

编者按

2026年4月,曙光数创发布先进的MW级相变浸没液冷整机柜C8000 V3.0,单机柜功率达到900kW,PUE(电源使用效率)低于1.04。在AI(人工智能)算力爆发、液冷从“可选项”变为“刚需”的当下,该如何看待液冷技术的未来?近日,《中国电子报》常务副总编辑连晓东与曙光数创高级副总裁张鹏展开深度对话。

曙光数创张鹏：液冷市场爆发还需三年，“三措并举”保障产能供应



对话人：曙光数创高级副总裁 张鹏

《中国电子报》常务副总编辑 连晓东

时 间：2026年7月3日

地 点：曙光数创北京总部

本报记者 姬晓婷

液冷行业比预期晚五年爆发
推理市场将持续增长

连晓东:曙光数创2011年就提出液冷技术理念并启动技术探索。您如何评价过去15年曙光数创与液冷行业的发展历程?

张鹏:曙光数创从2011年就开始做液冷,是因为中科曙光在高性能计算领域很早就遇到了散热难题。曙光的服务器在很小的空间内集成了很多芯片,这对系统散热提出了更高要求,所以我们是行业里最早一批开始探索液冷散热方案的数据中心整体解决方案供应商。但整个行业的发展的确超乎我们的预料。

我们是全球范围内率先实现大规模商用相变浸没液冷的企业。在国际上,液冷技术出现得相对早一些,但真正规模化应用也是2021年、2022年才开始的。

第一,我们没有想到整个液冷产业直到2025年才迎来爆发期。曙光数创从2011年开始进行液冷技术探索,在2015年正式推出第一款冷板式液冷产品,而整个行业经历了十几年才真正迎来爆发期。

第二,我们没有想到液冷市场一经爆发势头便如此迅猛。单机柜功率密度正以我们从未预想到的速度提升。在2024年以前的很长时间内,单个服务器机柜的功率只有几十千瓦。而在短短两年内,单机柜的功率密度已经突破几百千瓦,甚至已经进入兆瓦级别,发展速度是非常快的。

连晓东:从应用场景来看,曙光数创的营收是如何构成的?

张鹏:曙光数创的产品可以分为两大应用场景。一类服务于大模型训练的AIDC,另一类用于大模型推理的AIDC。相比之下,应用于训练场景的服务器需要更高密度的算力。例如,我们最近在一个项目中部署了800台服务器,其中每台机柜都集成了64张算力芯片。在这种高

密度场景中,冷板式液冷也不够用了,还需要采用浸没式液冷方案。截至目前,我们已经在公司内部部署了近30个浸没式液冷项目。

但从整个市场规模来看,用于训练的数据中心市场占比相对较小,做大模型训练的企业非常少。更多企业做的是大模型的应用和推理,所需的服务器功率密度在百千瓦级左右。

现阶段,训练和推理两类应用的市场规模占比大概是4:6。但两类应用市场的增长具有不同的特征:面向大模型训练的数据中心业务是项目制的,存在波动性;而面向大模型推理的业务会持续、成规模地增长。

100%液冷是必然
场景适配是关键

连晓东:业界有观点认为AIDC的趋势是100%液冷,您是否认同?

张鹏:AI数据中心100%液冷是必然趋势,但这个“100%液冷”,并不是说服务器中不含风冷散热,而是指服务器里的CPU、GPU这些核心发热器件采用液冷方式散热,硬盘、内存等其他部件可能仍然采用风冷散热技术。所以,所谓100%液冷的数据中心,其散热系统仍然是“风液混合”的架构。

对于AIDC来说,AI服务器的部署密度越来越高,是更高程度、更大规模地采用液冷的主要原因。当前,国内服务器功率已经达到几十千瓦级别,国际上比较先进的采用GB200、GB300组件的服务器功率达到100千瓦到200千瓦。未来,几百千瓦乃至更高功率的服务器将逐渐成为行业主流。在服务器整机功率密度越来越高的情况下,如果仅仅是对关键部件采用冷板式液冷,那么其他部件的风道设计、空间布局就会很难满足冷却需求。这时就不得不选择对所有器件均采用液冷方式。

连晓东:未来,不同的数据中心冷却方案将如何发展?

张鹏:数据中心的冷却技术经历了由风冷向液冷迭代的发展历程。

其中,液冷技术也经历了由冷板式液冷向浸没式液冷的迭代过程。但无论哪种技术方案,都不会彻底替代过往技术。

比如,在数据中心里,包括电源、存储在内的很多设备不需要液冷。在设备的功率密度没那么高的时候,液冷不一定是最优解,风冷方案反而更具性价比。

又如,冷板式液冷可以部署在原有的数据中心中,只需对现有的数据中心进行改造;而浸没式液冷需要专门的浸没槽和配套设施,因此需要部署在新建的数据中心中。

连晓东:冷板式液冷的市场会逐渐缩小吗?

张鹏:冷却方式没有最好的技术,只有最适合的场景。在一定功率密度范围内,风冷就够用了;在另一个范围内,冷板式液冷是最优解;在更高密度下,浸没式液冷才更有优势。未来五年到十年,AI的发展会带来巨大的算力需求,这个市场容量足够大。风冷、冷板、浸没式液冷都会增长,不存在技术替代性,只存在场景适配性。

连晓东:浸没式液冷的占比会增加吗?

张鹏:我觉得会,但时间节点不好说,可能还需要三年左右。服务器的功率密度不断提高,在超过一定的阈值后,客户会选择浸没式液冷,因为它的成本和可靠性会更好。

连晓东:曙光数创是第一个做浸没式液冷的企业,现在全球有其他企业跟进吗?

张鹏:过去几年,很多曾经跟进浸没式液冷方案的企业逐渐没落,技术难攻克是非常重要的原因。

相比较而言,冷板式液冷只是在传统服务器架构上做一些改变,很多设计和架构还是沿用之前的方式。但浸没式液冷就完全不同了——要把芯片、主板、电源都泡在冷却液中,会产生很多新问题。

而为什么曙光数创能够在众多跟进浸没式液冷方案的企业中脱颖而出?这与曙光全品类供应链部署能力是分不开的。要做好浸没式液冷,芯片、主板、硬件、结构、冷却、电源等环节都需要作出改变,只有具备全链条能力的企业,才能把浸没式液冷做好。而曙光具备上述所有环节的设计和供应能力,为做好浸没式液冷打下基础。

领先国际头部厂商两年
以兆瓦级满足顶级算力需求

连晓东:6月21日,英伟达发布了Rubin 100%液冷技术方案,将冷却液最高工作温度提升至45摄氏度,实现全链路液冷、零风扇运行,并称年冷却用水量接近零。您如何看待这一技术路线?

张鹏:先简单讲一下液冷方案的原理——低温液体从外部进入服务器内部,通过换热将服务器里的温度带出来,回液的温度肯定高于进液温度。从服务器出来的循环水得到热量后升温,进入冷却塔,把热量散发到大气中。

英伟达提到的45摄氏度高温,指的是进液温度。温度越高,越能实现自然冷却,不需要压缩机、空调等设备。但实际上,进液温度的选择是一个博弈过程。

对于芯片冷却来说,厂商肯定希望温度越低越好。芯片的结温一般有限,通常是90摄氏度以下。如果进液温度在45摄氏度,那么芯片最高温度与冷却液之间就只有45摄氏度的温差,冷却效率便会降低。

从实际情况来看,在英伟达的很多应用案例中,客户最终选择的并不是45摄氏度的方案,而是选择更低的温度,比如30摄氏度甚至25摄氏度。这是出于对服务器可靠性的判断,温度越低,服务器越可靠。

连晓东:曙光数创的客户一般会选择多少摄氏度的进液方案?

张鹏:我们设计的进液温度是40摄氏度。40摄氏度既能满足整个系统的热管理需求,又能降低能耗,对服务器的热设计来说是一个很好的平衡点。

连晓东:曙光数创发布的C8000 V3.0,单机柜功率达到900kW,提前两年实现英伟达Feynman架构设定的2028年技术目标。实现这一突破的核心技术难点是什么?

张鹏:曙光数创在售的机柜已经实现了单机柜900千瓦,而英伟达在售的方案——如GB300的单机柜功耗在180千瓦。从散热系统来看,我们已经领先英伟达两年的代差。我相信,浸没式液冷的极限不只是900千瓦,还能达到更高的水平。但对于曙光数创来说,是否要做更高功率密度的方案,取决于市场需求。在我们看来,未来三年到五年,如果兆瓦级机柜的功率密度能够实现,就能满足顶级超级算力中心需求。

连晓东:从500千瓦到900千瓦的跃迁,曙光数创的这一突破意味着什么?

张鹏:从冷却技术来看,冷却技术仍有潜力可挖,仍有提升空间。但实现从500千瓦到900千瓦的跃迁,需要诸多类型技术的迭代和配合,包括供电架构、配套的冷却装置等。

芯片封装是下一个技术突破点
至少需要两年才能普及

连晓东:在6月23日至25日举办的夏季达沃斯论坛上,与会嘉宾提出了这样的测算——“与AI聊天5分钟,将消耗500毫升散热用水”。从专业角度来看,这一说法是否准确?

张鹏:首先,AI聊天5分钟确实要消耗一定的算力,消耗500毫升水就有些夸张了。数据中心有一个指标叫WUE(Water Usage Effectiveness),用以标识每消耗一升水能够散掉多少热量,单位是千瓦时每升。目前中国在运行的数据中心的WUE水平大概在1.5到2之间。也就是说,每带走1000瓦时的热量,大约需要消耗两升水。现阶段,新建的数据中心都在追求“无水”液冷方案,使运行过程不耗水或少耗水。

连晓东:“十五五”规划纲要提出“论证建设超大规模智算集群”,从您的专业角度看,建议“论证”些什么?

张鹏:当前的国际局势下,在算力基础设施领域,我国面临着个别类型芯片“不让买”的困境。我国要建设自己的超大规模智算集群,首

先要把最基础的芯片问题解决,让我们都能用上好芯片,这是整个AIDC发展的关键。

聚焦到我从事的冷却产业,虽然很多业内人士还在讨论用冷板式液冷还是浸没式液冷,还在讨论如何把热量带走,但在在我看来,现在问题的关键并不在这里,而是在于芯片封装。

为什么这么说?在观察服务器内部时,能够看到热量是从芯片底部传导到芯片表面。通过浸没式或冷板式液冷散热,只能带走传导到芯片表面的热量,但很多芯片,封装内的热阻占比就非常高。

打个比方,如果芯片是一个人在屋里觉得很热,即便把空调调到18摄氏度还是热,这是为什么?因为此人穿了一件毛背心(即封装)。

连晓东:所以现在业界在通过采用更薄的材料给“毛背心”减薄吗?

张鹏:对,这就涉及半导体封装热管理材料和封装技术的革新。目前,一些高端AI芯片的功耗已经超过1kw,如果半导体封装技术不调整,芯片的热量散不掉,会严重影响芯片性能。

连晓东:这种方案会在什么时候普及?

张鹏:方案的普及还是会有很多挑战。半导体封装的工序非常长,往往会有上百道工序。在革新封装技术的过程中,需要做很多工艺可靠性的验证工作,至少达到99.99%的良率才有芯片厂商愿意导入。基于此,我认为至少还需要两年的时间,这种技术才有可能真正用起来。

“以冷补芯”助力国产算力
“三措并举”保障产能供应

连晓东:AI泡沫论很多,您怎么看?

张鹏:我不这么看,至少从今天来看AI并不是泡沫。我们所从事的液冷行业,本质上做的是AI的基础设施。而AI基础设施所支持的场景是非常丰富的。同样在几年前,当建设5G基础设施时,可能很多人都想不到5G会催生出直播带货、短视频等新应用。现在我们正经历的AI技术潮流也是一样。在我看来,AI是第四次工业革命,很难想象未来能衍生出多少以AI为核心的应用,且每个应用都需要大量算力。

连晓东:所以现在进入了AI应用的探索期吗?

张鹏:对。而且中国的AI基础设施建设规模其实远不及北美。不是中国不想建,而是我们缺乏足够的芯片。总体来看,中国的AI基础设施建设需求还是被压制的。所以,泡沫还远远谈不上,未来至少三

年,AI产业还是会蓬勃发展的。

连晓东:目前,液冷产业链的上游供应能力是否与AI算力需求的增长同步?

张鹏:现在产能的确存在问题。从2025年下半年至今,整个液冷供应链的供应商普遍存在产能不足的问题,也不同程度地存在交期延误。具体来看,供应链紧张存在于水泵、板换、阀门等关键部件环节,他们并没有预料到市场会爆发得这么快。

国际市场的需求提升也进一步导致了供应链紧张。北美市场的算力建设规模比国内更大,建设速度也更快。由此,部分国际供货商的供应也非常紧张。

连晓东:曙光数创确保供货能力的手段有哪些?

张鹏:我们三个解决方案:其一,我们今年上半年走访了所有主要供应商,告知他们未来的发展需求,要求供应商尽快扩产;其二,说服客户接受国产品牌方案,以降低全球供应链不稳定带来的供应链风险;其三,曙光数创的产能也在建设中,今年第四季度会有比较大的扩充产能举措,现在已经在布局了。

连晓东:您估计什么时候能够达到供需平衡?

张鹏:这个不太好估计,但至少未来两年都比较紧张。产能建设需要周期,未来三年到五年市场还在持续增长,至少三年内不会出现产能过剩的情况。

连晓东:您提出了“以冷补芯”的策略,能否详细解释一下?

张鹏:今年年初,曙光数创提出了“以冷补芯、以冷强算”的理念。这一理念的提出是基于我国当前面临的产业发展现实条件。现阶段,国产芯片在制程上与国际先进水平之间仍存差距。采用更好的冷却方式,能够帮助国产算力系统保障芯片性能,甚至帮助芯片实现更优的性能输出。我所说的是有实验数据支撑的。我们做过测算,采用更好的冷却技术和材料,能够帮助芯片性能实现超过15%的优化。

连晓东:今年4月,曙光数创成立了先进的MW(兆瓦)级浸没相变液冷基础设施开放实验室。请系统介绍该实验室的成立初衷、运营状态及产业目标?

张鹏:之所以要成立这个实验室,是因为我们看到国内很多芯片厂商、服务器厂商在研制超节点、高密度的AI服务器时,都会遇到高密度散热难题。而我们愿意帮助这些企业解决散热问题。我们专门有一个业务团队负责推广浸没式液冷技术。目前,近十家客户在积极沟通中,我们也在与客户一起开展前期的测试验证工作。



图为曙光数创(青岛)产业创新基地