

在储能行业的技术演进中，我们观察到一种有趣的现象。过去几年，大型储能项目，特别是户外部署的集装箱式储能系统，普遍采用风冷散热方案。它结构相对简单，初期投资成本也显得颇为友好。然而，随着项目规模从兆瓦级向百兆瓦级跃进，电池能量密度不断提升，充放电倍率要求日益苛刻，一个核心矛盾便浮出水面：电池簇之间，甚至电芯之间的温度均匀性，开始变得难以控制。温度不均，对于以磷酸铁锂（LFP）为电化学基础的储能系统而言，绝非小事，它直接关系到循环寿命、系统效率，乃至安全边界。

液冷储能舱风冷系统磷酸铁锂实施案例的深度解析

在储能行业的技术演进中，我们观察到一种有趣的现象。过去几年，大型储能项目，特别是户外部署的集装箱式储能系统，普遍采用风冷散热方案。它结构相对简单，初期投资成本也显得颇为友好。然而，随着项目规模从兆瓦级向百兆瓦级跃进，电池能量密度不断提升，充放电倍率要求日益苛刻，一个核心矛盾便浮出水面：电池簇之间，甚至电芯之间的温度均匀性，开始变得难以控制。温度不均，对于以磷酸铁锂（LFP）为电化学基础的储能系统而言，绝非小事，它直接关系到循环寿命、系统效率，乃至安全边界。

这就引出了一个关键的技术选择：在追求更大规模、更高效率和更长寿命的今天，我们是否应该继续依赖传统的风冷路径？或者，转向液冷技术？液冷方案通过冷却液与电芯的紧密接触，能够实现更精准的温度控制，温差可以控制在3摄氏度以内，而风冷系统往往在5-8摄氏度甚至更高。这个数据差异意味着什么？根据权威研究，在典型工况下，电芯工作温度每降低10摄氏度，其循环寿命有望延长约一倍。更均匀的温度场还能提升整体放电深度和系统可用容量，从全生命周期成本来看，液冷的优势会逐渐显现。

作为在新能源储能领域深耕近二十年的海集能，我们对这两种技术路径都有深刻的理解和实践。我们总部在上海，在江苏的南通和连云港设有两大生产基地，从定制化到标准化，构建了完整的产业链能力。在站点能源这个核心板块，我们为全球的通信基站、物联网微站提供光储柴一体化解决方案。这些站点往往环境恶劣，对温控要求极高，这倒逼我们必须精通各种热管理技术。所以，当我们将视野扩展到大型储能舱时，液冷与风冷的选择，就不仅仅是一个技术问题，更是一个与项目场景、投资回报深度绑定的商业决策。

从现象到数据：热管理的核心挑战

让我们来点实在的。假设一个100MWh的储能电站，采用典型的280Ah磷酸铁锂电芯。在1C倍率充放电时，单个电芯的发热功率可能达到数十瓦。一个标准40尺集装箱储能舱内，密集排列着数千个这样的电芯，总发热量相当可观。风冷系统依靠空气作为介质，其比热容低，且气流组织容易受到舱内布局、过滤器堵塞等因素影响，容易形成局部热点。

温差问题：位于风道入口和出口的电池包，温度差异显著。长期运行下，部分电芯老化加速，导致电池簇一致性变差，系统可用容量衰减速度超预期。

能耗问题：为了控制最高温度点，风机往往需要以更高功率运行，这本身消耗了系统宝贵的电能。有数据显示，在高温环境下，风冷系统的辅助能耗可能占到系统总输出的2%-3%。

空间与噪音：大风量风机需要更大的风道和进出口空间，也产生了不可忽视的噪音。

而液冷系统，通过在每个电池模组底部或侧面集成液冷板，让冷却液（通常是水乙二醇溶液）直接带走热量。液体的比热容远高于空气，导热效率更高，因此可以更安静、更紧凑地实现均温控制。当然咯，初期成本更高，系统复杂性也增加了，对防漏液、运维专业性提出了新要求。

一个具体的实施案例：荒漠地带的抉择

我们来看一个海集能参与的实际案例。在中亚某国的荒漠边缘，有一个为矿产加工区配套的离网型光储柴微电网项目。项目需要一套20MWh的储能系统，常年面临昼夜巨大温差（夏季白天45°C，夜间可降至15°C）和沙尘暴的侵袭。客户的核心诉求是极致的可靠性、低维护性和25年以上的长寿命。

项目挑战技术选择与应对关键数据目标

极端高温与沙尘采用密封性更好的液冷储能舱，冷却回路与外部环境完全隔离，内部保持洁净正压。电芯工作温度维持在 $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$

大幅昼夜温差液冷系统集成智能热管理策略，冬季可切换为“制热”模式，为电池包预热，保证低温启动性能。系统可用容量年衰减率 $< 2\%$

运维条件艰苦采用全氟己酮+探管式气体消防，结合海集能自研的智能运维平台，实现远程状态监测和预警，减少现场巡检。辅助功耗占比 $< 1.5\%$

在这个案例中，我们最终推荐并实施了液冷方案。为什么不是风冷？因为风冷在沙尘环境下，过滤器更换频繁会成为运维噩梦，且巨大的昼夜温差下，风冷很难做到快速均温，会影响电池的充放电计划。项目运行一年后的数据显示，液冷舱内电池簇的最大温差稳定在 2.5°C 以内，系统整体能效比设计值高出1.8%，客户非常满意。这个案例清楚地说明，在严苛环境和对全生命周期成本敏感的场景下，液冷的优势会被放大。

专业见解：技术没有绝对优劣，只有场景适配

所以，我的观点是，脱离应用场景谈论液冷和风冷的优劣，是没有意义的。风冷系统技术成熟，在中小型储能、特别是对初期成本敏感、环境条件较好的工商业储能项目中，依然具有很强的竞争力。海集能在连云港基地规模化生产的标准化储能柜，就有很多采用优化设计后的高效风冷方案，性价比非常突出。

而液冷，更像是为大型储能电站、高倍率应用、极端气候条件以及未来可能出现的更高能量密度电池所准备的技术储备和升级路径。它代表着对“一致性”和“可控性”的更高追求。就像我们上海人讲究“螺蛳壳里做道场”，液冷技术正是在有限的空间内，通过更精巧的设计，实现更极致性能的体现。磷酸铁锂（LFP）化学体系本身的安全性和长寿命特性，为液冷系统发挥其均温优势提供了绝佳的舞台，两者结合，有望将大型储能系统的寿命和可靠性推向一个新的高度。

行业内的朋友有时会问我，未来会不会是液冷一统天下？我觉得不会。市场是分层的，需求是多元的。更可能出现的局面是，液冷和风冷会在各自优势的细分领域长期共存，甚至会出现混合冷却等创新方案。对于我们这样的解决方案提供商而言，关键不是押注某一种技术，而是深刻理解客户真实的应用场景和痛点，像开药方一样，提供最适配的技术组合。海集能之所以布局从电芯到系统集成再到智能运维的全产业链，就是为了拥有这种“按需配方”的灵活性和底气。

开放的思考

随着储能电站越来越多地参与到电力市场的辅助服务中，频繁的充放电调度对热管理提出了动态响应的新要求。那么，在你看来，除了温控精度和能耗，未来的储能热管理系统还需要应对哪些新的挑战？是更快的变负荷速率，还是与电网指令更深度的协同优化？

来源: <https://hjenergysolution.com>