

当我们在谈论可再生能源的未来时，一个无法回避的挑战就是间歇性。太阳不会一直照耀，风也不会一直吹拂。那么，当电网中充斥着不稳定的绿色电力时，我们如何确保能源的稳定供应呢？这不仅仅是技术问题，更是一个关乎整个能源系统转型的经济与工程问题。近年来，除了我们熟知的电池储能，一种名为“压缩空气储能”的技术正重新回到舞台中央，并因其大规模、长时储能的潜力而备受瞩目。它的英文全称是Compressed Air Energy Storage，简称CAES。

## 空气储能技术应用介绍英文

当我们在谈论可再生能源的未来时，一个无法回避的挑战就是间歇性。太阳不会一直照耀，风也不会一直吹拂。那么，当电网中充斥着不稳定的绿色电力时，我们如何确保能源的稳定供应呢？这不仅仅是技术问题，更是一个关乎整个能源系统转型的经济与工程问题。近年来，除了我们熟知的电池储能，一种名为“压缩空气储能”的技术正重新回到舞台中央，并因其大规模、长时储能的潜力而备受瞩目。它的英文全称是Compressed Air Energy Storage，简称CAES。

## 从物理原理到电网级应用

CAES的原理其实非常直观，它基于我们中学就学过的物理定律。在电力富余、成本低廉时（比如午夜的风电高峰期），系统利用电能驱动压缩机，将空气压缩并储存于地下盐穴、废弃矿井或 specially designed vessels 中。这个过程，本质上就是将电能转化为空气的压力势能。而当电网需求攀升、电力紧张时，储存的高压空气被释放，驱动涡轮机发电，将势能重新转化为电能。你看，这就像一个巨型的、为电网服务的“空气电池”。

与主流的锂离子电池相比，CAES的优势在于其超长的寿命（可达40年以上）和极低的单位能量存储成本。它特别适合应对持续数小时甚至数天的能源短缺，这是目前大多数电化学电池难以经济高效完成的。根据美国能源部先进能源研究计划署的相关报告，长时储能技术对于实现高比例可再生能源电网至关重要。当然，它也有其局限性，比如对特定地质结构的依赖，以及传统技术中仍需使用天然气辅助燃烧以提高效率。

不过，技术总是在演进。新一代的绝热或等温压缩空气储能技术正在努力克服这些缺点，致力于实现更高的“往返效率”和零碳排放。这不仅是实验室里的蓝图，全球范围内已有数个成功的商业运营项目。

## 一个具体的市场案例：从德国到中国

让我们来看一个具体案例。世界上第一个商业化的CAES电站是1978年建于德国的亨托夫电站。它利用地下盐丘储气，装机容量为290兆瓦，能在两小时内释放并发电，数十年来为平衡电网负荷提供了可靠服务。这个案例提供了宝贵的数据：它证明了利用地质构造进行大规模能源存储的技术可行性。

而将目光转向中国，山东肥城正在建设基于盐穴的先进压缩空气储能调峰电站项目。一期工程装机容量已达10兆瓦，一个值得注意的数据是，其设计储能时间长达8小时，系统设计效率提升至70%以上。这标志着中国在该领域正从跟跑走向并跑。这些实践清晰地告诉我们，当技术方案与本地资源（如地质条件）和市场需求紧密结合时，大规模储能就能从理论走向现实。

## 多元化储能生态中的角色定位

那么，我的见解是，未来的能源存储系统必将是一个多元化的“生态系统”。不存在一种技术能解决所有问题。锂离子电池、液流电池、抽水蓄能、压缩空气储能，乃至氢储能，都会在其中扮演不同的角色。CAES的核心定位，就是大规模、长时段的“能量型”存储。它像是电网的“战略储备库”，而锂电池则更像是响应迅速的“战术预备队”。

在这个蓬勃发展的生态中，像我们海集能这样的企业，更侧重于在用户侧和分布式场景中，提供灵活、智能的“功率型”和“能量型”解决方案。我们总部位于上海，在江苏的南通和连云港拥有两大生产基地，从电芯、PCS到系统集成实现全产业链覆盖。阿拉在站点能源、工商业及户用储能领域深耕近二十年，深刻理解不同场景对储能的需求差异。我们的智能储能系统，就好比是能源系统的“智能管家”，通过精准控制实现削峰填谷、提升供电可靠性。这与CAES这类电网级巨无霸，形成了非常好的互补与协同。

特别是我们的站点能源业务，专门为通信基站、安防监控等关键设施提供光储柴一体化方案。在无电弱网地区，我们的一体化能源柜要解决的，恰恰是“最后一公里”的稳定供电问题。这与CAES解决“主干网”波动性的宏大叙事，共同构成了能源稳定供应的完整拼图。

## 储能技术特性对比简表

### 技术类型

典型功率/容量

放电时长

主要应用场景

### 锂离子电池

kW - MW级

分钟 - 4小时

频率调节、用户侧、电动汽车

### 压缩空气储能(CAES)

10MW - 数百MW级

数小时 - 数天

电网级调峰、可再生能源并网

### 抽水蓄能

数百MW - GW级

数小时 - 数天

电网级大规模调峰、备用

所以，当我们再次审视“Compressed Air Energy Storage”时，它不再只是一个陌生的英文术语，而是一个承载着解决电网级挑战希望的技术路径。它提醒我们，能源转型需要“大小结合”、“长短搭配”的系统性思维。无论是利用地下盐穴储存空气，还是在工厂屋顶或通信基站旁部署一套智能储能系统，其内核都是相通的：即通过技术创新，让能源在时间维度上自由移动，从而最大化可再生能源的价值。

最后，我想留给大家一个开放性的问题：在您看来，除了技术本身，要推动像CAES这样的大型长时储能技术更广泛地落地，我们最需要优先解决的政策、市场或基础设施方面的障碍是什么？期待听到各位的思考。

---

来源: <https://www.hjaiot.com>