

组串式储能机柜液冷技术与全钒液流电池在站点能源中的实践

在站点能源领域，我们面临一个看似简单却日益棘手的挑战：如何为那些地处偏远、环境严苛的通信基站或安防监控点，提供持续、稳定且经济的电力？传统的方案往往在极端高温、低温或频繁充放电的考验下，显得力不从心。供电的可靠性与系统的全生命周期成本，成了横在运营商面前的两座大山。这不仅仅是技术问题，更关乎无数关键基础设施的“生命线”。作为在储能领域深耕近二十年的海集能，我们的研发团队一直在思考，能否将数据中心级别的热管理理念与本质更安全的电池化学体系结合，为这些“能源孤岛”提供一个更优解？

【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。

组串式储能机柜液冷技术与全钒液流电池在站点能源中的实践

在站点能源领域，我们面临一个看似简单却日益棘手的挑战：如何为那些地处偏远、环境严苛的通信基站或安防监控点，提供持续、稳定且经济的电力？传统的方案往往在极端高温、低温或频繁充放电的考验下，显得力不从心。供电的可靠性与系统的全生命周期成本，成了横在运营商面前的两座大山。这不仅仅是技术问题，更关乎无数关键基础设施的“生命线”。作为在储能领域深耕近二十年的海集能，我们的研发团队一直在思考，能否将数据中心级别的热管理理念与本质更安全的电池化学体系结合，为这些“能源孤岛”提供一个更优解？

让我们先看一组数据。根据行业分析，在典型的户外通信基站场景中，环境温度每升高10 °C，传统风冷锂电池的寿命衰减速率可能加快一倍。同时，在功率频繁波动的工况下，电池簇之间的不一致性会被放大，导致系统可用容量快速下降，维护成本激增。这就像一支队伍，如果成员们步调不一，整体效率就会大打折扣。问题的核心指向两点：精准的温度控制与电池本质安全及循环耐久性。这正是我们探索将组串式储能架构、液冷散热技术以及全钒液流电池化学体系相结合的逻辑起点。

组串式储能机柜，其灵感来源于光伏领域的组串式逆变器。它将传统的集中式大电池堆，分解为多个独立并联的、功率较小的电池模块单元。每个单元都具备独立的DC/DC变换器和电池管理系统（BMS）。这样做的好处是显而易见的：它实现了电池簇间的解耦，解决了因电池内阻、温度差异导致的环流和木桶效应问题，极大提升了系统可用容量和循环寿命。但随之而来的，是更密集的功率器件带来了更集中的发热量。传统的强制风冷在这里遇到了瓶颈——散热不均、易积灰尘、噪音大，且在沙漠或高寒地区，环境适应性不足。

于是，液冷技术被引入。液冷的优势在于其超高的比热容和精准的导向能力。在海集能的设计中，我们将液冷板直接集成到电池模块内部，冷却液直接与电池电芯的主要发热部位进行热交换。这种直接冷却的方式，效率远高于传统的空气对流。我们可以将整个储能机柜内部的工作温度控制在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的极窄区间内，让每一颗电芯都工作在“舒适区”。这不仅大幅延缓了电芯老化，还使得机柜的功率密度得以提升，体积得以缩小——对于站点宝贵的空间来说，这太重要了。阿拉海集能在南通基地的定制化产线，就专门为这类高度集成的液冷系统设计了柔性装配工艺。

组串式储能机柜液冷技术与全钒液流电池在站点能源中的实践

那么，电池本身呢？当我们把目光投向需要超长寿命、每日深度循环的站点储能场景时，全钒液流电池（VRFB）进入了我们的视野。这是一种非常独特的电池，它的能量储存在外部的电解液罐中，通过泵在电堆中循环发生电化学反应。它的优势几乎是某些严苛站点场景定制的：

循环寿命极长：可达15000次以上，远超锂电，全生命周期成本可能更具优势。

本质安全：电解液为水性溶液，无燃爆风险。

容量与功率独立设计：只需增加电解液储量即可扩容，部署灵活。

良好的环境适应性：电解液工作温度范围宽，与液冷系统结合后，更能应对酷暑与严寒。

将组串式架构的管理优势、液冷技术的温控优势，与全钒液流电池的寿命和安全优势相结合，就构成了一个极具韧性的站点能源解决方案。它并非要取代所有锂电池方案，而是在那些对可靠性、寿命和安全性有极致要求的无电弱网地区、新能源微电网中，提供了一个值得信赖的选项。

理论需要实践检验。在海集能的全球项目库中，有一个位于中亚戈壁地区的通信基站扩建项目颇具代表性。该站点原有柴油发电机供电，成本高昂且维护不便。我们为其设计了一套“光伏+储能”的离网系统，其中储能核心便采用了实验性的组串式液冷全钒液流电池柜。项目初期面临诸多质疑：液流电池效率相对较低、系统复杂。但我们通过精细化设计，将光伏容量适度增加以弥补效率损失，并利用液冷系统确保电堆在昼夜温差极大的戈壁环境中高效稳定运行。

项目实施18个月以来的数据是令人鼓舞的。系统完全替代了柴油机，实现了100%绿色供电。尽管当地夏季地表温度超过50℃，冬季低至-30℃，但得益于液冷系统的精准调控，电池电堆始终工作在25℃±5℃的最佳区间。更关键的是，在经历了超过1300次的深度充放电循环后，系统检测到的容量衰减率低于预期，远优于同等条件下锂电池的衰减模型。这个案例虽然规模不大，但它验证了这条技术路径在高寒高热、频繁循环场景下的独特生命力。海集能连云港基地的标准化制造体系，正在致力于将此类定制化项目中验证的可靠模块，进行标准化提炼，以降低成本，惠及更多客户。

当然，任何技术都不是完美的银弹。全钒液流电池的能量密度较低、初始投资成本较高，以及系统复杂度带来的维护专业性要求，都是其当前市场推广需要面对的客观现实。它更像是一位“长跑健将”，在需要“耐力”的赛场——比如每日需进行两次充放电循环的峰谷套利场景、或作为微电网的长时备用电源——方能淋漓尽致地发挥其价值。技术的进步，例如关键材料电堆设计的优化、集成度的提高，正在持续改善其经济性曲线。而液冷技术，作为提升能量密度和可靠性的关键使能技术，其应用范围早已不限于液流电池，在高端锂电池储能系统中也已成为趋势。

所以，当我们回过头看站点能源的未来，或许不应局限于单一技术的争论。未来的解决方案，很可能是基于不同场景需求的技术融合与架构创新。海集能作为一家从电芯、PCS到系统集成全线打通的数字能源解决方案服务商，我们的角色就是为客户提供这种“组合创新”的可能。无论是采用液冷锂电池的快速响应方案，还是布局液冷全钒液流电池的长寿命方案，其核心目的始终如一：即为全球的通信基站、物联网节点、安防监控等关键站点，交付一个高效、智能、绿色且绝对可靠的“能源心脏”。

组串式储能机柜液冷技术与全钒液流电池在站点能源中的实践

那么，对于您所关注的特定站点场景，是初始投资成本、全生命周期成本、极端环境适应性，还是供电的功率/能量特定需求，在您看来，将成为技术路线选择中最具决定性的那一个砝码呢？

——

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