AI 与液冷 20260907

2026 液冷渗透率拐点将至，全液冷架构驱动二次侧价值量重构

摘要

- 2026 年液冷渗透率将大幅提升，机柜功率 50kW 成为风冷转向液冷的性价比临界点，80kW 为技术临界点。
- 液冷系统价值量分布：机柜内部占比最高（30%-40%），其次为二次侧机柜至 CDU 部分（20%-30%），一次侧占比约 15%-20%。
- 英伟达 Rubin 平台采用全液冷设计，带动 Manifold、管道及 CDU 价值量提升；CDU 功率向 5MW 演进，板换因温差收窄及不锈钢熔焊工艺价值量走高。
- 屏蔽泵因高可靠性与 10-15 年长寿命需求成为海外（谷歌、英伟达）主流选择，单价较传统机械泵高约 1.5 倍，国内厂商飞龙已切入谷歌供应链。
- 相变冷板技术成为新兴趋势，散热能力达 250W/cm² 且功耗仅为水冷板的 1/2 至 1/4，可有效解决国内制程受限导致的局部热点问题。
- 竞争格局：国内厂商在冷板、CDU 领域进展最快，多以代工或二级供应商身份切入谷歌、Meta 供应链；QD 环节仍由派克等海外品牌主导。
- 行业壁垒：冷板与 Manifold 核心壁垒在于钎焊温控等工艺参数积累，新进入者面临较长试错周期，难以通过简单堆料或资金投入跨越。

Q&A

从产业体感的角度来看，当前液冷行业的整体景气度以及订单情况如何？

最近半年，整个液冷行业处于一个显著的上行阶段，但主要市场和采购方集中在海外，国内市场的发展相对滞后。国内如英维克、深蓝等主要厂商的业绩增长也主要由海外市场驱动。以英维克为例，其一个重要的增长点是承接了谷歌一个 2 兆瓦的 CDU 项目，通过整体承包并推动国产化，将飞龙、美兹、远铸等泵、板换及螺旋管路厂家带入了谷歌的供应链，从而带动了这些企业的增长。另一方面，国内服务器厂商如紫光等，其芯片功率密度在持续提升。尽管这部分是由于国内工艺制程的限制导致算力提升的同时功耗也随之增长，但这在短期内对液冷散热

解决方案的需求构成了利好，因为散热问题必须得到解决。

2026 年液冷方案的渗透率变化趋势是怎样的？是否有具体的项目案例可以说明？

2026 年液冷方案的渗透率有较大提升。虽然没有精确的统计数据，但从中小型厂商的项目接触情况来看，趋势十分明显。在 2025 年，国内许多初创芯片企业的散热方案仍局限于风冷。而到了 2026 年，接触到的三至四家无论是服务器还是芯片领域的小型厂商，都已经开始着手布局液冷产线和研发液冷方案。这表明液冷的渗透率正在大幅提高。

目前主流的液冷方案是全液冷吗？以及机柜功率达到何种水平时，会倾向于采用液冷方案？

目前，除英伟达的 Rubin 平台明确为全液冷方案外，其他主流方案多为风液混合模式，例如 GB200。在风液混合方案中，风冷散热占比约为 10%至 13%，液冷散热占比则达到 87%至 90%。从功率阈值来看，机柜功率在 80 千瓦左右是风冷转向液冷的临界点。尽管风冷技术理论上可以支持到 80 千瓦甚至 100 千瓦，但在该功率水平下，其投资和功耗的性价比已经不高。相较而言，当机柜功率达到 50 千瓦时，采用液冷方案是比较合适的。此时可以对关键的 CPU、GPU 进行液冷覆盖，而其他部分通过风冷解决。在前一两年，50 千瓦机柜采用液冷方案可能时机尚不成熟，因为当时的数据中心基础设施（一次侧）对液冷的兼容性不足。但到 2026 年，许多新建数据中心在设计之初就已将液冷系统完全考虑在内，因此 50 千瓦功率机柜应用液冷已成为一个非常合适的选择。

在一个完整的液冷系统中，一次侧与二次侧的价值量分布是怎样的？其中各主要部件的价值量构成有何特点？

整个液冷系统可分为一次侧和二次侧，其中二次侧又可细分为机柜内和机柜外。从价值量分布来看，一次侧占比最低，约为 15%至 20%。二次侧从机柜到 CDU 的部分，价值量占比约为 20%至 30%。机柜内部的价值量占比最高，约为 30%至 40%。随着英伟达 Rubin 平台的推出，机柜内的价值量得到进一步提升。这不仅是因为更高的制程工艺要求提高了组件价值，更关键的是 Rubin 采用了全液冷设计，将光模块、内存条等部件统一纳入液冷散热范围，增加了组件数量。同时，对 Manifold 和管道的加工工艺要求也更高，特别是流体均一性设计的难度增加，从而提升了整体价值。此外，Rubin 架构中的二次侧环网价值量也有所提升，因为管道直径增加，所需的壁厚也随之增加，在同等利润率下推高了整体价格。在 CDU 方面，功率正从 2 兆瓦或 2.5 兆瓦向 5 兆瓦的趋势发展。5 兆瓦机组的体积（约 3 米宽、1.5 米深、2.2-2.3 米高）对结构支撑、设计以及不同 CPU 间的流量分配提出了更高要求，价值量也因此提升。在一次侧，Rubin 架构支持 45℃的温水级散热，相比 GB200（设计为 45℃，实际应用中多按 40℃保守设计）更为可靠。这使得冷机在非极端气候地区的作用从主流逐渐转为辅助。在极端气候地

区，磁悬浮冷机成为主要方案，其价值量近两年增长显著。一次侧的干冷器和冷却塔，其价值量提升主要体现在对防腐性、高温高湿环境下的散热能力、长期运行的可靠性与可维护性等要求更高，这些构成了其核心护城河。一次侧的泵价值量增长相对有限，因为其可靠性要求不如二次侧高，且存在冗余设计，可替代性较强。除部件外，一次侧系统的整体运行控制，包括控制逻辑、群控逻辑以及结合 AI 算法的负荷预测调控，是当前非常重要的发展趋势。

针对价值量占比较高的二次侧，CDU 在 Rubin 架构下的单价、用量情况如何？其核心部件的技术难点又有哪些？

CDU 的技术难点主要分为单相 CDU 和相变 CDU，目前单相冷板是主流。单相 CDU 最关键的部件包括泵、调节阀、管路和板换。在泵方面，国内趋势是向 800V 直流方向发展，但近一两年推进力度不大。另一个趋势是屏蔽化，为提升系统安全性而选用屏蔽泵，尽管这会牺牲一部分效率，导致长期运行的 PUE 偏高，但能满足当前需求。泵的价值量有所提升，例如国内的飞龙在承接谷歌项目后，其单泵价格已超过威乐等传统品牌的屏蔽泵，凭借其体积小、安装便捷及优越的扬程流量性价比，实现了物有所值。在板换方面，其价值量短期内有所提高，近三个月国际主流厂商如阿法拉伐、舒瑞普等已提价约 10%，且产能已排至 2027 年 5 月，这印证了液冷渗透率的快速提升，但长期来看价格可能会回落。在管路方面，核心技术在于焊接标准。由于 Rubin 等新架构对换热需求的提升，要求冷板的翅片（齿间）密度大幅增加，这相应地要求更高的过滤精度。因此，在焊接工艺中必须严格控制金属颗粒的产生，对技术提出了更高要求。

CDU 到 Rack 之间的管路对焊接和支撑有何要求，其价值量在整个系统中占比如何？

CDU 到 Rack 之间的管路与 CDU 内部管路标准一致，这对管路的支撑和焊接标准提出了较高要求。该部分管路加上 20 个环网，在整个系统中的价值量占比大约在 5 万至 7 万美元。关于 Rack 内部从 manifold 到冷板的具体价值量数据，目前没有明确的信息。

屏蔽泵为何成为当前液冷系统的一个发展方向，其相较于传统机械泵的核心优势是什么？

屏蔽泵成为发展方向主要基于其高可靠性和长寿命。尽管屏蔽泵的效率（目前最高约 60%）低于传统机械泵（约 78%），导致其节能效果相对较差，但其使用寿命远超传统泵。数据中心的寿命要求已从 5 年延长至 10 年甚至 15 年，而 CDU 的任何一次停机所造成的经济损失远超通过高效泵节省的电费。因此，终端客户更看重屏蔽泵带来的安全性和可靠性。传统机械泵的轴封即便性能再好，通常也只有 5 至 8 年的寿命，之后便无法保证不泄漏。此外，已有公司开发出效率可达 70%以上的轴向屏蔽泵，若能解决其在运输过程中因震动可能导致的对轴精度影响问题，这类产品也将有良好的发展前景。同时，屏蔽泵及整个泵系统的电压趋

势正朝着数据中心 800V 直流的方向迭代，国内已有厂商在推进 800V 直流屏蔽泵的研发。

目前屏蔽泵在国内外市场的渗透率和价值量是怎样的，国内外厂商的产品价值是否存在差异？

目前屏蔽泵在国内数据中心的应用尚不普遍。国内数据中心的功率密度相对较低，且更侧重于追求 PUE 和低功耗，因此威乐、格兰富等品牌的传统机械泵仍是主流选择。屏蔽泵的渗透率提升主要由海外市场驱动，英伟达和谷歌等公司都已将屏蔽泵置于重要地位。从价值量来看，以谷歌最新的 2 兆瓦方案为例，屏蔽泵的价值量可占到整个 CDU 价值量的 15%左右，这是一个相当高的比例。随着数据中心功率的增大，液冷系统占整体建造成本的比例会趋于平稳，泵的价值量占比也类似。但近期屏蔽泵突破了传统认知，其价格高于传统机械泵。在同等流量和扬程下，屏蔽泵的价格通常比威乐、格兰富等品牌的传统泵贵约 1.5 倍，除非是像 Speck 的磁力泵那样因早期产量不足导致价格偏高。

在液冷系统的冷板和 QD（快速接头）环节，国内厂商与国外厂商相比，其产品价值和市场地位有何差异？

在冷板环节，国内厂商与国外厂商在技术迭代和加工能力上没有显著差距，许多国外品牌采购的台湾冷板及液冷配件实际上是在中国大陆生产的。在 QD 环节，尽管派克等国外品牌仍占据较高市场份额，但国内厂商如诺通、贝斯特等的产品可靠性已得到验证，并进入了英伟达的供应链。虽然由于海外市场的保护性措施，国内厂商的生态系统适配度尚有不足，但随着数据中心液冷国产化的推进，其出货量正在逐步提升。许多国内工厂通过在泰国、越南等地设厂，绕开贸易壁垒，以满足海外客户对性价比的需求，从而提升了出货量。此外，QD 在整个系统中的价值量占比有所提升，但具体提升数据尚不明确。

在液冷系统二次侧的各核心部件中，哪些环节是中国大陆厂商供应海外市场进展最快的？

目前，中国大陆厂商在供应海外市场方面进展最快的环节主要是冷板和 CDU。冷板虽然由国内生产，但最终出货时通常贴的是海外品牌。CDU 作为一个集成化机组，国内厂商凭借相对较低的利润率策略，也取得了较快的市场进展和份额提升。相比之下，QD 环节仍主要由派克等海外品牌主导。总体来看，国内厂商目前主要以 CDU 的生产和出口为发展重点。

除英伟达外，谷歌、AMD 等其他海外 ASIC 厂商对液冷技术的渗透率和对中国大陆供应链的接纳程度如何？

包括 Meta 和谷歌在内的海外厂商，应用液冷已是明确趋势。例如，谷歌已经迭代到第五代，第六代也已在准备中，其液冷渗透率毋庸置疑。在对



陆供应链的接纳程度上，谷歌表现得最为开放。谷歌在选择供应商时不设地域限制，其模式是选择 CDU 厂家并让其对整个产品负责。谷歌会对 CDU 中的关键部件（如泵）进行抽查，但对其他部件则不会深入调查，并鼓励供应商进行平价替代，只要通过认证和测试即可。相比之下，英伟达对台湾地区的供应链接纳程度更高，其早期的制冷方案主要由 Cooler Master、奇鋐科技等台湾厂商配合开发。近年来，虽然大陆厂商在英伟达供应链中的份额有所提升，但仍有限。目前大陆厂商对海外的销售主要还是面向谷歌、Meta 等客户。此外，通过第三方公司向一些小型数据中心和产线测试供货的业务量也在增加，相较于 2025 年有所增长。

中国大陆厂商在海外液冷供应链中是否主要扮演二级、三级供应商或代工的角色？这种模式对厂商的利润有何影响？

目前，中国大陆厂商在海外供应链中确实多以二级、三级供应商或代工的角色参与。不过，这一状况正在发生变化。自 2025 年上半年起，合作模式已逐渐从“研发+设计”转变为以“工厂设计制造”为主导。许多国外大厂现在更看重的是工厂的精确管控能力和供应链的稳定性，而非设计能力。例如，谷歌会直接提供 3D 模型和完整的设计体系，让大陆厂商负责生产，这种模式下谷歌可以控制供应商的利润。这种合作模式对厂商的利润会产生影响。对于寻求发展、不太看重短期利润的中小厂商而言，这类订单仍具吸引力。但对于像维谛技术这样的大厂，由于利润率较低，通常不会接受谷歌这类项目。

鉴于 2026 年许多厂商在冷板等液冷部件领域进行扩产或收购，导致市场参与者增多，请问这些新进入者在液冷方案及部件制造方面是否会进展顺利？

新进入者的发展过程预计不会特别顺利。以冷板和 manifold 等部件为例，虽然看似仅需特定机器即可生产，但核心壁垒在于工艺参数的掌握。整个制造过程，包括钎焊炉中的温控、加热时长及冷却过程，对最终产品的良品率和成功率有决定性影响。例如，在一次试制 Rubin 方案的过程中，尽管经过四次版本调整后产品外形达标，但内部流阻、外观及平整度均未能满足要求。这充分说明该行业高度依赖工艺经验的积累。因此，新进入的厂商若想快速取得成功，除非能从业内成熟企业中挖角核心技术人员并建立起完整的体系，否则将必须经历一个较长的试错周期。

对于从其他行业跨界进入液冷领域的企业，例如原先生产其他类型泵阀产品的公司，在哪些细分领域可能相对更具优势？

从目前市场情况看，新进入者主要集中在 CDU、冷板和 manifold 三个领域。对于 CDU 领域，资源雄厚的大公司通过收购或与可靠的厂商合作，成功率较高。但对于规模较小、例如市值仅三四十亿的公司而言，想在单一产品上取得突破则非常困难。客户在选择 CDU 供应商时，会重点考察其是否有批量出货经验、工艺水平和制造能力，而建立这些能力至少需要一年的时间，在此期间维持团队运营的成本很高，若无初始资源支持，项目很难启动。相较之下，manifold 是相对容

易切入的领域。其核心在于流量分配、焊接工艺和可靠性。新厂商在初期可以通过牺牲部分利润率，采用“堆料”的方式，如使用更厚的材料或更优质的焊接工艺，来满足供应链要求，从而进入市场。而冷板领域的进入门槛则高得多。冷板由于壁厚较薄且结构细长扁平，对工艺参数极为敏感，任何微小的偏差都可能导致其承压能力和内部流阻发生显著变化，因此难以通过简单的成本投入来弥补工艺经验的不足。

目前主流的液冷方案是什么？此前市场讨论较多的单相或两相浸没式方案，其产业化进展如何？

当前主流方案仍以全液冷加温水直供的冷板方案为主。关于浸没式方案，单相浸没式液冷在行业内基本被定位于中低密度服务器的散热，其散热能力的上限大致对应 NVIDIA B300 级别的芯片。虽然可用于 H100、H200，但工程难度大，性价比不高。它更适用于处理如 5,090 等 50 千瓦左右的中低密度散热场景，性价比会略高。未来，随着数据中心内非服务器部件的液冷化趋势，单相浸没式方案可能会在其他领域找到应用空间。 两相浸没式液冷（相变浸没）与单相浸没面临一个共同的挑战：冷却液直接接触服务器硬件，导致服务器厂商不愿提供维保服务。考虑到目前单个机架价值已高达上亿级别，采用浸泡方式的风险过高。尽管从技术角度看，相变浸没是终极散热方案，因其能自适应地带走热量且 PUE 极低，但只有在其他技术路线均无法满足需求时，才可能被着重发展。 目前国内外一个新兴的主流发展方向是相变冷板技术。该技术使用制冷剂作为冷却介质，即使发生泄漏，由于制冷剂的特性，也不会造成服务器短路损坏。其核心优势在于：首先，运行功耗极低，在当前产业尚不成熟的阶段，其功耗已能达到同等能力水冷板方案的一半，未来优化后有望降至三分之一甚至四分之一。其次，散热能力大幅提升，目前可达 250W/cm²，未来通过优化冷板和制冷剂还有提升空间。最后，它能有效解决国内因芯片制程等因素导致的局部热点问题。传统水冷板只能通过增加流量来压制热点，性价比低，而相变冷板可以自适应地在热点区域加速制冷剂蒸发，从而高效散热。不过，该技术仍面临一些工程化挑战，如制冷剂的流量均衡、选型以及与系统其他部件的兼容性等问题尚待解决。

如何展望 2027 年海外液冷市场的整体增长情况？

海外液冷市场的增长是确定的，不会出现下降。主要依据是，包括谷歌、英伟达在内的头部企业已经发布了新的机组，并且像谷歌已经规划好了其两张网机组在 2027 年甚至 2028 年的产量。因此，市场需求量必然会增长。但需要注意的是，这些增长的订单量对应的供应商可能会在 2026 年下半年至 2027 年上半年之间确定下来。目前来看，各家厂商最终能获得多少份额尚不明朗。关于具体的增长数值或市场覆盖率，目前没有相关数据可以提供。

浸没式液冷的发展前景如何？目前在国内的落地进度和推广障碍是什么？

浸没式液冷分为单相浸没和相变浸没。在相变浸没领域，中国曙光已经取得了显著进展，拥有了落地的产品并持续迭代，其市场体量相对较大。其他厂商也正在进行样机开发或小型机房的验证工作。 单相浸没在国内已有较多落地案例，其推广与国内对 PUE 的严格要求强相关。运营商、国企等对能耗指标有明确要求的客户更倾向于采用此方案，因为其 PUE 可以做到 1.10 甚至 1.06，优于冷板方案的 1.15。产业化落地的经验也已足够。其推广的主要障碍在于服务器与冷却液的兼容性测试以及服务器的改造和认证问题。这是阻碍其大规模应用的关键。未来，单相浸没式液冷可能会在交换机等对认证要求不那么严苛、价值量占比不高的设备上找到更多应用场景。

CDU 中板式换热器的价值量预计将如何变化？

CDU 中板式换热器的价值量呈现上升趋势，核心驱动因素是换热温差（温逼）的不断降低。传统系统中，板换的温差通常在 5℃甚至 8℃。而当前为了实现节能，尤其是在一次侧温水直供的场景下，要求温差不断收窄，目前最低已见到 2℃的案例。根据换热公式（换热量 = 换热系数 × 换热面积 × 换热温差），在换热系数基本不变的情况下，换热温差越小，所需的换热面积就越大。这意味着板换的尺寸需要做得更大，制造工艺要求也随之提高，从而推高了其价值量。 另一个推动价值量提升的因素是工艺的升级。传统板换多采用铜钎焊工艺，而现在一些大型厂商或对板换有更高要求的客户开始采用不锈钢熔焊。不锈钢熔焊的成本和工艺壁垒都更高，其工艺成本大约是铜钎焊的 4 到 6 倍。据了解，国内掌握该技术的厂商较少，多依赖国外授权，这也进一步抬高了采用该工艺的板换产品的整体价值。