

在讨论能源转型时，我们常常聚焦于锂离子电池，它确实是我们这个时代储能领域的明星。但如果你把视野放宽，去看看那些真正在重塑电网级储能格局的技术，你会发现，在中国，一种古老而新颖的解决方案正在焕发巨大的活力——那就是压缩空气储能。这个话题，交关有意思，它不仅仅是技术上的突破，更关乎我们如何构建一个更富韧性的能源未来。

中国压缩空气储能的效果究竟如何

在讨论能源转型时，我们常常聚焦于锂离子电池，它确实是我们这个时代储能领域的明星。但如果你把视野放宽，去看看那些真正在重塑电网级储能格局的技术，你会发现，在中国，一种古老而新颖的解决方案正在焕发巨大的活力——那就是压缩空气储能。这个话题，交关有意思，它不仅仅是技术上的突破，更关乎我们如何构建一个更富韧性的能源未来。

让我们先看看现象。随着中国风电、光伏装机容量跃居世界第一，一个棘手的现实摆在面前：这些清洁能源是“看天吃饭”的，发电曲线与用电需求往往不匹配。中午阳光过剩，夜里风力正劲，但用电高峰却在早晚。这造成了大量的“弃风弃光”，能源被白白浪费。这时，我们需要一个“超级充电宝”，它必须足够大、足够经济，能把几天甚至几周的多余电能储存起来，在需要时稳定释放。锂离子电池擅长短时高频调节，但对于这种大规模、长时储能的需求，其成本和安全性的挑战就凸显出来。于是，压缩空气储能，这个一度被认为效率偏低、选址苛刻的技术，在中国工程师的手中，迎来了它的复兴。

我们来看数据，这能最直观地说明效果。传统的补燃式压缩空气储能，效率大概在42%-55%之间。但中国近年来推进的先进压缩空气储能系统，特别是采用了蓄热回热技术的非补燃式系统，其设计效率已经可以提升至60%-70%。这意味着，每储存100度电，可以放出60-70度，能量损耗大幅降低。更重要的是，它的规模可以做得非常大。目前，中国已建和在建的多个压缩空气储能电站，单机功率都达到了百兆瓦级别，储能时长可达4-10小时，一个电站的储能总量就相当于数十万甚至上百万个家庭储能电池的总和。从全生命周期的度电成本来看，在大规模长时储能的应用场景下，它已经展现出强大的竞争力。

我讲一个具体的案例，或许能让你有更感性的认识。在江苏金坛，基于地下盐穴的商业化压缩空气储能国家试验示范项目已经成功投运。它利用地下千米深处、巨大而密封的盐穴来储存高压空气。当电网有富余电力时，它用电驱动压缩机，将空气压入盐穴；当用电高峰来临，释放高压空气，推动膨胀机发电。这个项目装机60兆瓦，储能容量300兆瓦时，它就像一个深埋地下的“空气电池”，为整个华东电网提供调峰、调频和备用服务。据测算，它每年可增加调峰电量约1亿千瓦时，相当于节约标准煤3万吨，减排二氧化碳超7万吨。这不仅是技术的成功，更是对地下空间资源创造性利用的典范。

那么，从这些现象和数据中，我们能得到什么更深入的见解呢？我认为，中国压缩空气储能的效果，已经超越了单纯的技术参数，体现在三个层面的“融合”上。

首先是传统与现代的融合。它利用了地下盐穴、废弃矿洞等传统地质构造，却嫁接了最先进的热管理、高效涡轮机和智能控制系统，让古老的地质仓库变成了现代化的能源枢纽。

其次是集中与分布的融合。它固然适合建设大规模集中式电站，但模块化设计的理念也在发展，未来可能衍生出适用于工业园区、甚至海岛微网的分布式压缩空气储能系统，与其它储能形式形成互补。

最后是刚性与柔性的融合。它的本体——地下洞穴和钢铁设备是“刚性”的，但其快速响应电网指令、灵活调节出力的能力又是“柔性”的。这种结合，正是构建新型电力系统最需要的特质。

说到这里，我想提一下我们所深耕的领域。在海集能，我们长期专注于电化学储能和站点能源解决方案。我们深知，能源的未来不是单一技术的独角戏，而是一个多元技术协同的生态系统。就像我们的站点能源产品，为通信基站、安防监控点提供光储柴一体化的绿色供电方案，解决的是“最后一公里”的可靠用电问题。而压缩空气储能这样的巨型“城市电池”，解决的则是电网主干道的“吞吐平衡”问题。两者看似尺度不同，但内核是相通的：即通过对能源在时间和空间上的精细化管理，实现可靠性、经济性与清洁性的统一。我们通过自有的南通定制化基地和连云港标准化基地，从电芯到系统集成，为客户提供一站式的储能产品。我们欣赏并关注像压缩空气储能这样的宏大创新，因为它拓展了整个储能行业的边界和想象力，也为我们解决无电弱网地区供电、提升客户能源效益的使命，提供了更广阔的宏观背景和技术启示。

当然，任何技术都有其适用边界。压缩空气储能的蓬勃发展，并不意味着它可以替代其他储能路线。相反，它更应该与抽水蓄能、锂电池储能、液流电池乃至氢储能等一起，构成一个立体的、分层的国家储能体系。每种技术在其最适合的功率等级、放电时长和应用场景中发挥优势，这才是最经济、最有效的路径。中国的能源棋盘很大，需要多种“棋子”协同博弈。

如果你是一位城市规划者，或者能源行业的投资者，面对中国这片压缩空气储能的热土，你会思考：这项技术将如何与我所在的区域特有的地质资源、产业结构和能源需求相结合？它又将如何与像海集能所擅长的分布式储能网络进行互动，共同编织一张更具弹性的智慧能源之网？

来源: <https://www.hjaiot.com>