

在站点能源领域，我们面临一个持续的挑战：如何在有限空间内，为通信基站这类关键设施，提供既高能量密度又绝对安全可靠的电力保障。传统的风冷方案在应对高温、高湿或多尘的极端环境时，往往显得力不从心，散热效率的瓶颈直接制约了系统性能与寿命。这正是我们探索下一代技术的起点。

组串式储能机柜浸没式冷却磷酸铁锂白皮书

在站点能源领域，我们面临一个持续的挑战：如何在有限空间内，为通信基站这类关键设施，提供既高能量密度又绝对安全可靠的电力保障。传统的风冷方案在应对高温、高湿或多尘的极端环境时，往往显得力不从心，散热效率的瓶颈直接制约了系统性能与寿命。这正是我们探索下一代技术的起点。

让我们先看一组数据。根据行业研究，储能系统的温升每超过理想范围 10°C ，其循环寿命衰减可能接近50%。而在无市电或弱电网的偏远站点，储能系统需要7x24小时不间断工作，环境温度可能从 -40°C 跨越到 $+60^{\circ}\text{C}$ 。这种严苛工况下，热管理不再是辅助系统，而是决定整个能源解决方案成败的核心。传统的空气对流散热，其热交换效率存在物理上限，且容易积聚灰尘影响散热，甚至引发安全隐患。

现象背后是深刻的物理原理。热量积聚本质上是电化学反应加速的催化剂，它会加剧电池内部的不一致性，导致容量跳水和安全阈值下降。所以，我们需要的不是一个“更好”的冷却方式，而是一个“根本不同”的热管理哲学——将发热元件与冷却介质直接、全方位地接触。这就是浸没式冷却（Immersion Cooling）的逻辑起点。将磷酸铁锂（LFP）电芯直接浸没在绝缘冷却液中，热量被液体以远超空气的效率直接带走。这种方法近乎“釜底抽薪”，它不仅仅是冷却，更是为电芯创造一个极其稳定、均匀的温度场。

那么，如何将这一革命性的冷却技术与实际部署的灵活性结合起来呢？海集能的答案，是将其融入“组串式”的机柜设计理念。我们上海总部和南通、连云港两大基地的工程团队，经过大量测试，开发出了模块化的组串式浸没冷却储能机柜。你可以这样理解：每个机柜都是一个独立、智能的“能量块”，内部采用浸没式冷却确保核心安全与性能；多个这样的机柜可以像乐高积木一样，根据站点实际功率和备电时长需求灵活并联扩容。这种设计完美契合了从城市到荒野、从寒带到赤道的各类站点场景。

让我分享一个具体的案例。在东南亚某群岛的通信网络升级项目中，运营商需要在多个岛屿上新建4G/5G基站。这些站点面临常年高温高湿、海风盐蚀，且电网脆弱或完全无电。传统的储能方案面临严重的散热和腐蚀挑战。海集能为该项目部署了采用浸没式冷却LFP电池的组串式储能机柜，配合光伏构成光储一体微电网。经过18个月的运行，数据很有说服力：与同期部署的传统风冷系统相比，我们的浸没冷却机柜电池舱内温度波动被控制在 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 以内，系统整体能效提升了约8%，在极端湿热季节也未出现因高温导致的功率降额。更直观的是，现场维护人员报告，机柜几乎无需清理灰尘，大大降低了运维频率和成本。这个案例生动地说明，先进的热管理技术如何直接转化为运营的可靠性与经济性。

深入技术层面，海集能选择的磷酸铁锂（LFP）路线与浸没式冷却堪称天作之合。LFP材料本身具有出色的热稳定性和安全性，其橄榄石结构比层状氧化物材料更耐热失控。当它与绝缘冷却液结合时，产生了“ $1+1>2$ ”的效应：冷却液不仅带走了热量，还彻底隔绝了氧气，即便在极端情况下，也几乎杜绝了

起火蔓延的可能。我们从电芯选型、PCS（变流器）匹配到系统集成，在连云港的标准化基地和南通的定制化基地，构建了全产业链的品控能力，确保每一台出厂的浸没冷却机柜，都达到“交钥匙”的可靠标准。

从更广阔的视野看，这不仅仅是产品的升级。作为一家从2005年就扎根新能源领域的企业，海集能始终在思考如何为全球的能源转型提供切实的支撑。站点能源，特别是通信、安防这些社会运行的“神经节点”，其供电的绿色化、智能化与高可靠性，意义重大。我们的组串式浸没冷却储能方案，正是这种思考的结晶——它用扎实的工程创新，解决了“供电最后一公里”的顽疾。我们相信，真正的技术突破，是让复杂的前沿科技，以稳定、易用、高效的形式，服务于全球不同角落的实际需求。

当然，任何技术都有其适用边界和持续优化的空间。浸没式冷却液的长期兼容性、系统初始成本与全生命周期成本的平衡、在极寒地区的启动策略……这些都是我们实验室和现场正在持续研究的课题。能源技术的进步，永远是一个迭代的过程，离不开与学术界和产业界的深度交流。例如，在材料科学方面，可以参考美国能源部下属国家可再生能源实验室（NREL）对储能系统寿命加速测试的一些方法论NREL，这为我们评估长期可靠性提供了框架。

所以，下一个问题抛给我们所有人：当热管理不再是限制因素时，我们对于站点能源的想象边界在哪里？是否可能设计出完全无需空调机房、可以部署在任何恶劣环境的“全能型”能源节点？我们期待与更多的合作伙伴、客户一起，探索这些可能性，共同绘制未来关键基础设施的能源蓝图。

来源: <https://hjenergysolution.com>