

各位朋友，下午好。今天我们不聊我们公司那些具体的储能产品，我想聊聊一个更宏大、也更有历史纵深感的储能技术——压缩空气储能。你们或许会觉得，这和我们日常接触的锂电储能、光伏储能相去甚远，但在我看来，理解它的过去，恰恰能帮助我们看清整个储能产业，乃至能源转型的未来脉络。这就像研究地质学，能让我们更深刻地理解脚下的土地。

压缩空气储能技术的历史演进与未来图景

各位朋友，下午好。今天我们不聊我们公司那些具体的储能产品，我想聊聊一个更宏大、也更有历史纵深感的储能技术——压缩空气储能。你们或许会觉得，这和我们日常接触的锂电储能、光伏储能相去甚远，但在我看来，理解它的过去，恰恰能帮助我们看清整个储能产业，乃至能源转型的未来脉络。这就像研究地质学，能让我们更深刻地理解脚下的土地。

让我们把时钟拨回到上世纪。储能，从来就不是一个新鲜话题。当人们谈论起大规模、长时间储能时，抽水蓄能往往是第一个被提及的。但早在20世纪70年代，石油危机的阴影就促使工程师们将目光投向另一种物理储能方式：利用电力将空气压缩并存入地下洞穴，在需要时释放，驱动涡轮机发电。1978年，德国亨托夫建成了世界上第一座商业化运行的压缩空气储能电站。这个现象，标志着人类开始系统性地探索除抽水蓄能之外的大规模储能路径。然而，此后几十年，这项技术的发展却相对缓慢，全球仅有屈指可数的几座电站投入运行。

数据揭示的瓶颈与曙光

为什么发展缓慢？数据不会说谎。传统的压缩空气储能系统，我们称之为“补燃式”系统，有一个明显的效率短板。空气在压缩过程中会产生大量热能，这些热量如果没有被有效回收，在发电时就需要额外燃烧天然气来加热膨胀的空气，导致系统整体效率通常在40%-50%左右，并且存在碳排放问题。这个效率数据，在很长一段时间里，限制了它的经济性和环保价值，使其在与抽水蓄能的竞争中处于下风。

但是，技术的故事从来都是关于突破的。近十年来，随着“绝热压缩空气储能”和“液态空气储能”等新技术的出现，情况正在发生根本性变化。通过高效的热能回收与存储系统，新一代技术的设计效率可以提升至60%甚至更高，并且摆脱了对化石燃料的依赖。根据中国能源研究会储能专委会的报告，中国已在这一领域进行了大量的研发与示范项目布局。这组新的效率数据，就像一盏明灯，重新照亮了这条一度被认为有些崎岖的技术道路。

一个具体的市场案例：从盐穴到硬岩

理论需要实践的检验。在中国，江苏金坛的盐穴压缩空气储能国家试验示范项目就是一个非常生动的案例。它利用地下盐穴作为储气库，建设规模为60兆瓦/300兆瓦时。这个项目的重要意义在于，它验证了利用中国广泛分布的盐穴地质资源进行大规模、清洁储能的可行性。它不再仅仅是一个实验室概念，而是提供了实实在在的、可复制的工程数据和运营经验。你看，技术的进步，往往需要这样一个从“原理可行”到“工程可行”的关键一跃。

海集能的视角：技术多元化的必然

说到这里，我想分享一下我们海集能（HighJoule）在新能源储能领域深耕了近二十

年，从锂离子电池储能系统到为通信基站、物联网微站提供一体化的站点能源解决方案，我们深刻理解一点：没有任何一种储能技术是“万能钥匙”。不同的应用场景，对功率、时长、成本、地理条件的要求天差地别。对于我们重点服务的站点能源领域，比如偏远地区的通信基站，锂电储能配合光伏的“光储一体”方案因其模块化、部署快的优势，是当前的最优解。我们位于南通和连云港的生产基地，正是为了灵活应对这种标准化与定制化并存的市场需求。

然而，当我们把视野从单个站点扩展到整个电网系统，问题就变成了如何平衡昼夜乃至季度的能量波动。这时，像压缩空气储能、液流电池这类长时储能技术的价值就凸显出来了。它们的研发与进步，不是在和我们所做的锂电储能竞争，而是在构建一个更加丰富、resilient（有韧性的）的储能技术生态。这就像一支交响乐团，既需要小提琴的精准灵动，也需要大提琴的沉稳深厚，更需要定音鼓在关键时刻的力量迸发。各种储能技术各司其职，才能奏响能源转型的和谐乐章。我们海集能作为这个生态中的一员，乐见其成，并始终关注着这些前沿技术可能带来的协同效应。

未来的思考：超越技术本身

所以，压缩空气储能的历史，是一部从“补燃”到“绝热”、从依赖特定地质条件到探索更多可能性的进化史。它的发展脉络清晰地告诉我们，一项储能技术的成熟，不仅仅是热力学效率的提升，更是材料科学、地质勘探、电力市场机制乃至政策环境共同作用的结果。它的未来，或许不在于取代谁，而在于找到自己不可替代的生态位——比如利用退役的矿洞、进行吉瓦时级别的季节性储能。

那么，留给各位一个开放性的问题：在您看来，当未来某一天，风能、太阳能成为绝对主导电源时，支撑我们电网连续稳定运行的最后一道“保险”，究竟会由哪种，或哪几种储能技术来共同担当呢？是地下深处的压缩空气，是巨型的液流电池阵列，还是我们尚未想象到的其他形式？这个问题，值得我们所有人一起思考。

来源: <https://www.hj-mobile.com>