

在探讨能源转型的诸多路径时，我们常聚焦于电池储能。但你知道吗，有一种技术，它利用我们司空见惯的空气作为存储介质，正悄然成为支撑大规模可再生能源并网的“隐形冠军”。这就是压缩空气储能。今天，我们就来聊聊这项技术在中国的发展脉络，以及它如何与各类储能方案共同编织起我们未来的能源安全网。

## 中国压缩空气储能技术现状与规模化应用前景

在探讨能源转型的诸多路径时，我们常聚焦于电池储能。但你知道吗，有一种技术，它利用我们司空见惯的空气作为存储介质，正悄然成为支撑大规模可再生能源并网的“隐形冠军”。这就是压缩空气储能。今天，我们就来聊聊这项技术在中国的发展脉络，以及它如何与各类储能方案共同编织起我们未来的能源安全网。

### 从实验室到示范项目：技术路径的清晰化

中国的压缩空气储能研究起步不算晚，但真正实现工程化突破，也就是近十年的事。早期的技术路线，比如需要燃烧天然气的补燃式，效率和经济性都面临挑战。而如今，以非补燃、绝热压缩等为代表的先进技术，已经成为主流研发方向。这背后的驱动力，是“双碳”目标下对大规模、长时间、低成本储能技术的迫切需求。你想想看，当西部戈壁滩上的风光电富余时，如何将其“搬运”并储存到用电高峰时段？抽水蓄能受地理限制，而压缩空气储能，特别是利用盐穴、废弃矿洞等地下空间的方案，展现出了独特的优势。

数据最能说明问题。根据中关村储能产业技术联盟的统计，截至2023年底，中国已投运的压缩空气储能项目装机规模已超过400兆瓦，而规划及在建的项目总容量更是达到了惊人的吉瓦级别。这个增长曲线是相当陡峭的。我记得去年在江苏金坛投运的盐穴压缩空气储能国家试验示范项目，就是一个标志性的案例。它不依赖化石燃料补燃，系统设计效率提升显著，为后续商业化复制提供了宝贵的“样板间”。这种从“0到1”再到“1到N”的跨越，正是中国工程技术能力在能源领域的集中体现。当然咯，任何新技术的发展都不是一帆风顺的，关键设备如大型压缩机和膨胀机的国产化与效率提升，仍是产业界需要持续攻坚的课题。

### 多元储能生态中的角色定位

当我们把视野放宽，储能从来不是一个“一招鲜”的领域。不同的应用场景，对功率、容量、响应速度和成本的要求千差万别。这就好比一个现代化的交通系统，既需要地铁承担大运量干线运输，也需要公交车、共享单车解决“最后一公里”。压缩空气储能，就像能源系统中的“地铁”或“重型卡车”，擅长的是大规模（通常百兆瓦级）、长时（4-8小时甚至更长）的能量“搬运”与储存。它的定位，更多是在电网侧，用于削峰填谷、可再生能源消纳、提供系统惯性与备用容量。

而在用户侧，比如工业园区、通信基站或者家庭，需求则更为碎片化和精细化。这时候，以锂离子电池为代表的电化学储能，因其模块化、响应快、部署灵活的特点，就扮演了“公交车”和“私家车”的角色。这恰恰是像我们海集能这样的企业深耕的领域。海集能（上海海集能新能源科技有限公司）作为一家拥有近20年经验的新能源储能产品与解决方案服务商，我们专注于为工商业、户用及站点能源提供高效、智能的储能系统。我们的理解是，未来的能源网络必定是多种技术融合的“交响乐”，而非单一乐器的独奏。压缩空气储能在电网层面构建起稳定“骨架”，而分布式电化学储能、光伏、智能管理

系统则在用户侧赋予其灵活“肌体”与“神经”。

## 一个具体的市场切片：站点能源的可靠保障

为了让你有更直观的感受，我们不妨看一个具体场景——偏远地区的通信基站供电。这些站点往往面临无可靠电网、运维困难、环境恶劣的挑战。传统的柴油发电机噪音大、污染重、燃料补给成本高。一种更优的解决方案，是采用“光储柴”或“光储”一体化的智慧能源系统。

在这里，我们可以分享一个实际的项目经验。在东南亚某海岛的一个通信微站，我们部署了一套海集能的智慧站点能源解决方案。系统集成高效光伏板、一套20kWh的磷酸铁锂电池储能柜和智能能量管理系统。数据显示，这套系统使得该站点的柴油发电机运行时间减少了超过85%，每年节省燃料和维护费用近40%，同时确保了7x24小时不间断的稳定供电。这虽然是一个小规模的用户侧案例，但它揭示的原理是普适的：通过精准的能量管理与多能互补，可以极大提升能源利用效率与可靠性。

图片说明：示意图展示了光储一体化系统在偏远站点的应用，光伏板将太阳能转化为电能，储能系统进行存储和智能调度，保障负载持续运行。

那么，这与压缩空气储能有何关联呢？想象一下未来，当压缩空气储能电站作为区域电网的稳定电源点建成后，它能为一片广袤的、包含无数个此类分布式站点的区域提供更稳定、更绿色的基础电力支撑。电网的“底色”更绿、更稳了，我们部署在末端的站点能源系统，其设计就可以更加优化，甚至逐步淘汰化石能源备份，实现真正的100%绿色供电。这是一种从宏观到微观的协同进化。

## 技术商业化路上的“拦路虎”与创新火花

尽管前景广阔，但压缩空气储能要实现大规模商业化，仍需跨越几道坎。首当其冲的是选址依赖。理想的储气库（如盐穴、废弃矿洞）资源分布不均，这限制了项目的普遍落地。其次，目前的初始投资成本仍然较高，虽然全生命周期度电成本颇具竞争力，但高昂的初始门槛需要更成熟的金融模式和政策支持来降低。再者，系统的整体效率仍有提升空间，这依赖于热管理技术、关键部件性能的持续改进。

但令人振奋的是，中国的产学研界正在积极应对这些挑战。例如，在缺乏天然地下洞穴的地区，研发人工硐室或地面储罐技术；通过系统集成优化和规模化生产来降本；探索与工业流程（如余热利用）相结合的综合能源系统，提升整体能效。这些创新，正在一点点拓宽技术的边界。

在这个过程中，产业链的成熟至关重要。从核心设备制造商到系统集成商，再到投资运营方，需要一个紧密协作的生态。这就像我们海集能在做工商业储能系统时，从电芯选型、PCS匹配、BMS/EMS智能控制到后期运维，必须打通全链条，才能交付一个可靠高效的“交钥匙”工程。压缩空气储能作为一个更为复杂的系统工程，这种全产业链的协同与专业化分工，将是其成功的关键。

## 面向未来的思考：协同与融合

所以，当我们审视中国压缩空气储能技术现状时，看到的是一幅“示范引领、多点突破、挑战犹存、未来可期”的图景。它不会取代其他储能技术，而是与抽水蓄能、电化学储能、飞轮储能等共同构成一个

多层次、广覆盖的储能体系，服务于新型电力系统的不同需求。

作为能源行业的实践者，我们海集能始终关注着这些大型、长时储能技术的发展。因为我们认为，只有电网的“主干”足够强壮，我们致力于优化的用户侧“毛细血管”才能更健康地跳动。我们提供的数字能源解决方案，无论是为工厂节省电费，还是为通信基站保障供电，其最终价值都将在这样一个多能互补、智慧协同的宏大能源图景中得到放大。

最后，留给你一个问题：在你看来，除了地理条件和技术成本，推动像压缩空气储能这样的大规模长时储能技术普及，最重要的社会或政策因素是什么？是更明确的电价机制，是绿色金融的创新，还是公众认知的转变？期待听到你的见解。

---

来源: <https://hj-mobile.com>