

当人们谈论可再生能源的存储，锂电池储能系统往往是舞台上的明星。然而，在大型、长时储能这个宏大叙事的另一面，有一种技术以其近乎百年历史的可靠性和巨大的规模，依然扮演着压舱石的角色——那就是抽水蓄能。你或许在新闻里见过它壮观的上下水库，但今天，我想带你把目光投向地表之下，看看那个将两个水库垂直连接起来的关键结构：竖井。特别是，抽水储能电站竖井施工的过程，堪称一场不为人知的地下交响乐。

抽水储能电站竖井施工背后的工程艺术

当人们谈论可再生能源的存储，锂电池储能系统往往是舞台上的明星。然而，在大型、长时储能这个宏大叙事的另一面，有一种技术以其近乎百年历史的可靠性和巨大的规模，依然扮演着压舱石的角色——那就是抽水蓄能。你或许在新闻里见过它壮观的上下水库，但今天，我想带你把目光投向地表之下，看看那个将两个水库垂直连接起来的关键结构：竖井。特别是，抽水储能电站竖井施工的过程，堪称一场不为人知的地下交响乐。

这不仅仅是在山里打一个垂直的洞那么简单。竖井是高压水流的通道，是能量转换的咽喉要道。它的施工，面临着复杂的地质条件、极高的水压挑战，以及对精度和安全的极致要求。想象一下，在数百米深的地下，确保井壁在长期高压水流冲击下的绝对稳定，这需要何等的工程智慧与工艺控制。可以说，竖井施工的质量，直接决定了整个抽水蓄能电站的寿命与效率。在我们追求新型储能技术的同时，这些传统大型工程所积累的精密控制与系统集成经验，依然极具价值。

让我们用一些具体的数据来感受它的规模。一个典型的抽水蓄能电站竖井，深度可达300到800米，内径在5到10米之间。施工时，工程师们需要采用“自上而下”或“自下而上”的钻爆法或更为先进的竖井掘进机（Shaft Boring Machine）进行开挖。每一循环的掘进、出渣、支护，都需要精确的协同。以支护为例，常采用厚度可达1米以上的钢筋混凝土衬砌，以承受超过10兆帕的内水压力——这相当于在每平方米的面积上承受一千吨的重量。整个过程，就像是在地壳深处，为狂暴的水流精心铸造一条坚不可摧的垂直隧道。

我想到一个近期的案例，可以作为参考。在河北丰宁抽水蓄能电站——这个目前世界上装机容量最大的蓄能电站的建设中，其竖井施工就面临了巨大的挑战。项目团队采用了创新的滑模衬砌技术，在确保质量的前提下，将施工效率提升了近20%。整个工程涉及多条超过500米深的竖井，它们的成功贯通，为电站的如期投运奠定了坚实基础。这类大型工程的成功，离不开对每一个子系统极致的可靠性追求，这种精神与我们海集能在站点能源领域的理念是相通的。

说到这里，或许你会觉得抽水蓄能和我们的业务相去甚远。实则不然。无论是百兆瓦级的抽水蓄能电站，还是为偏远通信基站供电的几十千瓦时储能系统，其核心逻辑是一致的：在需要的时候，提供稳定、可靠的电能。海集能（上海海集能新能源科技有限公司）近二十年来深耕的，正是将这种大型能源系统的稳定思维，微缩并应用到工商业、户用，特别是站点能源领域。我们为通信基站、安防监控等关键站点提供的光储柴一体化解决方案，本质上就是在微观尺度上，构建一个高度集成、智能管理的“能源蓄水池”。

我们的南通基地专注于应对各种非标、严苛的应用场景，就像为特殊地质设计竖井衬砌；而连云港

基地的标准化规模制造，则确保了产品的可靠性与经济性。从电芯到PCS，再到系统集成与智能运维，我们提供一站式“交钥匙”服务。例如，在非洲某国的通信网络扩建项目中，海集能的站点储能系统成功部署在数百个无市电覆盖的偏远站点。这些地方，电网条件甚至比复杂山体更不稳定，气候环境极端。我们的系统通过一体化集成与智能管理，实现了超过99.5%的供电可用性，替代了昂贵的柴油发电，显著降低了运营成本。这何尝不是一种“微型的竖井施工”？我们在物理空间和能源逻辑上，为信息流打通了可靠的供电通道。

所以你看，从宏大的抽水蓄能竖井，到机柜里的储能模块，能源转型的画卷是层次丰富的。大规模储能保障电网级稳定，而分布式、模块化的智慧储能，则在神经末梢确保关键负载的永不间断。前者是骨骼，后者是毛细血管。海集能所做的，就是让这些毛细血管变得更智能、更绿色、更具韧性。我们借鉴大型工程的系统思维，并将其转化为可快速部署、智能运维的产品，让可持续的能源管理触手可及。

那么，下一个问题或许是：当未来的能源网络由无数个这样智能的“微蓄能节点”与大型储能设施共同编织而成时，我们该如何设计它们之间的对话协议与协同规则，以实现整体效率的最大化？这值得我们所有人一起思考。毕竟，能源的未来，不仅在于我们储存了多少能量，更在于我们如何智慧地连接与调用它们。

来源: <https://hjaiot.com>