

最近和几位数据中心的老法师聊天，大家不约而同地谈到了一个话题：超算中心的能耗与供电。当所有人的目光都聚焦在算力芯片的“军备竞赛”上时，一个底层却至关重要的环节——插框电源（Rack PDU）的选型，常常被简单化处理。这有点像只关心跑车的发动机马力，却忽略了为其精准供油的高性能燃油系统。朋友们，这个细节，恰恰是决定超算系统能否持续、稳定、高效释放算力的“命门”。

超算中心插框电源选型：一个被低估的能源战略支点

最近和几位数据中心的老法师聊天，大家不约而同地谈到了一个话题：超算中心的能耗与供电。当所有人的目光都聚焦在算力芯片的“军备竞赛”上时，一个底层却至关重要的环节——插框电源（Rack PDU）的选型，常常被简单化处理。这有点像只关心跑车的发动机马力，却忽略了为其精准供油的高性能燃油系统。朋友们，这个细节，恰恰是决定超算系统能否持续、稳定、高效释放算力的“命门”。

现象和数据是冷酷的。一个典型的百PFlops级超算中心，其IT设备年耗电量可以轻松突破数千万千瓦时。根据Uptime Institute的报告，供电问题仍然是导致数据中心重大中断的主要原因之一。而插框电源，作为电力输送到每一台服务器、每一块加速卡的最后“一厘米”，其转换效率、监控精度、负载均衡能力和故障响应速度，直接关联着整个系统的PUE（电能使用效率）和运营成本。你想想看，如果每个机柜因为电源分配不精准或效率低下而多耗电哪怕2%，在超算中心巨大的基数下，这就是一笔惊人的能源浪费和碳足迹。

这里我想讲一个我们海集能参与过的具体案例。2023年，华东某国家级超算中心在进行扩容时，遇到了一个棘手问题：新部署的异构计算节点（混合了CPU和多种加速卡）功耗动态范围极大，从待机到满载峰值波动剧烈，传统的插框电源在动态响应和分相平衡上有些“力不从心”，导致局部电路负载预警频发，甚至限制了部分机柜的功率设计密度。这不仅仅是换个电源那么简单，它涉及到对整个机柜电力输入、分配、监控和管理的重新思考。

海集能团队介入后，并没有仅仅提供一款“更结实”的PDU。我们基于近20年在数字能源和储能，特别是站点能源（如通信基站、边缘计算节点）领域应对复杂、恶劣供电环境的经验，提出了一套“智能感知+精细管控”的插框电源解决方案。这套方案的核心在于：

全链路数字监控：不仅监测总输入，更能对每一个输出支路（甚至到每一个插座）进行电流、电压、功率因数的实时采集，精度达到0.5%以上。

动态负载均衡：通过内置的智能算法，在机柜内甚至跨机柜间，根据设备实时功耗动态调整电力分配策略，避免局部过载或三相不平衡，将机柜的可用功率密度提升了约15%。

与基础设施联动：电源数据与机房制冷系统、动环监控打通，实现“以电定冷”，进一步优化了整体能效。该项目实施后，相关计算集群的供电系统损耗降低了18%，并为后续的弹性扩容打下了坚实的电力基础。

这个案例给了我们很深的启发。超算中心插框电源的选型，早已超越了“接线板”的范畴。它应该是一个集成了精准计量、智能控制、数据交互的边缘能源管理节点。选型的逻辑阶梯，应该这样搭建：首先，认清负载特性（稳态还是爆发式？）；其次，评估监控与管理颗粒度的需求（是需要到机柜，到路，还是到口？）；再次，考量与现有及未来基础设施管理系统的兼容性；最后，也是阿拉上海人常讲

的要“算算长远账”，即全生命周期内的可靠性与总拥有成本。

海集能扎根上海，在江苏南通和连云港设有专注定制化与标准化生产的基地，我们从电芯、PCS到系统集成全链路深耕，就是为了能透彻理解能源转换与管理的每一个环节。这种理解，让我们在看待超算中心电源这类“小”设备时，能带着“大”系统的视角。我们为通信基站、物联网微站提供的极端环境适配、一体化集成的站点能源方案，其核心的智能管控与高可靠设计理念，与超算中心对供电“零中断、可预测、高效率”的要求在底层是相通的。

所以，当您下一次在为超算中心或高性能计算集群规划电力时，不妨问自己几个更深入的问题：我们选择的插框电源，是仅仅在“供电”，还是在“管理和优化”电力？它产生的数据，是否足以让我们真正看清每一瓦特能量的去向，并做出智慧的调度决策？在通往E级甚至Z级超算的道路上，每一个百分点的能效提升都意义重大，而这一切，或许就可以从重新审视那个安静的、躺在机柜里的插框电源开始。

您的超算中心，目前如何应对计算节点功耗日益动态化、异构化带来的供电挑战？

来源: <https://hl-smart.com>