

今天，我想和大家聊聊一个听起来有些专业，但实际上深刻影响着我们数字生活可靠性的问题——电力系统的谐振风险。特别是在东南亚那些风光旖旎，但电网基础设施可能相对薄弱的地区，这个问题就更加凸显了。依晓得伐，我们海集能（上海海集能新能源科技有限公司）作为一家从2005年就开始深耕新能源储能的高新技术企业，在站点能源领域，尤其是为通信基站、边缘计算节点这类关键设施提供电力保障方面，积累了近二十年的经验。我们遍布全球的“交钥匙”工程，其中一个核心任务，就是确保电力供应的“纯净”与稳定。

**【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。

## 东南亚边缘计算节点解决系统谐振风险实施案例

今天，我想和大家聊聊一个听起来有些专业，但实际上深刻影响着我们数字生活可靠性的问题——电力系统的谐振风险。特别是在东南亚那些风光旖旎，但电网基础设施可能相对薄弱的地区，这个问题就更加凸显了。依晓得伐，我们海集能（上海海集能新能源科技有限公司）作为一家从2005年就开始深耕新能源储能的高新技术企业，在站点能源领域，尤其是为通信基站、边缘计算节点这类关键设施提供电力保障方面，积累了近二十年的经验。我们遍布全球的“交钥匙”工程，其中一个核心任务，就是确保电力供应的“纯净”与稳定。

那么，什么是系统谐振风险呢？你可以把它想象成一场不期而遇的“声波共鸣”，但在电力系统里，共鸣的不是声音，而是电流和电压。当电网中的电感（比如变压器、线路）和电容（比如电缆、补偿装置）在某个特定频率下“情投意合”时，就会产生谐振。这种现象会导致电压异常升高或电流剧烈放大，轻则让精密电子设备“神经错乱”、误报警，重则直接烧毁核心部件，造成整个节点的瘫痪。对于正在快速部署的东南亚边缘计算节点而言，它们往往地处偏远，依赖本地柴油发电机、光伏和储能组成的混合微电网供电，电网阻抗复杂多变，谐振风险就像一颗不定时炸弹。

### 现象与数据：一个不容忽视的隐形杀手

让我给你看一些真实的数据。根据我们对东南亚多个在建边缘计算站点的前期勘测，超过60%的站点在模拟运行中检测到了潜在的谐振点，频率主要集中在150Hz到850Hz这个范围内。这个频段，恰恰是许多变频器、开关电源和逆变器工作时产生谐波的富集区。更麻烦的是，许多站点为了降低碳排放，引入了光伏发电。光伏逆变器本身就是一个电力电子设备，它既是谐波的“生产者”，也可能在特定电网条件下成为谐振的“激发者”。这就形成了一个尴尬的局面：我们引入了绿色能源，却可能无意中引入了新的系统风险。

这里有一个具体的案例。2023年，我们在印尼苏拉威西岛参与了一个大型电信运营商的边缘计算节点扩建项目。该节点原本由柴油发电机和一组老旧电池支撑，在新增了光伏阵列和海集能的储能系统后，试运行阶段就频繁出现PCS（储能变流器）保护性停机，站点内的服务器也记录到多次异常的电压瞬变。我们的工程师团队带着专业设备现场“把脉”，通过电能质量分析仪捕捉到的波形显示，在光伏逆变器

以特定功率投入时，系统在315Hz附近产生了明显的谐振过电压，峰值超过了标称电压的1.3倍。这个电压，足以让敏感的IT设备“瑟瑟发抖”。

## 案例实施：从诊断到根治的系统性方案

发现问题只是第一步，如何优雅地解决问题，才真正考验功力。我们海集能提供的，从来不是简单的设备堆砌，而是基于对电芯、PCS、BMS到整个系统集成全产业链深度理解，给出的系统性数字能源解决方案。针对苏拉威西岛的案例，我们的团队迅速行动了。

**精准建模与仿真：**首先，我们利用专业的电力系统仿真软件，根据现场的电网拓扑、线路参数、设备阻抗，建立了一个精确的数字孪生模型。这个模型让我们可以在电脑上安全地“复现”谐振，并测试各种解决方案。

**有源阻尼注入：**传统的无源解决方案，比如加装滤波电抗器，虽然有效，但体积大、成本高，且针对固定频率。我们采用了更智能的方法——通过优化我们自研的储能PCS控制算法，使其在特定频段注入一个可控的、相反的阻尼电流。这相当于给系统的“声带”加了智能调节器，从源头抑制振荡。这得益于我们南通基地在定制化系统设计上的深厚积累。

**自适应协调控制：**同时，我们升级了站点的能源管理系统（EMS），将光伏逆变器、柴油发电机和储能系统的控制策略进行一体化协调。系统能够实时监测电网阻抗的变化，并动态调整各单元的运行模式和参数，主动避开可能引发谐振的工作点，实现“自适应免疫”。

实施完成后，效果是立竿见影的。谐振过电压被完全抑制，电压总谐波畸变率（THD）从原来的8.7%降至3%以下，远优于IEEE 519等国际标准的要求。更重要的是，该边缘计算节点的供电可靠性得到了质的飞跃，为当地即将上线的5G和物联网服务提供了坚实的“电力地基”。这个案例也充分体现了我们海集能“高效、智能、绿色”解决方案的价值，不仅仅是提供电力，更是提供稳定、高品质的电力。

## 更深层的见解：储能系统的新角色

通过这个案例，我想引申出一个更重要的观点。在今天的能源时代，储能系统，特别是像我们海集能在连云港基地规模化生产的标准化储能柜和南通基地打造的定制化能源柜，其角色已经远远超越了“存电和放电”。它正日益成为一个强大的“电网主动支撑单元”。

除了提供备用电源、峰谷套利这些传统功能，现代先进的储能系统通过其快速、精准的电力电子接口，可以化身成为电网的“稳定器”和“净化器”。它可以提供虚拟惯性，缓解频率波动；可以提供无功支撑，改善电压质量；当然，也可以像我们刚才讨论的，提供有源阻尼，消除系统谐振。这要求储能供应商不仅懂电池，更要懂电力系统，懂电力电子，懂控制策略。而这，正是海集能近二十年技术沉淀所构建的核心壁垒——我们是从电芯到系统，再到智能运维的全产业链深度参与者，所以我们能看得更全，做得更深。

对于东南亚、非洲、拉美等广大正在加速数字化，但电网条件复杂的地区来说，这种能够“主动适

应并强化本地微电网”的储能解决方案，其意义尤为重大。它让在无电弱网地区建设高可靠性的边缘计算节点、通信基站从梦想照进现实，真正支撑起一个普惠、resilient的数字世界。

## 面向未来的思考

随着边缘人工智能（Edge AI）和物联网的爆炸式增长，未来边缘计算节点的密度和功耗都将呈指数级上升。这对站点能源的功率密度、智能化程度和与ICT设备的协同能力，都提出了前所未有的挑战。我们是否已经准备好，让能源基础设施像计算基础设施一样，变得可软件定义、可弹性扩展、可自我修复？当成千上万个这样的节点散布在热带雨林、偏远海岛时，我们又如何通过云端智能运维，确保它们持续、稳定、高效地运行？

这些问题，没有简单的答案。但我相信，路径在于持续的技术融合与创新。我们海集能将继续以站点能源为核心舞台，将数字技术、电力电子技术与储能技术深度融合。毕竟，推动能源转型，助力全球客户实现可持续、高可靠的能源管理，是我们自2005年成立以来就刻在基因里的使命。那么，对于您所在的企业或领域，在迈向数字化和绿色化的道路上，您认为最关键的能源挑战是什么？我们或许可以一起，找到那个优雅解决方案。

---

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