

在探讨储能技术的未来时，我们常常聚焦于锂电池或抽水蓄能。然而，有一种技术，它利用我们最熟悉的空气作为介质，通过极致的低温实现能量的“冻结”与“释放”，这就是深冷液化空气储能。这项技术正逐渐从实验室走向规模应用，为构建更富韧性的新型电力系统提供了另一种颇具想象力的路径。

深冷液化空气储能工作原理为能源网络提供巨大灵活性

在探讨储能技术的未来时，我们常常聚焦于锂电池或抽水蓄能。然而，有一种技术，它利用我们最熟悉的空气作为介质，通过极致的低温实现能量的“冻结”与“释放”，这就是深冷液化空气储能。这项技术正逐渐从实验室走向规模应用，为构建更富韧性的新型电力系统提供了另一种颇具想象力的路径。

简单来说，它的核心逻辑是利用电力将空气压缩、冷却直至液化，在常压下以极低的温度（约-196°C）储存液态空气。当需要电力时，液态空气被加压、汽化，体积急剧膨胀数百倍，驱动涡轮机发电。这本质上是一个“电能 势能（低温液态空气） 电能”的转换过程。与我们海集能在站点能源中常做的锂电储能不同，它不依赖特定化学元素，其“燃料”就是取之不尽的空气，这在长时、大规模的储能场景中，展现出独特的优势。

从现象到数据：为何需要这样的“空气电池”？

可再生能源，尤其是风电和光伏，具有显著的间歇性和波动性。一个晴朗的中午，光伏电站可能大发电力，而电网却无法完全消纳，造成“弃光弃风”；到了夜晚或无风时，电力供应又骤然紧张。这种现象催生了对大规模、长时储能（通常指4小时以上乃至跨季节储能）的迫切需求。锂电池目前主导着短时储能市场，但其成本在长时尺度上线性增长，且资源约束问题不容忽视。

根据中国能源研究会储能专委会的数据，到2025年，中国新型储能装机规模有望达到3000万千瓦以上，其中对8小时以上长时储能的需求正快速增长。深冷液化空气储能的理论储能时长可达数小时至数天，规模可达百兆瓦级，单次循环效率目前在60%-70%区间，并随着热管理技术的优化而提升。它就像一个为电网准备的巨型“空气充电宝”，能够平滑新能源出力曲线，参与电网调峰调频。

一个具体的应用案例：英国曼彻斯特项目

让我们看一个实际的例子。在英国曼彻斯特，一个50兆瓦/250兆瓦时的深冷液化空气储能电站已投入商业运营。在用电低谷或可再生能源过剩时，它利用多余电力，每小时可液化约70吨空气；在用电高峰时，这些液态空气能持续释放电力5小时，为约5万户家庭提供清洁电力。这个项目成功地将废弃的盐穴改造为储罐，利用了地质构造，大大降低了储气设施的建设成本。它证明了这项技术在参与电力市场、提供电网服务方面的商业可行性。

技术阶梯：原理拆解与海集能的工程思维

理解其工作原理，我们可以沿着“充电”、“存储”、“放电”三个阶梯来剖析。

阶梯一：储能（液化过程）：多余的电力驱动大型压缩机，将空气加压至数十个标准大气压。随后，高压空气进入一系列热交换器和膨胀机，被逐级冷却至超低温，最终液化。这个过程中产生的压缩热

会被收集并储存起来，这是提升整体效率的关键。

阶梯二：存储（液态空气储罐）：液化后的空气被注入一个巨大的、高度绝热的低温储罐中，在常压、约-196 °C下保存，能量损失极小。这个储罐，阿拉上海人讲起来，就是个超级保温杯，是工程上的核心设备之一。

阶梯三：释能（发电过程）：当需要电力时，液态空气从储罐中泵出，压力升高。然后，它流过换热器，利用之前储存的压缩热或环境热源（如工业废热）迅速吸热汽化，体积膨胀约700倍，形成高压常温空气流，驱动涡轮发电机发电。

这个过程听起来充满工程美感，不是吗？它涉及到热力学、流体力学、低温材料学等多个学科的深度交叉。在海集能，我们虽然专注于电化学储能和站点能源解决方案，但对于这种前沿的物理储能技术始终保持高度关注。我们的工程逻辑是相通的——无论是管理锂电池组里的离子流动，还是设计光储柴一体化的站点能源柜，核心都是如何更高效、更安全、更智能地实现能量的转换与控制。我们在南通基地的定制化系统集成能力，以及在连云港基地的规模化制造经验，本质上都是在解决复杂能源系统的工程化落地问题。

见解与展望：互补而非替代

我的见解是，未来的储能格局不会是“一枝独秀”，而将是“百花齐放”。深冷液化空气储能、抽水蓄能、压缩空气储能（利用洞穴）、液流电池等，将共同构成长时储能的主力。而像我们海集能深耕的锂电储能，凭借其快速的响应速度和灵活的部署特性，将继续在短时高频调节、工商业及户用场景中扮演主角。特别是对于通信基站、边缘计算站点这类对供电可靠性要求极高、且可能位于无电弱网地区的场景，我们提供的标准化站点电池柜或光伏微站能源柜，是更直接、更经济的解决方案。

不同的技术路线如同不同的工具，关键在于找到最适合的应用场景。深冷液化空气储能的规模化应用，有望降低整个电力系统对化石能源调峰机组的依赖，从而为风电、光伏等波动性电源的大规模并网扫清障碍。这最终会使得电网更绿色、更稳定，也让我们这些专注于分布式和用户侧解决方案的企业，能在一个更友好的宏观能源环境下，为客户创造价值。

想要更深入了解大规模储能技术的最新进展，可以参考国际能源署发布的权威报告《Energy Storage》，其中对包括液态空气储能在内的多种技术有详尽分析。

那么，在您看来，当未来某一天，深冷液化空气储能电站与遍布城乡的海集能户用储能系统、站点能源设施并网运行时，我们该如何设计一套智能算法，让这些不同尺度、不同原理的“储能单元”协同工作，以实现整个区域能源网络效率的最大化？

来源: <https://hjaiot.com>