

依晓得伐，我们谈数据中心能效，PUE（电源使用效率）是个绕不开的硬指标。理想的1.0意味着所有电力都用于计算，但这就像永动机一样，只存在于理论中。现实中，大量的电被空调、风扇这些冷却系统“吃”掉了。所以，当业界在讨论“哪个好”的时候，本质上是在追问：在众多冷却技术路径中，究竟哪一种能更彻底地压榨出每一度电的计算价值，把PUE实实在在地降下来？今天，我们就深入聊聊这个“狠角色”——浸没式冷却。

【重要说明】本文/视频中所有关于节省金额、收益、回本周期、投资成本等数据，均为基于特定假设（如年用电量100万度、电价0.8元/度、光伏利用小时数等）的理论推演示例，不代表实际收益承诺，亦不构成购买或投资建议。实际收益受光照条件、电价波动、设备价格、安装费用、补贴政策等多种因素影响，可能存在显著差异。在做任何投资决策前，建议自行核实最新市场价格并咨询专业人士。

哪个好浸没式冷却提升PUE能效

依晓得伐，我们谈数据中心能效，PUE（电源使用效率）是个绕不开的硬指标。理想的1.0意味着所有电力都用于计算，但这就像永动机一样，只存在于理论中。现实中，大量的电被空调、风扇这些冷却系统“吃”掉了。所以，当业界在讨论“哪个好”的时候，本质上是在追问：在众多冷却技术路径中，究竟哪一种能更彻底地压榨出每一度电的计算价值，把PUE实实在在地降下来？今天，我们就深入聊聊这个“狠角色”——浸没式冷却。

现象：传统风冷的能效瓶颈与散热焦虑

让我们先看看普遍现象。绝大多数数据中心，包括许多通信基站的核心设备间，依然依靠传统的风冷。原理很简单，用空调制造冷风，再用风扇吹过发热的服务器芯片，把热量带走。但这个过程的效率，阿拉可以打个比方，就像在黄浦江边用扇子给整个外滩降温，吃力不讨好。

间接冷却: 空气先被冷却，再冷却设备，中间存在多重热阻。

空间与功耗浪费: 为了气流畅通，机柜不能排得太密，且高功率风扇本身耗电惊人。

热点难题: 局部高热流密度芯片（比如CPU、GPU）容易形成“热点”，迫使整个房间温度降得更低来迁就它，进一步拉高能耗。

结果就是，一个典型风冷数据中心的PUE往往在1.5-1.8之间，意味着近四成到一半的电力没用在“刀刃”上。随着AI计算、5G边缘站点对算力密度需求爆炸式增长，这个矛盾愈发尖锐。

数据与原理：浸没式冷却的降维打击

那么，浸没式冷却凭什么能成为破局者？它的原理堪称“大道至简”：将整个服务器主板或发热部件，直接浸没在一种绝缘、无毒、不导电的冷却液中。热量直接从芯片表面传递给液体，液体受热后气化或通过循环带走热量。

我们来点硬核数据。根据业界实测和多项研究（例如，美国能源部下属实验室的相关技术简报曾指出），浸没式冷却可以将数据中心的PUE降至惊人的1.03至1.10区间。这意味着，辅助能耗（主要是液体循环泵的功耗）仅占3%到10%。与风冷相比，这通常是30%-40%的整体能耗节省。

冷却方式

典型PUE范围

核心能耗组成
适用场景特点

传统风冷

1.5 - 1.8+

空调压缩机、CRAC、风扇
通用，部署简单，密度受限

浸没式冷却（单相）

1.03 - 1.10

循环泵、干冷器/冷却塔
极高密度、静音、局部热点

其高效秘密在于：

直接接触，超高传热效率：液体的热容和导热系数远高于空气，热量传递速度是指数级提升。

消除风扇：服务器内部所有风扇都可以移除，这部分功耗直接归零。

高温供液：冷却液可以在更高温度（如45 °C甚至更高）下有效工作，这极大延长了自然冷却（Free Cooling）的时间，在很多地区甚至可以全年不用压缩机。

这种技术飞跃，不仅仅关乎电费账单。它使得在更小的空间内部署超高算力成为可能，这对于土地资源紧张的城市和空间受限的边缘站点（比如屋顶通讯基站）而言，价值巨大。

案例与落地：从数据中心到站点能源的延伸

理论很美好，实践如何？这里有一个贴近我们业务的例子。大家晓得，海集能的核心业务之一，就是为通信基站、物联网微站、安防监控等关键站点提供“光储柴一体化”的绿色能源方案。我们注意到，在一些热带无市电地区，站点的核心难题不仅是供电，还有散热。

一个典型的4G/5G基站机房，主设备功耗约3-4kW，传统空调制冷使其PUE高达1.6以上。这意味着光伏板和储能电池的容量中，有相当一部分是在为空调服务，而不是为通信设备本身。这不仅推高了初始投资，也降低了系统在阴雨天的续航能力。

为此，海集能在一个东南亚海岛通信站点设计解决方案时，进行了创新性整合。我们为站点配备了高能量密度的站点电池柜和光伏系统，同时，针对核心的BBU（基带处理单元）等高热密度设备，试点采用了小型化、模块化的浸没式冷却舱。结果呢？

该设备舱的PUE稳定在1.08左右。

整体站点能源系统中，用于冷却的功耗占比下降超过60%。

这使得同等光伏和储能配置下，站点无日照可持续运行时间延长了约40%。

这个案例说明，浸没式冷却的价值不仅在于超大规模数据中心。在追求极致能效和供电可靠性的站

点能源场景，尤其是那些依赖新能源、电网薄弱或成本敏感的场景，它与储能技术的结合，能产生“1+1>2”的化学效应。海集能依托从电芯到系统集成的全产业链能力，正致力于将这类高效、智能的温控管理，深度融入我们的“交钥匙”一站式解决方案中，让绿色能源的价值最大化。

见解与展望：它是最好的选择吗？

听到这里，你可能会想，浸没式冷却是不是完美无缺的终极答案？我的观点是：没有“最好”，只有“最合适”。它是一项颠覆性技术，但并非万能钥匙。

它的优势在于超高密度、极致PUE和静音。但挑战也同样明显：初期投资成本较高、冷却液的长期兼容性与维护、以及对服务器形态的定制化要求（虽然现在已有标准化浸没服务器）。对于存量数据中心改造，门槛不低。

所以，当我们问“哪个好”时，必须回到具体场景：

对于新建的超大规模AI计算中心、高性能计算集群，浸没式冷却几乎是追求极限能效的必然选择。

对于像海集能所服务的站点能源领域，在特定高价值、高密度或极端环境（高温、高尘）的微站点，采用模块化浸没方案是提升整体能源系统效率、降低运营成本（OPEX）的利器。

而对于大量普通负载密度、预算敏感或现有风冷架构运行良好的场景，优化的风冷或冷板式液冷可能是更经济平滑的升级路径。

技术的演进，从来不是简单的替代，而是丰富我们的工具箱。浸没式冷却的崛起，其更深层的意义在于，它迫使整个行业以全新的物理视角去重新思考“散热”这件事——从与空气搏斗，转向与液体共舞。这种思维转变，会倒逼设备设计、机房架构、乃至能源管理策略的全链条创新。

作为一家深耕新能源储能与数字能源解决方案近二十年的企业，海集能在南通和连云港的生产基地，始终关注着从电芯到系统，再到热管理的前沿技术融合。我们相信，未来的能源基础设施，一定是发电、储能、用电、热管理高度协同的智能有机体。那么，对于你所在的企业或领域，在规划下一阶段的能源基础设施时，你是否已经开始评估，像浸没式冷却这样的“深度能效”技术，将如何重塑你的投资回报与碳足迹蓝图？

——

来源: <https://www.hjenergysolution.com>