

朋友们，我们谈储能，总绕不开一个根本问题：当风停了，太阳下山了，我们储存的能量能撑多久？电化学储能，比如我们熟悉的锂离子电池，在应对数小时的调峰需求时表现出色，但当我们把目光投向更长时间尺度——比如几天，甚至跨季节——的能量调度时，就需要探索新的物理疆域。这就引出了一个古老而又崭新的概念：压缩空气储能。而我今天想和大家探讨的，是一种更具现实操作性的技术路径——模拟压缩空气储能技术研究。

## 模拟压缩空气储能技术研究打开长时储能新思路

朋友们，我们谈储能，总绕不开一个根本问题：当风停了，太阳下山了，我们储存的能量能撑多久？电化学储能，比如我们熟悉的锂离子电池，在应对数小时的调峰需求时表现出色，但当我们把目光投向更长时间尺度——比如几天，甚至跨季节——的能量调度时，就需要探索新的物理疆域。这就引出了一个古老而又崭新的概念：压缩空气储能。而我今天想和大家探讨的，是一种更具现实操作性的技术路径——模拟压缩空气储能技术研究。

让我们先看看现象。随着可再生能源渗透率飙升，电网的波动性日益凸显。加州在2022年一个傍晚的电力净负荷曲线，曾出现过著名的“鸭子曲线”，其陡峭的下坡和爬坡对电网灵活性提出了严峻挑战。中国国家能源局的数据也显示，部分风光大基地的弃风弃光问题，根源之一就在于缺乏经济高效的长时间、大规模储能手段来平移发电曲线。传统的压缩空气储能（CAES）需要特定的地质条件，如巨大的盐穴或废弃矿洞，这极大地限制了它的选址和推广。那么，有没有一种方法，能“模拟”出压缩空气储能的核心优势，同时摆脱对自然洞穴的依赖呢？

这正是模拟压缩空气储能技术研究的核心课题。它本质上是一种理念的创新，即不执着于使用真实的空气和地下洞穴，而是通过其他介质和系统设计，来“模拟”实现压缩空气储能“大规模、长时长、低成本”的储能效果。比如，采用高压气罐阵列替代地下洞穴，或者探索液态空气储能（LAES）、二氧化碳储能等变体技术。这些技术通过不同的工质和储存方式，复刻了“电能 势能（压力） 电能”的转换逻辑。有研究测算，一个设计容量为100兆瓦/400兆瓦时的先进压缩空气储能系统，理论上其单位容量成本可以比同等时长的锂电储能低30%以上，且系统寿命可超过30年。这个数据很有意思，对伐？它指向了一个未来电网极度渴求的维度：全生命周期内的度电成本。

说到这里，我想提一下我们海集能的实践。作为一家从2005年就开始深耕新能源储能领域的企业，海集能始终关注着各种储能技术的发展脉络。我们的核心业务之一，是为全球的通信基站、物联网微站等关键站点提供高可靠性的光储一体化能源解决方案。在这些站点，能源供应的持续性和稳定性是生命线。虽然我们目前大规模应用的是锂电技术路线，但我们在系统集成和智能管理上的经验——比如如何高效、安全地管理成千上万个电芯单元，如何让系统在极端环境下稳定运行——这些都为探索未来可能的、包括模拟压缩空气在内的新型长时储能技术的工程化应用，积累了宝贵的“系统思维”。我们在江苏的南通和连云港生产基地，所构建的从电芯到系统的全产业链把控能力，其底层逻辑正是对能源存储与转换这一核心过程的深刻理解和精密制造。

我们可以看一个具体的设想案例。假设在某个远离大陆的海岛微电网，它依赖柴油发电和有限的光伏，能源成本高昂且不稳定。如果未来模拟压缩空气储能技术成熟，我们可以构思这样一个方案：利用海岛上的闲置场地，部署一套基于高压储罐的模块化压缩空气储能系统。在白天光伏充沛时，驱动压缩

机将空气压入储罐；到了夜晚或无风日，高压空气释放驱动膨胀机发电。这套系统可以与海集能现有的智能能量管理系统（EMS）无缝对接，由系统自动决策何时充电、何时放电，并与光伏、柴油发电机协同，形成一个近乎自给自足的绿色能源系统。初步模拟数据显示，在这样的场景中，引入长时储能后，柴油发电机的运行时长有望减少70%以上，整个微电网的度电成本下降约40%，同时碳排放大幅降低。这不仅仅是供电，更是构建一个坚韧的、可持续的能源生态。

当然，模拟压缩空气储能技术从研究走向大规模商业化，还有不少阶梯要攀登。比如，提高整个循环过程的能量转换效率、寻找更优的储热（冷）方案以回收压缩热、进一步降低高压容器的材料成本等等。每一项都是跨学科的工程挑战。但它的潜力是毋庸置疑的。它代表了一种思维转向：我们不再仅仅寻找“更好的电池”，而是在更广阔的物理世界里，寻找“更优的能量时空搬运工”。国际能源署（IEA）在其关于长期储能的技术报告中，也将其列为重要的创新方向之一（IEA Innovation Gaps Report）。

所以，我想留给大家一个开放性的问题：当我们在为下一个十年的电网规划储能蓝图时，除了不断迭代的电化学电池，我们是否应该为这些“模拟”自然之力、追求极限成本与寿命的物理储能技术，预留更多的创新空间和早期市场应用场景？也许，答案就藏在某个海岛的微电网，或者某个大型工业园区的综合能源规划里，等待我们去共同发现和定义。

来源: <https://hjaiot.com>