

在能源转型的宏大叙事里，我们常常仰望光伏与锂电构筑的新世界，却容易忽略脚下这片土地所蕴含的古老智慧。当我们谈论储能，话题总绕不开电池的化学特性或抽水蓄能的地理限制。但今天，我想带各位探讨一个将历史遗留问题转化为未来能源钥匙的独特思路——利用废弃矿井进行重力储能，并同步解决矿井水这一环境负担。这听起来有些奇妙，不是么？它本质上是一种基于高度差的重力势能存储，原理与抽水蓄能类似，但介质换成了固体重物，环境则选在了那些深邃的地下空间。

## 矿井重力储能与矿井水的协同利用

在能源转型的宏大叙事里，我们常常仰望光伏与锂电构筑的新世界，却容易忽略脚下这片土地所蕴含的古老智慧。当我们谈论储能，话题总绕不开电池的化学特性或抽水蓄能的地理限制。但今天，我想带各位探讨一个将历史遗留问题转化为未来能源钥匙的独特思路——利用废弃矿井进行重力储能，并同步解决矿井水这一环境负担。这听起来有些奇妙，不是么？它本质上是一种基于高度差的重力势能存储，原理与抽水蓄能类似，但介质换成了固体重物，环境则选在了那些深邃的地下空间。

让我们先看看现象。全球范围内，随着矿产资源的枯竭，大量矿井被关闭，留下巨大的地下空洞和持续涌出的矿井水。这些矿井水往往酸性强、含重金属，处理成本高昂，是典型的“环境负资产”。与此同时，电网对大规模、长时储能的需求日益迫切。传统的抽水蓄能受地理条件限制，而锂电池大规模应用又面临资源与安全挑战。那么，能否将这两个难题放在一起思考？矿井重力储能的概念便应运而生。它计划在矿井竖井中，通过电力提升巨大重物块来储能，释放能量时则利用重物下降带动发电机。而矿井水，可以扮演多重角色：作为配重的一部分，或者作为井下设备的冷却介质，甚至经过处理后用于社区，实现资源化。

数据能帮助我们更清晰地看到潜力。根据中国工程院的相关研究，我国拥有大量可利用的废弃矿井空间，其储能潜力理论上可达数十吉瓦时级别，这相当于为数十个大型城市提供可观的备用电力。一个具体的构想案例是，假设一个深度500米的竖井，提升重量约5000吨的重物，其一次循环可存储和释放约2.5兆瓦时的电能。更重要的是，这个过程几乎不消耗水资源，且能长期、循环运行。这为那些可再生能源丰富但电网薄弱的矿区转型提供了极具想象力的方案。当然，依晓得，任何新技术的落地都需要严谨的工程实践与可靠的系统集成，这正是像我们海集能这样的企业所擅长的领域。

作为一家从2005年就开始深耕新能源储能的高新技术企业，海集能（HighJoule）对于各种储能技术的系统集成与智能化管理有着深刻的理解。我们总部在上海，在江苏南通和连云港设有生产基地，形成了从核心部件到系统集成的全产业链能力。我们不仅是产品生产商，更是数字能源解决方案服务商。在站点能源领域，我们为通信基站、安防监控等弱电网地区提供光储柴一体化解决方案，这要求我们的系统必须极度可靠，能适应各种极端环境。这种对复杂能源系统进行一体化设计、智能运维的“交钥匙”工程能力，恰恰是未来实施矿井重力储能这类大型、创新型项目所不可或缺的。我们将近20年的技术沉淀，正是为了将前沿构想转化为稳定、高效、绿色的现实。

现在，让我们深入一个更具体的场景来探讨。想象一个位于山西的废弃煤矿，它面临着矿井水持续排放的环保压力，同时当地光伏发电存在严重的日间弃光问题。如果在此部署矿井重力储能系统，白天富余的光伏电能将重物提升至井口高位储存；夜晚或用电高峰时，重物下降发电。而富含空间的井下巷

道，经过防渗与加固处理后，可以建设成为大规模的水处理与储水设施。处理后的矿井水，一部分可作为系统冷却或配重介质循环利用，另一部分达到标准后可用于矿区生态恢复或周边工业用水。这不仅解决了环保痛点，更创造了新的经济价值，使废弃矿区转变为一座“能源银行”和“水资源工厂”。这种多能互补、废物利用的思路，正是能源转型走向深化的体现。

当然，从概念到成熟应用还有很长的路要走。工程结构的安全性、重物提升下降系统的效率与寿命、与可再生能源波动的智能协同，以及最关键的——整体项目的经济性，都是需要攻克的问题。它需要跨界融合的智慧，涉及岩土工程、机械制造、电力电子和智能控制等多个领域。但它的魅力也在于此，它挑战我们以更系统、更集成的视角看待能源问题。这不正是技术创新的乐趣所在吗？

我们海集能在服务全球客户的过程中，深刻理解到，没有一种储能技术是万能的。未来的能源网络必定是多种技术并存的生态。无论是我们成熟的锂电池储能系统，还是像矿井重力储能这样的前沿探索，其核心目标是一致的：更高效、更智能、更绿色地管理能源。将废弃的地下空间转化为电网的稳定器，将令人头疼的矿井水转化为可利用的资源，这个想法本身就充满了颠覆性。它提醒我们，在寻找解决方案时，有时需要向下看，向那些被遗忘的角落寻找灵感。

那么，下一个问题是，除了矿井，我们身边还有哪些被低估的“负资产”，有可能通过创新的能源思维，被点化为支撑可持续发展的“正资源”呢？我期待听到各位的思考。或许，答案就藏在我们的城市地下，或是广袤的海洋之中。探索的脚步，从未停歇。

---

来源: <https://hjaiot.com>