

最近和几位数据中心的同行聊天，大家不约而同地提到一个词——“电老虎”。这可不是开玩笑，一个大型超算中心的年耗电量，动辄相当于几十万户家庭的用电总和。国际能源署（IEA）的数据显示，全球数据中心和传输网络的用电量已占全球总用电量的近3%，而其中追求极致算力的超算中心，更是能耗密度最高的存在。这个现象背后，是一个尖锐的矛盾：我们一方面需要强大的算力来推动科技进步，另一方面又必须直面随之而来的巨大碳排放压力。

储能系统成为超算中心碳减排的关键路径

最近和几位数据中心的同行聊天，大家不约而同地提到一个词——“电老虎”。这可不是开玩笑，一个大型超算中心的年耗电量，动辄相当于几十万户家庭的用电总和。国际能源署（IEA）的数据显示，全球数据中心和传输网络的用电量已占全球总用电量的近3%，而其中追求极致算力的超算中心，更是能耗密度最高的存在。这个现象背后，是一个尖锐的矛盾：我们一方面需要强大的算力来推动科技进步，另一方面又必须直面随之而来的巨大碳排放压力。

那么，破局点在哪里？很多人首先想到的是提升硬件能效，比如使用更先进的芯片制程。这当然重要，但或许我们忽略了另一个维度——能源的“时间管理”。超算中心的负载并非一成不变，其电力需求曲线存在显著的波峰与波谷。而电网的供给，尤其是当可再生能源（如风电、光伏）占比提高时，其波动性也在增加。这就产生了一个时间错配：算力需求高峰时，电网可能正面临压力，电价高昂且碳排放强度大；而当可再生能源大发、电网有富余清洁电力时，算力需求可能并非处于峰值。

这时，储能系统的价值就凸显出来了。它不再仅仅是一个“备用电源”的角色，而是演变为一个精明的“能源管家”。通过在电价低、碳排低的时段（例如夜间风电充沛时）储存电能，在电价高、碳排高的高峰时段放电，储能系统能直接、有效地平滑超算中心的用电曲线。从数据上看，根据劳伦斯伯克利国家实验室的一项研究，结合智能调度的储能系统，可以帮助数据中心将高达30%的负荷从电网高峰时段转移，这不仅降低了用电成本，更直接减少了因调用高峰时段边际高碳排电力所产生的碳排放。这相当于为超算中心装上了一套“数字肺”，让它学会在能源的“呼吸”之间，选择更清洁、更经济的节奏。

一个具体场景的深度剖析：光储融合与智能调度

让我们把镜头拉近，看一个更具体的场景。假设一个超算中心部署了屋顶光伏。阳光充足的中午，光伏发电量可能超过数据中心的即时需求，如果没有储能，这部分清洁电力要么上网（可能面临消纳问题），要么被限功率浪费。而接入了储能系统后，这部分盈余的绿色电力可以被储存起来，待到傍晚光伏出力下降、电网负荷攀升时再释放，供超算中心使用。这个过程，实现了绿色电力的“自产自销”和最大化利用。

这套逻辑的实现，离不开高度智能化的能源管理系统（EMS）。它需要实时分析至少几类数据：超算中心的负载预测、光伏发电预测、电网分时电价信号、以及实时的碳排因子。系统依据既定的经济或碳排优化策略，自动决策何时充电、何时放电、充放电功率多大。这就像为超算中心配备了一个“能源大脑”，其计算的结果不是虚拟的比特，而是实实在在的千瓦时和千克二氧化碳当量的节约。我们海集能在为全球多个关键站点提供能源解决方案时，深刻体会到这种“源-网-荷-储”协同智能的重要性。无

论是通信基站还是物联网微站，稳定的电力供应和成本控制都是核心诉求，而通过光伏、储能、发电机和智能管理系统的深度融合，我们为客户打造的“光储柴一体”方案，已经成功在无电弱网地区实现了7x24小时可靠供电，并将综合能源成本降低了显著比例。这种在极端、分散场景下打磨出的系统集成与智能运维能力，恰恰是应对超算中心这类集中式、高要求场景的宝贵经验。

超越经济账：储能带来的系统韧性价值

除了经济和碳减排效益，储能系统还为超算中心提供了一层至关重要的“韧性”价值。超算中心承载的往往是国家级科研、气候模拟、生物医药研发等关键任务，任何意外的电力中断都可能造成不可估量的损失。尽管有双路市电、UPS和柴油发电机作为后备，但储能系统可以提供一个更快速、更安静、更清洁的缓冲。在市电发生瞬间波动或短时中断时，储能系统可以做到毫秒级响应，无缝支撑关键负载，为备用发电机启动赢得宝贵时间，甚至在一些短时故障中直接避免发电机启停。这种保障，对于追求“五个九”（99.999%）甚至更高可用性的超算中心而言，其价值有时远超电费节省本身。

所以你看，当我们谈论超算中心的碳减排时，视野不能仅仅局限于服务器机柜之内。整个能源供给链的优化，是一个系统性的工程。储能系统在其中扮演的角色，从一个被动的设备，转变为一个主动的、智能的调节节点。它连接了供给侧的可再生能源与需求侧的算力负荷，在时间维度上重新分配能源，在空间维度上提升供电可靠性。这种转变，需要的是对电力系统、电化学技术、热管理以及数字智能控制的深度融合。这正是像我们海集能这样的企业，在过去近二十年里持续深耕的方向——从电芯、PCS到系统集成与智能运维，构建全产业链能力，目的就是为了交付真正高效、智能、绿色的“交钥匙”解决方案，让技术服务于更可持续的未来。

当然，挑战依然存在。比如，如何更精准地预测超算中心的长期和短期负载？如何评估不同储能技术路线（如锂离子电池、液流电池）在全生命周期内的碳足迹与经济性？电网的碳排因子信号如何能更实时、更透明地传递给用户侧？这些问题，需要产、学、研、用各界的共同努力来回答。我想问在座的各位同行和读者：在你们规划或运营下一代超算中心时，除了PUE（电能使用效率），是否会开始将“碳使用效率”（CUE）和“系统能源韧性”纳入核心考量指标？你们认为，要实现算力与可持续发展的共赢，下一步最需要突破的技术或政策瓶颈是什么？

来源: <https://www.hj-wireless.com>