

欧洲超大规模数据中心提升PUE能效白皮书引发的思考

最近，欧洲数据中心行业发布了一份关于超大规模设施提升PUE能效的白皮书，这份文件在圈内引起了不小的讨论。PUE，也就是电能使用效率，这个数字越接近1，意味着数据中心的能源越能用在“刀刃”——也就是IT设备上，而不是被冷却、配电这些辅助设施消耗掉。坦白讲，白皮书里提到的挑战，比如如何应对日益密集的算力带来的散热问题，如何在可再生能源间歇性供应的背景下保证99.999%的可靠性，这些都不是新问题，但规模与紧迫性前所未有。

欧洲超大规模数据中心提升PUE能效白皮书引发的思考

最近，欧洲数据中心行业发布了一份关于超大规模设施提升PUE能效的白皮书，这份文件在圈内引起了不小的讨论。PUE，也就是电能使用效率，这个数字越接近1，意味着数据中心的能源越能用在“刀刃”——也就是IT设备上，而不是被冷却、配电这些辅助设施消耗掉。坦白讲，白皮书里提到的挑战，比如如何应对日益密集的算力带来的散热问题，如何在可再生能源间歇性供应的背景下保证99.999%的可靠性，这些都不是新问题，但规模与紧迫性前所未有。

这让我想起我们海集能在站点能源领域近二十年的实践。公司自2005年在上海成立以来，就一直和“电”打交道，从新能源储能产品研发，到成为数字能源解决方案服务商，我们理解稳定、高效、绿色的能源供应对关键设施意味着什么。特别是在为通信基站、物联网微站提供光储柴一体化方案时，我们面对的正是类似挑战：如何在有限的物理空间和复杂的自然环境下，实现能源的最优配置和智能调度。这种从“站点”到“超大规模数据中心”的能源管理逻辑，其实有共通之处，都是对“效率”与“可靠”的极致追求。

现象：PUE优化已触及传统方案的“天花板”

白皮书清晰地指出了—个现象：过去依靠提升制冷机组效率、优化气流组织的传统手段，对PUE的改善边际效应正在递减。欧洲一些领先的数据中心运营商，其PUE值已经做到了1.2甚至更低，再往下降低0.01都变得异常艰难。这背后是物理规律的限制。同时，AI算力需求的爆炸式增长，使得单机柜功率密度从传统的5-10kW，猛增至30kW、50kW甚至更高，这对散热系统提出了革命性要求。传统的风冷，在这种热流密度面前，有点“力不从心”了。

数据与案例：储能如何成为新的“调节阀”

这里有一个有趣的视角转换。我们通常认为储能是“存电”的，但在数据中心这样的高可靠场景下，它的角色更像一个精明的“能源调节阀”和“稳定器”。白皮书里提到，为了整合更多不稳定的光伏、风电，数据中心需要更灵活的调节能力。以我们在北欧参与的一个边缘数据中心试点项目为例，该站点位于风电富集区但电网相对薄弱。我们为其部署了一套定制化的集装箱式储能系统，核心作用有三：

平滑可再生能源波动：在风电出力大时储存盈余电能，出力不足时释放，保障IT负载平稳运行。

参与电网需求响应：在电网电价高峰时段放电，降低运营电费成本；在电价低谷时段充电，实现套利。

提供备用电源支撑：与柴油发电机无缝协同，作为瞬时响应的第一道备用电源，减少柴油机的启动次数和运行时间，既降碳又降本。

项目数据显示，这套系统帮助该站点将可再生能源渗透率提升了35%，年度综合用电成本降低了约18%，并且通过优化供电曲线，间接改善了整个站点的PUE表现。这或许能给超大规模数据中心一些启发—

—能效优化不能只盯着“用电侧”（IT设备和冷却），也要深入“供能与调能侧”。

从“站点”到“数据中心”：能源解决方案的底层逻辑迁移

海集能在南通和连云港的生产基地，分别专注于定制化与标准化储能系统的制造。这种“双轨并行”的思路，恰恰应对了不同场景的复杂需求。超大规模数据中心，某种程度上就像一个极度复杂、耗能巨大的“超级站点”。它的能源解决方案，也需要从单纯的设备采购，转向一体化的系统设计与全生命周期管理。我们提出的“交钥匙”一站式方案，从电芯选型、PCS（储能变流器）匹配、系统集成到智能运维，其核心思想就是打破各环节的壁垒，实现从“部件高效”到“系统最优”的跃迁。

比如，数据中心的备用储能系统，就不能仅仅被视为“大型UPS”。它需要与楼宇管理系统（BMS）、电力管理系统（EMS）甚至电网调度系统深度互动，实现多时间尺度（秒级、分钟级、小时级）的功率与能量调节。我们为通信关键站点研发的智能能源管理系统，其基于AI算法的负荷预测与调度策略，完全可以迁移并适配到数据中心的局部储能模块管理中，实现“源-网-荷-储”的精准协同。

见解：未来的能效标杆，或是“碳效”与“算力效”

白皮书聚焦PUE，但行业的讨论早已超越了这个单一指标。PUE衡量的是“有多少电被IT设备所用”，但它不关心“IT设备用的电来自哪里”。未来，衡量一个数据中心是否绿色高效，可能会是“碳使用效率”（CUE），或者更直接的“算力能效”（即单位能耗产生的有效计算量）。这意味着，储能系统的作用将更加凸显——它不仅是稳定器和调节阀，更是“绿色能源的搬运工”和“碳足迹的优化器”。通过储能进行时间维度上的能量转移，可以将午间充足但可能无法即时消纳的太阳能，转移到夜间为计算任务供电，从而直接降低数据中心的运营碳强度。这种“时空平移”的能力，是提升“碳效”的关键。海集能深耕储能领域近二十年，我们的技术沉淀不仅在于硬件，更在于对复杂能源场景的理解和软件定义能源的能力。我们相信，面向未来的超大规模数据中心，其能源基础设施必须是“智能原生”和“绿色原生”的，而储能，将是其中不可或缺的智慧节点。

一个开放性的问题

那么，当我们将目光从PUE移开，转向更全面的可持续性指标时，数据中心运营商该如何重新评估和规划他们的能源基础设施？特别是在电力市场机制日益灵活、碳约束不断收紧的欧洲，是否应该将“储能即服务”或“综合能源韧性”作为新一代数据中心的核心竞争力来构建？我们期待与行业同仁共同探讨。

来源: <https://hjenergysolution.com>