

# 液态压缩空气储能装置原理为电网级储能提供了一种物理解决方案

在讨论未来能源系统时，我们常常会听到一个词：“长时储能”。风能和光伏发电具有间歇性，当阳光普照、风力强劲时，产生的电能可能远超即时需求；而当夜幕降临或风平浪静时，电力供应又会骤降。这种供需之间的时间错配，是能源转型中必须跨越的一道鸿沟。锂电池储能是目前的主流，但它更适合数小时内的短时调节。对于需要持续放电数天甚至更久、或者需要存储海量能量的场景，我们则需要看向更宏大的技术方向，比如我今天想和你深入聊聊的液态压缩空气储能。

## 液态压缩空气储能装置原理为电网级储能提供了一种物理解决方案

在讨论未来能源系统时，我们常常会听到一个词：“长时储能”。风能和光伏发电具有间歇性，当阳光普照、风力强劲时，产生的电能可能远超即时需求；而当夜幕降临或风平浪静时，电力供应又会骤降。这种供需之间的时间错配，是能源转型中必须跨越的一道鸿沟。锂电池储能是目前的主流，但它更适合数小时内的短时调节。对于需要持续放电数天甚至更久、或者需要存储海量能量的场景，我们则需要看向更宏大的技术方向，比如我今天想和你深入聊聊的液态压缩空气储能。

你可能对抽水蓄能更熟悉，它利用水的势能，是目前最成熟的大规模储能方式。但它的建设受地理条件限制极大，需要特定的高低水位落差。那么，有没有一种技术，既能实现类似抽水蓄能的巨大规模，又能相对灵活地部署呢？这就是液态压缩空气储能（Liquid Air Energy Storage, LAES）登场的背景。它的核心思想，其实就藏在我们身边的空气里。简单来说，这项技术通过电能将空气压缩并冷却至零下196摄氏度，使其液化，从而以极高的密度存储起来；当需要电力时，再将液态空气加压、汽化，驱动涡轮机发电。这个过程，本质上是在“存储”空气的势能和冷能。

### 从现象到本质：LAES如何工作？

让我们拆解一下这个过程。LAES系统通常包含三个核心环节：充电、存储和放电。

**充电（储能）过程：**在用电低谷或可再生能源过剩时，系统启动空气压缩机。空气被压缩后，温度会急剧升高（这是物理规律，压缩做功转化为内能）。随后，高温高压的空气进入一个“冷箱”，通过与回流的冷空气进行热交换并进一步冷却，最终被冷却到极低的温度，从而液化。这个液化过程需要移除大量的热，而这些“废热”会被收集并存储在专用的储热装置中——这是提高整个系统效率的关键。最终，液态空气被注入一个低温、保温的储罐中，就像一个大大的“热水瓶”，等待被调用。

**存储：**液态空气可以在常压、低温下长期稳定存储，能量损失极小。这解决了电力在时间维度上的大规模转移问题。

**放电（释能）过程：**当电网需要电力时，液态空气从储罐中泵出，压力升高。然后，它流过一系列换热器，在这里，它被来自两个地方的热量加热：一是之前存储的“废热”，二是环境空气或工业余热。吸收热量后，液态空气迅速汽化，体积膨胀约700倍，形成高压常温的气流。这股强大的气流推动膨胀涡轮机旋转，进而带动发电机发电，将存储的能量送回电网。

### 数据与案例：不止于理论

从数据上看，LAES的系统效率（电能-电能往返效率）目前在50%-70%之间，大型系统的设计目标通常超过60%。这个数字看起来可能不如锂电池的90%，但我们必须考虑其独特的价值主张：规模、寿命和成本。一套LAES系统的储能时长可以轻松达到8小时以上，甚至数天，单套系统的储能容量可达吉瓦时（GW）

# 液态压缩空气储能装置原理为电网级储能提供了一种物理解决方案

h) 级别，这是锂电池难以经济性实现的。它的核心设备如压缩机、涡轮机和储罐，寿命可达25-30年，且没有电化学衰减问题。更重要的是，它的储能介质是空气，不存在稀有金属资源限制，环境友好。

一个具体的案例或许能让我们看得更清楚。在英国曼彻斯特附近，世界上第一个大型LAES示范项目（由Highview Power公司建设）已经投入运营。这个项目的储能容量为5兆瓦/15兆瓦时，它巧妙地将LAES与当地的垃圾焚烧发电厂的余热结合，利用废热来加热液态空气，从而将系统的效率提升到了一个新的水平。这个项目验证了LAES技术不仅能在实验室运行，更能实实在在地为电网提供调峰、黑启动等关键服务。它向我们展示了一个未来图景：废弃的工业余热、闲置的低温资源，都可以被整合进一个高效的能源网络。

## 见解与融合：海集能的视角

讲到将前沿技术与实际场景融合，这让我想到我们海集能（HighJoule）一直在做的事情。阿拉公司自2005年成立以来，就扎根于新能源储能领域，从电芯到系统集成，再到智能运维，我们构建了完整的产业链能力。我们的两大生产基地，南通专注定制化，连云港聚焦规模化，这种布局让我们能灵活应对不同场景的需求。

虽然海集能当前的核心业务聚焦于基于锂电池的工商业、户用及站点能源解决方案——例如，我们为偏远地区的通信基站提供的“光储柴一体化”能源柜，成功解决了无电弱网地区的供电难题——但我们对整个储能技术图谱保持着密切的关注。像液态压缩空气储能这类大规模、长时储能技术，是构建未来高比例可再生能源电网的“压舱石”。它与我们擅长的分布式、短时高频的锂电池储能，恰恰形成了完美的互补。一个稳定、智慧的能源未来，必然是多种储能技术各司其职、协同作战的生态。海集能在数字能源解决方案和EPC服务方面的经验，例如对系统集成、智能管理和极端环境适配的深刻理解，未来也完全可以为更广泛的储能技术应用提供支撑。

## 未来的挑战与机遇

当然，LAES技术要大规模商业化，还面临一些挑战，比如初始投资成本较高、系统效率仍有提升空间，以及需要寻找更经济的热源和冷源。但它的潜力是毋庸置疑的。随着可再生能源渗透率不断提高，电力市场对长时储能的需求会日益迫切，这将成为推动LAES等技术创新和降本的最大动力。

最后，我想留给你一个问题：当我们展望一个完全由可再生能源驱动的世界时，你认为，像液态压缩空气储能这样的“巨量能量搬运工”，与海集能深耕的分布式“精准能量调节器”，应该如何更好地协同，才能编织出一张既坚韧又灵活的全球能源互联网？

来源: <https://www.hj-mobile.com>