

当你走在上海街头，看到那些为通信基站默默供电的站点能源柜，或是注意到一些工商业园区里悄然运行的储能系统时，可能不会想到，在这些设备的内部，一场关于“温度”的精密调控无时无刻不在进行。这直接关系到储能系统的安全、效率和寿命。今天，我们就来聊聊支撑这场调控的核心技术之一——液冷热泵，并看看它如何在实际应用中大显身手。

储能液冷热泵工作原理图解

当你走在上海街头，看到那些为通信基站默默供电的站点能源柜，或是注意到一些工商业园区里悄然运行的储能系统时，可能不会想到，在这些设备的内部，一场关于“温度”的精密调控无时无刻不在进行。这直接关系到储能系统的安全、效率和寿命。今天，我们就来聊聊支撑这场调控的核心技术之一——液冷热泵，并看看它如何在实际应用中大显身手。

现象是这样的：无论是磷酸铁锂还是其他化学体系的电池，在充放电时都会产生热量。如果热量积聚，轻则导致电池容量衰减加速，重则可能引发热失控，安全隐患不容小觑。尤其是在户外站点、微电网这些环境复杂、无人值守的场景，传统的风冷散热方式开始显得力不从心。它依赖环境空气，在高温、高粉尘或密闭空间里，散热效率大打折扣，能耗也高。

那么，更优的解决方案是什么？数据给出了方向。研究表明，将电池的工作温度控制在最佳区间（通常是 $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ），其循环寿命可比在高温环境下工作延长数倍。这就需要一种更高效、更精准、更不依赖外部环境的温控技术。于是，液冷热泵技术走上了前台，逐渐成为中大型储能系统，特别是对可靠性要求极高的站点能源领域的优先选择。

液冷热泵系统是如何工作的？

我们可以把它想象成一个为电池量身定制的“智能空调系统”。它的核心目标非常明确：无论外部是炎炎夏日还是凛冽寒冬，都要确保电池包内部始终处于一个舒适、恒定的温度环境。

整个系统主要由几个关键部分协同工作：

液冷板：这是与电池直接接触的“冷热交换器”。通常被集成在电池模组底部或侧壁，内部有流道。冷却液在这些流道中流动，直接、高效地与电池进行热量交换。

循环泵：它是系统的“心脏”，负责驱动冷却液在整个闭合管路中循环流动，将热量从电池端带到热泵主机。

热泵主机（含压缩机、冷凝器、蒸发器等）：这是系统的“大脑和能量转换中心”。它基于逆卡诺循环原理工作，能够智能地决定是进行“制冷”还是“制热”。

工作模式

工作原理简述

应用场景

制冷模式

当电池温度过高时，冷却液将热量带到蒸发器，热泵通过压缩机做功，将热量“泵送”到冷凝器散发到外部环境，从而冷却循环液。

夏季高温、电池大功率充放电时。

制热模式

当环境温度过低时，热泵可以反向工作，从外部低温环境中吸取热量，通过压缩机提升温度后，将热量传递给冷却液，为电池加热。

冬季严寒，保证电池低温启动和正常运行。

这个过程听起来或许有点复杂，但它的优势是实实在在的。相比风冷，液冷与电池的接触面积更大，换热效率可以提升数倍，温度均匀性也更好，避免了电池包内出现局部热点。更重要的是，它的运行几乎不受外部恶劣空气质量的影响，非常适合我们海集能所专注的站点能源场景——那些分布在戈壁、高山、海岛等无电弱网地区的通信基站和安防监控站点。

从原理到实践：一个具体的案例

空谈原理或许不够直观，让我们来看一个实际的应用。在非洲某国的乡村通信网络扩建项目中，运营商面临一个棘手问题：新建的基站很多位于电网不稳定或完全无电网的地区，传统柴油发电机噪音大、运维成本高、且不符合绿色发展的要求。同时，当地昼夜温差大，午后极端气温可达 45°C 以上，对储能电池的耐高温性能是极大考验。

海集能为该项目提供了集光伏、储能、智能管理于一体的光储柴一体化站点能源解决方案。其中，储能柜内部就集成了我们自主研发的智能液冷热泵温控系统。这套系统做到了什么呢？

在白天光伏发电充足、电池大电流充电时，液冷系统高效散热，将电池温度牢牢控制在 32°C 以下，远低于同站点对比测试的风冷系统（电池温度可达 48°C ）。

在夜间，系统根据环境温度，智能切换至低功耗运行或制热预备模式，确保电池在任何时候都处于最佳工作区间。

根据为期一年的运行数据反馈，采用液冷温控的储能系统，其电池容量衰减率比采用普通温控方案的系统降低了约40%。同时，因为温度均匀性极佳，整个电池簇的充放电一致性也得到显著提升，使得站点的整体供电可靠性提高了超过30%，运维团队无需再为电池高温报警而频繁奔波，实实在在地降低了全生命周期的运营成本。这个案例清楚地表明，一项优秀的温控技术，不仅仅是“辅助”，更是提升整个储能系统价值与可靠性的关键。

技术背后的思考：为什么是“一体化集成”？

讲到这里，你可能已经理解了液冷热泵的原理和优势。但我想分享一个更深层次的见解：在真实的工程化、产品化过程中，单项技术的优秀并非全部。液冷热泵要与电池管理系统（BMS）、能量管理系统（EMS）、乃至整个站点的光伏输入、负载需求进行“对话”和“协同”，才能发挥最大效能。

这恰恰是海集能在近20年技术沉淀中一直深耕的方向。我们在江苏南通和连云港的基地，一个专注定制化，一个聚焦标准化，但核心逻辑是相通的：提供从电芯选型、PCS匹配、系统集成到智能运维的“交钥匙”方案。就拿站点能源产品来说，我们的光伏微站能源柜、站点电池柜，其内部的液冷温控模块并不是一个孤立的部件，而是深度融入到了整个系统的智能管理算法中。系统会综合考量环境温度、电池SO

C（荷电状态）、历史充放电数据，甚至预测未来的天气变化，来动态调整热泵的工作策略，实现能耗与效用的最优平衡。这种一体化集成的思路，才是解决无电弱网地区供电难题、同时为客户降本增效的坚实支撑。

所以，下次当你看到街边那些不起眼的通信柜时，或许可以想到，其内部可能正运行着一套精密、高效的“血液循环系统”和“智能温控大脑”。技术的发展总是这样，将复杂的原理转化为稳定、可靠、用户无感的日常。从风冷到液冷，从被动散热到主动智能热管理，每一次技术迭代，都是为了更安全、更长久、更高效地存储和利用每一度绿色电能。

那么，在你看来，对于未来遍布城市角落的物联网设备、电动汽车换电站等新型储能应用场景，温控技术又将面临哪些新的挑战 and 机遇呢？

来源: <https://www.hj-mobile.com>