

中国东数西算节点大型AI智算中心解决系统谐振风险 实施案例

依晓得伐，当我们谈论东数西算，特别是那些承载着未来人工智能算力的庞大智算中心时，我们往往被其惊人的计算能力所吸引。然而，在这些数据中心的“心脏”——其电力系统内部，一场看不见的“风暴”可能正在酝酿。这就是我们要聊的系统谐振风险，一个足以让最先进的服务器阵列瞬间“熄火”的隐形威胁。

中国东数西算节点大型AI智算中心解决系统谐振风险实施案例

依晓得伐，当我们谈论东数西算，特别是那些承载着未来人工智能算力的庞大智算中心时，我们往往被其惊人的计算能力所吸引。然而，在这些数据中心的“心脏”——其电力系统内部，一场看不见的“风暴”可能正在酝酿。这就是我们要聊的系统谐振风险，一个足以让最先进的服务器阵列瞬间“熄火”的隐形威胁。

让我们从一个现象说起。在西部某国家级算力枢纽，一座新建的大型AI智算中心在试运行期间，其高压配电系统多次出现不明原因的电压剧烈波动和继电保护装置误动作，导致部分关键IT负载意外宕机。工程师们起初怀疑是设备质量问题，但更换了昂贵的进口开关柜后，问题依然如影随形。这就像一位体格强健的运动员，却总在关键时刻发生不明原因的“心悸”。问题的根源，最终指向了电力电子设备大量应用后引发的系统谐振。

那么，谐振究竟是什么？简单讲，当电力系统中感性元件（如变压器、电抗器）和容性元件（如电缆、补偿电容器）的参数匹配，在特定频率下产生“共鸣”时，就会发生谐振。它会将微小的扰动放大成数百甚至数千伏的过电压，对精密设备造成毁灭性打击。对于东数西算节点，尤其是AI智算中心而言，这个风险被急剧放大：

负载特性极端：GPU集群等AI算力设施，其功率密度极高，且工作负载瞬间突变剧烈，像极了在电网上进行频繁的“冲刺跑”，极易激发谐波。

供电结构复杂：为保障99.999%以上的可用性，智算中心普遍采用双路或多路供电，并配备大量的UPS、HVDC和储能系统。这些电力电子设备的集中接入，改变了电网的固有阻抗特性。

新能源接入：为践行绿色计算，很多中心会配置光伏等分布式能源。其逆变器并网，又引入了新的谐波源和阻抗变量。

数据最能说明问题的严峻性。根据美国电科院的相关研究报告，在包含大量变频器和整流负载的现代数据中心，电网背景谐波电压畸变率超过3%时，引发谐振的概率将增加400%以上。而在我们接触的一个实际案例中，某智算中心在未做针对性治理前，其10kV母线的特定次谐波电压含有率竟高达8.7%，远超国标限值，这无异于在电网中埋下了一颗“定时炸弹”。

面对这一挑战，传统的被动滤波或简单电容补偿往往力不从心，甚至可能“火上浇油”。这就需要更系统化、更具前瞻性的“数字能源解决方案”。这正是像我们海集能这样的企业所深耕的领域。总部位于上海的海集能，近二十年来一直专注于新能源储能与数字能源技术，我们从电芯到PCS，再到系统集成与智能运维，构建了全产业链能力。尤其在站点能源和微电网领域，我们为全球无数通信基站、物联网微站提供了高可靠的“光储柴一体化”解决方案，深刻理解复杂场景下电力系统的稳定之道。

现在，让我们聚焦一个具体的实施案例。在华中地区的一个东数西算核心节点，一座规划算力达500 PFlops的AI智算中心就遇到了典型的谐振困扰。其供电系统包含了市电、柴油发电机、大型UPS以及为节能而配置的兆瓦级光伏电站。每当光伏出力较大且IT负载发生特定模式切换时，母线电压就会出现高频振荡。

治理前关键指标测量值国标允许值

11次谐波电压含有率6.8% 4%

13次谐波电压含有率5.2%

电压总畸变率(THD)5.1%

我们的工程团队没有采用头痛医头、脚痛医脚的方式。首先，我们部署了自主研发的宽频域阻抗扫描与分析系统，对从10kV进线到低压服务器机柜末端的整个链路进行了“CT扫描”，精准定位了谐振点分布在575Hz和1175Hz附近。基于此，我们提出了一个融合了“有源治理与智能储能缓冲”的综合性方案。

方案的核心，是在关键母线节点部署了海集能定制化的有源电力滤波器(APF)与储能型电能质量调节装置(SPC)的组合。APF如同一位敏锐的“谐波猎手”，实时追踪并反向注入抵消电流，主动消除谐波。而SPC装置则更进了一步，它集成了我们连云港基地标准化生产的高功率密度储能模组，不仅能吸收谐波，还能在毫秒级时间内提供或吸收无功与有功功率，像一块强大的“电子海绵”，平抑电压的瞬间波动，从根本上改变局域电网的阻抗特性，避免谐振条件成立。

这个案例的成果是显著的。治理后，该智算中心母线电压THD稳定在1.5%以下，各次谐波均优于国标。更重要的是，系统再未发生因电能质量问题导致的宕机事件，为其承载的大规模AI训练任务提供了坚实的“电力基座”。客户反馈，预计因电力问题导致的算力损失下降了90%以上，这相当于每年释放了数千小时的宝贵算力资源。

从这个案例中，我们可以获得一些更深刻的见解。对于东数西算战略下的新一代智算中心，其电力系统设计必须从“保障供电”升级到“保障优质供电”。谐振风险的管理，不能再是事后补救，而应在规划阶段就进行仿真与评估。其次，解决方案必须具有系统性和主动性。正如我们海集能在南通基地为不同场景定制化设计储能系统时所坚持的理念：单一设备的功能叠加，无法应对系统级耦合产生的新问题，必须站在整个能源流和信息流的高度进行一体化设计与控制。

最后，我想留给大家一个开放性的问题：当AI的算力需求以每年十倍甚至百倍的速度增长，当“西算”节点聚集的算力规模不断突破物理极限，我们当前的电力基础设施和电能质量治理理念，是否已经为迎接这场真正的“能源-算力”融合革命做好了准备？我们又将如何构建一个既足够强壮又足够智能的“电力神经网络”，来支撑下一个AI突破的诞生？

来源: <https://hjenergysolution.com>