧冷却液不同。单相冷板一般采用沸点较高的水基冷却液，换热过程不发生相变。两相冷板一般采用沸点较低的制冷剂，换热过程会发生相变。

图：冷板液冷原理图



图：泵驱两相式实物图

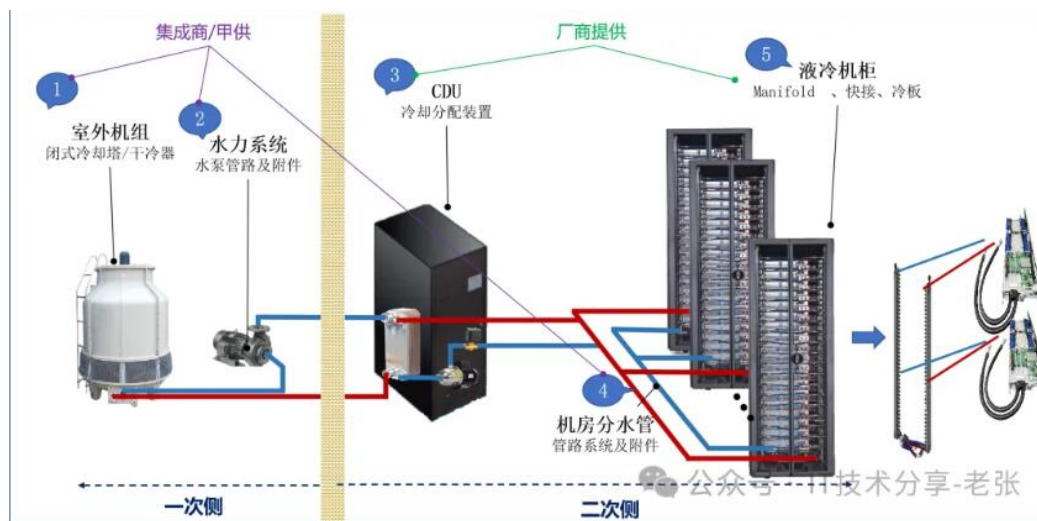


图：冷板式液冷冷却液对比

液冷形式	单相冷板			两相冷板
	去离子水	乙二醇/丙二醇水溶液	氟化液 (单相)	氟化液 (两相)
冷却液	去离子水	乙二醇/丙二醇水溶液	氟化液 (单相)	氟化液 (两相)
综合热性能	较高	中	中	高
材料兼容性	中	中	高	高
沸点	高	高	高	低
冰点	0°C	<0°C	<0°C	<0°C
电导率	高	高	极低	极低
环保问题	低	排放	PFAS,ODP,GWP	PFAS,ODP,GWP
腐蚀风险	低	低	无	无
微生物风险	中	低	无	无
毒性	无	低	无	无
维护频率	高	中	低	低
工作压力	低	低	低	高
价格	\$	\$	\$\$	\$\$\$

- 冷板式液冷主要分为一次侧和二次侧。一次侧系统：主要由室外散热单元、一次侧水泵、定压补水装置和管路等部件构成。二次侧系统：主要由CDU冷量分配单元、机房分水管路和液冷机柜（含冷板、快接头和Manifold）等部件构成。一次侧主要位于机房外，二次侧位于机房内。
- 一次侧和二次侧价值量占比约为1:3，一次侧市场格局较为分散，价值量较低。
- 相变式冷板液冷单价比非相变式冷板高20-30%。

图：冷板式液冷冷却液对比

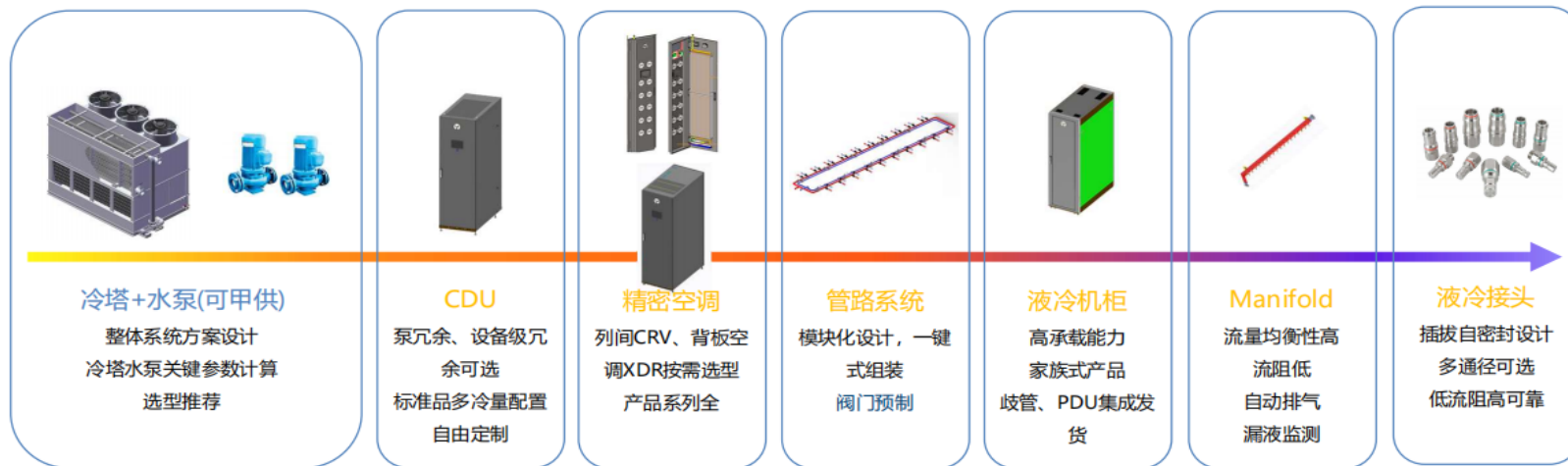


- 2024年液冷渗透率依旧较低，但我们预计随着海外GB200、GB300放量，国内910C等更先进AI芯片大规模出货，液冷市场有望迎来快速增长。
- 我们测算2028年中国冷板式液冷市场有望达到253亿元。

图：中国冷板式液冷市场空间测算

	2023	2024	2025E	2026E	2027E	2028E
全球新增AI数据中心总功耗(GW)	1.66	7.01	14.49	24.24	38.33	56.87
冷板式液冷占比	5%	10%	50%	70%	50%	30%
冷板式液冷(GW)	0.08	0.70	7.25	16.97	19.16	17.06
冷板式液冷单价(元/W)	8.0	7.6	7.2	6.9	6.5	6.2
冷板式液冷市场规模(亿元)	7	53	523	1164	1249	1056
中国市场占比	20%	20%	21%	22%	23%	24%
中国冷板式液冷市场规模(亿元)	1	11	110	256	287	253

图：冷板液冷核心产品序列



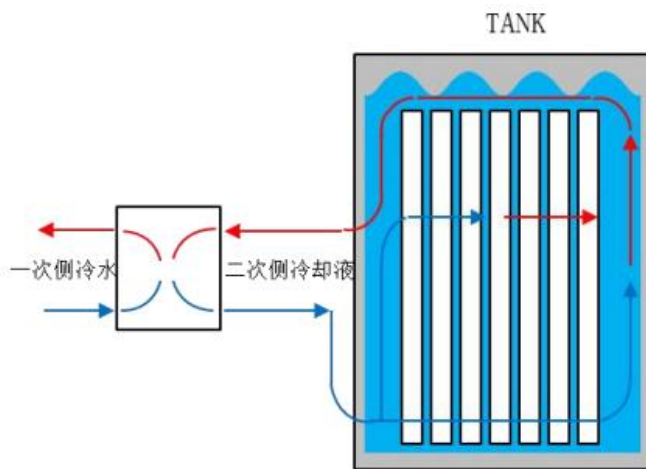
图：冷板液冷核心产品供应商

	价值量 (元/kw)	价值量占比	主要玩家
一次侧	2000	25%	
干冷器			维谛, Stulz, 四方, 英维克, 申菱, 鑫巨等
冷却塔			BAC, 益美高, 马利, 元亨, 良机, 荏原等
二次侧	6000	75%	
冷板	2400	30%	AVC、双鸿、Cooler Master、英维克、精研科技、同飞股份、飞荣达、中航光电
CDU	2000	25%	维谛、Cooler Master (鸿海/广达)、Nidec+Supermicro (插框CDU)、英维克、申菱环境、高澜股份、曙光数创、网宿科技 (旗下绿色云图)、同飞股份、佳力图、依米康
Mainifold	500	6%	Coolermaster、Auras、英维克、申菱环境、中航光电、苏州华旂
快接头	40	1%	Staubli、Parker、Danfoss、Parker、丹佛斯、史陶比尔、中航光电、同飞
其他	1060	13%	朗威 (机柜)、

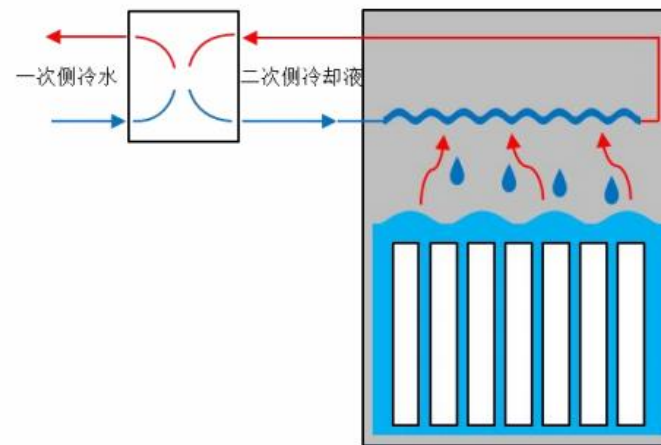
3. 浸没式液冷即将到来

- 浸没式液冷是将服务器内的元器件完全浸没在冷却液中，通过冷却液的循环将服务器的热量带走，这种散热形式也称为接触式液冷。
- 根据冷却液在换热过程中是否相变，浸没式液冷可以分为以下两种类型：单相浸没、两相浸没。
- 单相浸没的箱体称为 TANK，低温的冷却液进入 TANK 后，吸收服务器的热量，然后进入 CDU 中散热，整个过程中冷却液不会发生相变。
- 两相浸没将 IT 设备浸没在沸点低于 IT 设备工作温度的冷却液中，当 IT 设备的运行温度达到冷却液的沸点后，会引起冷却液的局部沸腾，从而带走热量，蒸汽上升到达冷凝器盘管会变成液体并落下。

图：冷板式液冷冷却液对比



图：泵驱两相式实物图



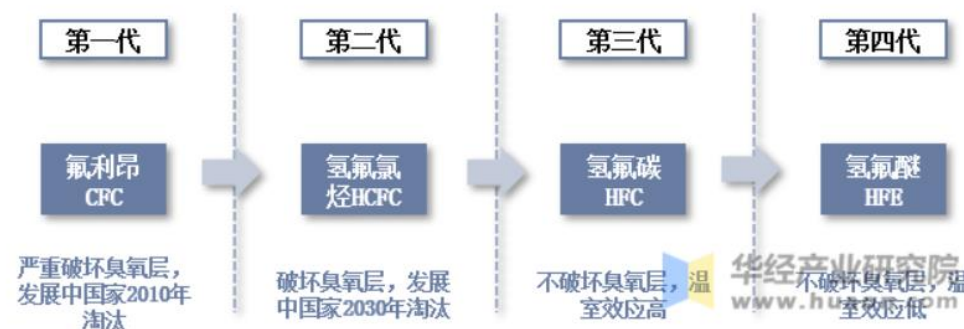
- 冷却液是浸没液冷最需要注意的地方，也是其大规模应用的最大瓶颈。冷却液可以占到浸没式液冷约**60%**的价值量。
- 浸没液冷所使用的介电液体可以分为两大类：油类、氟化液。油类沸点非常高，因此只应用于单相浸没；氟化液种类繁多，可以配制成各种沸点，例如从 55°C到 200°C以上。低沸点（例如 55°C）用于两相浸没，而高沸点用于单相浸没。
- 浸没液冷的冷却液推荐氟化液，它的综合热性能优秀，并且有非常好的兼容性和可靠性，缺点是价格昂贵，并且需要关注当地的环保法规。

图：冷板式液冷冷却液对比

对比项	碳氢及有机硅类冷却液			碳氟类冷却液					
	天然矿物油	合成油	有机硅油	氢氟烃 (HFC)	全氟碳化合物 (PFC)	氢氟醚 (HFE)	碳氟化合物 (GWP)	3M FC40	全氟三丁胺, X P 68 电子冷却氟化液
臭氧层破坏	无			无					
温室效应	无			会带来温室效应		温室效应影响较小	超低温室效应	影响小	
液体粘度	高			低				2.2	2.2
沸点	高, 不易挥发			较高				170	165
腐蚀性	不腐蚀金属			不腐蚀金属					
毒性	低			低					
成本	低			较高				高	高
闪点及可燃性	存在闪点, 有可燃助燃风险	可设计高闪点, 但可能导致流动困难		无闪点, 不可燃					
老化变质性	容易分解、老化, 会变色氧化产生酸, 需要定期检测			不易分解变质					
可靠性及寿命	低, 3-5 年			高, 超过 10 年					
兼容性	兼容性差 杂质对元器件损害大			兼容性好					
导热率	高			低					
惰性	低			高					
维护性	黏性高, 不便于维护, 需要清洗剂			黏性低, 易挥发, 便于维护					

- 根据碳氟化合物的组成成分和结构不同，可再分为氯氟烃(CFC)、氢代氯氟烃(HCFC)、氢氟烃(HFC)、全氟碳化合物(PFC)、氢氟醚(HFE)等种类。
- 目前CFC种类已全球淘汰；HFC在20世纪90年代被开发出，用于替代氢氯氟碳（HCFC）和其他破坏臭氧层的物质。部分HFC（如HFC-365mfc）可被用于溶剂清洗应用，虽然其不破坏臭氧层，但全球变暖潜能值（GWP）较高。全氟碳化合物(PFC)包含全氟烷烃、全氟胺、全氟聚醚(PFPE)等类型，在沸点和介电常数方面的特性较为适合半导体设备冷却场景，但也有温室效应影响；氢氟醚(HFE)的温室效应影响较小，对臭氧层无破坏，但通常具有较高的介电常数，和印制线路板微带线或连接件直接接触时对信号传输影响较大。综合来看，全氟碳化合物是目前更适合用于数据中心液冷系统的冷却液。

图：各代氟化液发展进程



- 从全球市场竞争格局来看，电子氟化液市场长期被国外企业占据。国外生产电子氟化液的企业主要有3M、科慕和索尔维等。
- 2023年全球电子氟化液市场销售额达到了65.8亿元，预计2030年将达到108.9亿元，年复合增长率（CAGR）为5.4%（2024-2030）。
- 2023年，全球电子氟化液核心厂商有3M、科慕和索尔维等，前三大厂商占有全球大约66%的份额。欧洲是最大的生产地区，占有大约42%的份额。产品类型而言，全氟聚醚是最大的细分，占有大约48%的份额，同时就下游来说，数据中心是最大的下游领域，占有28%的份额。
- 3M退出电子氟化液市场，为国产厂商带来机遇。2022年12月21日消息，消费品和工业用品制造大厂3M公司今天宣布，将退出全氟和多氟烷基物质（PFAS）生产，并努力在2025年底前停止在其产品组合中使用PFAS。
- 随着浸没式液冷市场开启，成本控制也成为重要考量，国产厂商有望迎来机遇。
- 相关国产厂商：八亿时空、东阳光、新宙邦、巨化股份、润禾材料等。

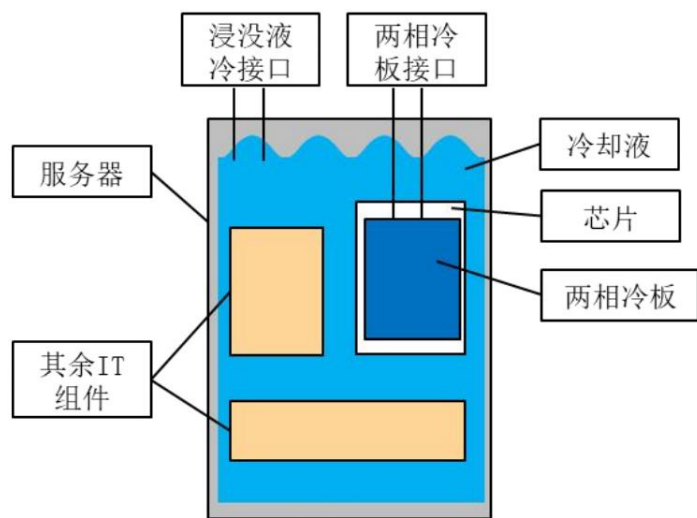
- 我们预计英伟达下一代Rubin系列芯片有望采用浸没式液冷。浸没式液冷中冷却液价值量占比接近60%，国际巨头3M停产叠加成本控制，国产冷却液有望迎来大机遇。我们测算2028年中国浸没式液冷市场空间有望达到729亿元。

图：中国浸没式液冷市场空间测算

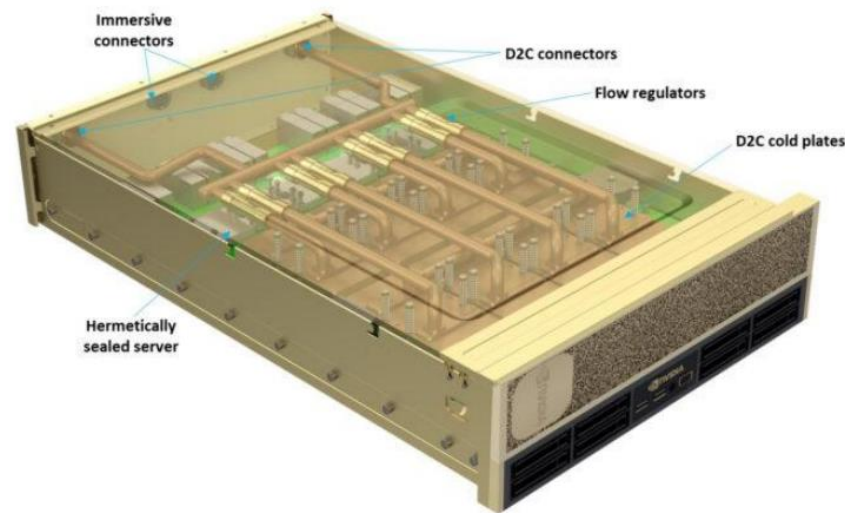
	2023	2024	2025E	2026E	2027E	2028E
全球新增AI数据中心总功耗 (GW)	1.66	7.01	14.49	24.24	38.33	56.87
浸没式液冷占比	1%	1%	5%	10%	30%	50%
浸没式液冷 (GW)	0.02	0.07	0.72	2.42	11.50	28.43
浸没式液冷单价 (元/W)	9.00	8.55	8.12	7.72	7.33	6.96
全球浸没式液冷市场规模 (亿元)	1.49	5.99	58.85	187.03	842.84	1980.07
中国市场占比	20%	20%	21%	22%	23%	24%
中国浸没式液冷市场规模 (亿元)	1.62	11.85	122.21	297.17	481.04	728.67

- 混合液冷是将冷板式和浸没式液冷融合在一起，充分利用各自的优点，组成一套系统来解决更高热密度的服务器散热问题。
- 该技术目前有两条技术路线：单相浸没+两相冷板和单相浸没+单相冷板。
- 单相浸没+两相冷板：该混合液冷方案由NVIDIA 团队构建，以应对未来GPU芯片更高的散热需求。
- NVIDIA 的混合液冷结合了芯片的两相冷板冷却和其余组件的单相浸没冷却。

图：混合液冷运行原理



图：NV 混合式液冷



4. 投资建议

- 全球AI芯片功率不断提升，机柜功率密度不断提升，液冷已经成为未来的必选项。随着海外GB200、GB300的出货量提升，国内910C即将大规模出货，冷板式液冷即将迎来放量。同时，英伟达下一代芯片Rubin有望采用浸没式液冷，国内大厂也开始试验浸没式液冷，浸没式液冷市场即将开启。
- 相关标的：
 - 冷板式液冷：英维克、申菱环境、高澜股份、海鸥股份、淳中科技、强瑞技术等。
 - 浸没式液冷：八亿时空、润和材料、巨化股份、新宙邦、东阳光、曙光数创等。

5. 风险提示

- **技术发展不及预期:** 液冷技术发展依旧有很多技术问题需要解决, 如果技术发展进展不及预期, 将会影响液冷产业发展;
- **AI发展不及预期:** 算力的发展受到AI应用发展的推进, 如果AI发展不及预期, 则影响液冷市场的发展进度;
- **市场竞争加剧:** 液冷市场参与者众多, 如果后续市场空间打开, 市场竞争可能会更加激烈。

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 财富家园