

在谈论能源转型时，我们常将目光聚焦于电池储能，然而，电网的深度脱碳与高比例可再生能源的消纳，正将一种古老的储能方式重新推向舞台中央。这便是我今天想与各位探讨的物理储能，特别是以抽水蓄能、压缩空气储能等为代表的物理储能场。它们不像电池那样常见于新闻头条，但其前景，依我看来，是构建未来稳定、弹性电网不可或缺的基石。让我们从一些基本现象开始。

物理储能场前景分析及其在新型电力系统中的关键角色

在谈论能源转型时，我们常将目光聚焦于电池储能，然而，电网的深度脱碳与高比例可再生能源的消纳，正将一种古老的储能方式重新推向舞台中央。这便是我今天想与各位探讨的物理储能，特别是以抽水蓄能、压缩空气储能等为代表的物理储能场。它们不像电池那样常见于新闻头条，但其前景，依我看来，是构建未来稳定、弹性电网不可或缺的基石。让我们从一些基本现象开始。

现象：当波动性成为常态，电网需要“压舱石”

各位可以观察到，随着风电、光伏装机量的激增，电力系统的出力曲线变得越来越“陡峭”和不可预测。阳光明媚时，光伏发电可能过剩；入夜后无风，电网又面临巨大的功率缺口。这种间歇性和波动性，是当前电力调度面临的重大挑战。电池储能可以解决短时、高频的功率波动，但对于需要持续数小时乃至数天的大规模能量搬移，其经济性和规模就面临瓶颈。这时，物理储能场的价值就凸显出来了——它们本质上是能量的“搬运工”和“仓库”，能够以极低的边际成本存储和释放巨量的电能。

数据：规模与时长，物理储能的天然优势

我们来看一组对比数据。目前全球已投运的储能项目中，抽水蓄能的累计装机容量占比超过90%，其单站规模动辄达到吉瓦（GW）级别，储能时长可达6-10小时甚至更长。相比之下，电化学储能的典型时长在2-4小时。根据国际能源署（IEA）的报告，要实现2050年净零排放目标，全球储能容量需要增长近35倍，其中长时储能（通常指4小时以上）将扮演核心角色。物理储能，尤其是新型的压缩空气储能、重力储能等，正是长时储能赛道的主力选手。它们的寿命周期往往长达30-50年，这是绝大多数电池技术目前难以企及的。

当然，这并不意味着电化学储能不重要。恰恰相反，一个高效的能源未来，必然是多种储能技术协同作战的结果。在我们海集能（HighJoule）的业务实践中，这一点体现得尤为明显。作为一家从2005年就扎根于新能源领域的企业，我们既是数字能源解决方案服务商，也是站点能源设施的生产商。我们深知，在微电网或离网场景中，一个可靠的供电系统往往需要“组合拳”。例如，我们为偏远地区的通信基站提供的“光储柴一体化”方案，就巧妙地结合了光伏（发电）、电池（短时高频调节）和柴油发电机（长时备用）。而物理储能场，可以看作是这种思路在电网级规模的延伸和升华——它是整个电力系统的“稳定器”和“备用电源”。

案例与见解：从理论到实践的跨越

这里，我想分享一个更具象的视角。在中国河北，一座先进的压缩空气储能示范电站已投入运行。它利用地下盐穴，在用电低谷时压缩空气储存于洞穴中，用电高峰时释放高压空气推动透平发电。这座电站的规模是百兆瓦级，能持续发电超过4小时。这个案例生动地说明，物理储能场的应用并非遥不可及，它正在从蓝图走向现实。其核心技术在于如何高效地完成“电能-势能/压力能-

电能” 的转换，并找到合适的、低成本的地理载体（如废弃矿洞、盐穴、甚至深海）。

那么，物理储能场的前景究竟如何？我的见解是，其发展将沿着两条主线深化：一是对传统抽水蓄能的升级改造与智能化，提升其响应速度和灵活性；二是对新型物理储能技术（如压缩空气、重力储能、液态空气储能等）的商业化推广与降本。这两者都将深度受益于电力市场化改革的推进，当峰谷电价差拉大、辅助服务市场完善，这些能够提供大规模容量服务的储能场，其经济模型将变得非常清晰。

海集能的实践：将稳定性注入每一个关键节点

在我们海集能位于南通和连云港的生产基地，我们同时进行着标准化与定制化储能系统的生产。当我们思考电网级的物理储能场时，我们同样将这种“系统集成”与“可靠性优先”的基因注入其中。物理储能场是一个极其复杂的系统工程，涉及机械、电气、地质、控制多个学科。这与我们为通信基站、安防监控站点打造高可靠性能源方案时面临的挑战是相通的——都需要在极端环境、有限空间和严格成本约束下，实现性能的最优解。我们为站点能源提供的“交钥匙”一站式解决方案，从电芯、PCS到智能运维的积累，正是这种复杂系统集成能力的体现。这种能力，同样可以赋能于更大规模的物理储能场集成与智慧运维。

展望未来，物理储能场不会孤立存在。它将与遍布全网的电化学储能、需求侧响应资源以及像我们海集能所擅长的分布式站点能源网络一起，构成一个虚实结合、多层级的储能生态系统。物理储能场作为“主干水库”，调节大江大河的流量；而无数分布式储能站点则像“池塘与支流”，精细化调节局部的水位。这个系统将变得无比智能和高效。

开放性问题

最后，留给大家一个思考：当物理储能场的建设成本持续下降，其定位是否会从单纯的“电网基础设施”，演变成为一种可广泛交易、甚至证券化的“能源资产”？这对于投资者、政策制定者和我们这样的技术解决方案提供者，又意味着哪些新的机遇与挑战？

来源: <https://www.hj-mobile.com>