

在储能技术百花齐放的今天，当我们谈论锂电、液流或氢能时，一种基于古老物理原理的方案正重新进入视野——重力储能。它不像化学储能那样依赖复杂的电化学反应，而是将能量转化为重物的势能，听起来颇有返璞归真的意味。这种技术如何从概念走向现实？其发展脉络又映射出能源行业怎样的思考转向？让我们透过其演进历程，一探究竟。

## 重力储能发展历程图表揭示的能源演化之路

在储能技术百花齐放的今天，当我们谈论锂电、液流或氢能时，一种基于古老物理原理的方案正重新进入视野——重力储能。它不像化学储能那样依赖复杂的电化学反应，而是将能量转化为重物的势能，听起来颇有返璞归真的意味。这种技术如何从概念走向现实？其发展脉络又映射出能源行业怎样的思考转向？让我们透过其演进历程，一探究竟。

重力储能的概念其实非常直观：在电力富余时，用电机将重物提升至高处，将电能转化为重力势能储存；需要用电时，再让重物下降，驱动发电机将势能转化回电能。这个思路早在20世纪初就已出现，但长期受限于工程规模、经济性和能量密度，停留在理论或小型示范阶段。直到近十年，随着可再生能源间歇性并网带来的大规模、长时储能需求凸显，加之材料与控制系统进步，重力储能才迎来实质性发展。

其历程大致可分为三个阶段。早期探索期（20世纪），以抽水蓄能为代表，它本质是利用水的重力，但受地理条件限制严苛。概念孵化期（2000-2015年），出现了利用固体重物（如混凝土块、矿山废料）在竖井或斜坡上运行的设计提案，开始有初创公司进行小规模验证。而当前的创新突破期（2015年至今），技术路线开始多元化，规模显著扩大。例如，瑞士Energy Vault公司提出的塔吊式混凝土块堆叠方案，以及利用废弃矿井的竖井式重力储能，都进入了示范或商业化部署阶段。国际可再生能源机构（IRENA）的报告指出，长时储能技术对实现高比例可再生能源系统至关重要，重力储能因其长寿命、低环境影响和潜在的低成本，被列为有前景的技术路径之一。

## 从数据看重力储能的技术跃迁

评判一项储能技术，我们通常会关注几个核心指标：功率与容量规模、往返效率、寿命周期和度电成本。早期的重力储能示范项目功率多在千瓦到兆瓦级，而如今规划中的项目已达百兆瓦级别，储能时长可达4-10小时甚至更长，这使其具备了参与电网级调峰的能力。在效率方面，先进系统的设计往返效率可达80-85%，虽略低于顶尖的锂电储能，但其优势在于极低的衰减——一套机械系统在数十年内性能衰退远小于化学电池。更重要的是成本潜力，有研究分析，在规模化及利用现有基础设施（如废弃矿洞）的情况下，其全生命周期内的度电成本有望达到极具竞争力的水平。

这里有个生动的案例。在瑞士提契诺州，一座由Energy Vault建设的35兆瓦时示范塔已经投入运行。它使用六臂塔吊自动堆叠、释放35吨重的混凝土块，就像一个巨型的、由程序精确控制的“积木”储能系统。该项目验证了自动化控制系统的可行性，也为后续更大规模的商业项目铺平了道路。它告诉我们，将简单的物理原理与现代化的数字控制、材料科学结合，能迸发出怎样的创新能量。

## 重力储能与多元化储能生态的互补

作为一名长期深耕储能领域的技术人员，我始终认为，不存在“一招鲜吃遍天”的万能储能方案。未来

的能源网络，必定是一个多种技术互补共存的生态系统。锂离子电池响应快、能量密度高，适合频率调节和短时储能；液流电池安全、寿命长，适合中长时储能；而重力、压缩空气等机械储能，则在超长时间、大容量及极端环境适应性上展现独特价值。尤其在地理条件合适的地区，重力储能可以成为稳定电网基石的可靠选择。

这也正是我们海集能在思考的课题。作为一家从2005年就投身新能源储能的高新技术企业，我们见证并参与了储能行业的数次技术浪潮。我们深知，解决全球多样化的能源需求，必须依靠多元化、定制化的解决方案。因此，我们在江苏布局了南通与连云港两大生产基地，前者专注定制化系统，后者聚焦标准化规模制造，形成了从电芯、PCS到系统集成的全产业链能力。我们为通信基站、物联网微站等关键站点提供的“光储柴”一体化能源柜，本质上也是在特定场景下，对光伏、化学电池、发电机等多种能源形式进行最优集成与智能管理，确保在无电弱网或极端环境下供电的绝对可靠。这种对“场景深度适配”和“系统集成智慧”的追求，与重力储能因地制宜的发展逻辑，是相通的。

## 未来展望：挑战与机遇并存

当然，重力储能迈向大规模商用仍面临挑战。选址的灵活性、初始投资的强度、与现有电力市场的商业模式对接，都是需要跨越的关卡。但它带来的想象空间同样巨大：利用退役矿山或特殊地形，既能解决储能需求，又能实现废弃资源的绿色转型；其使用的介质（如砂石、废料）环境友好，不存在化学电池的回收难题；在构建以新能源为主体的新型电力系统蓝图中，它提供了又一块重要的技术拼图。

从抽水蓄能到混凝土块堆叠，再到深井重力储能，这张发展历程图表描绘的，不仅是技术的迭代，更是人类利用智慧将最简单原理转化为复杂系统解决方案的生动叙事。它提醒我们，在追逐高精尖技术的同时，有时回归基本物理法则，也能开辟一片新天地。

那么，在您看来，对于中国复杂多样的地理与电网环境，重力储能最有可能在哪些区域或场景率先实现规模化落地，并与像海集能所擅长的站点级分布式储能网络形成有趣的协同呢？

---

来源: <https://hjaiot.com>