

最近几年，储能行业的发展速度有点惊人，对伐？大家讨论电池，往往聚焦在锂离子、钠离子这些固态电池技术上。但如果我们把视野放宽，会发现“流动”的能量——也就是液态储能介质，正在为大规模、长时储能提供一种极具想象力的解决方案。这不仅仅是技术路线的补充，更可能重塑未来能源系统的格局。

液态储能介质包括哪些类型

最近几年，储能行业的发展速度有点惊人，对伐？大家讨论电池，往往聚焦在锂离子、钠离子这些固态电池技术上。但如果我们把视野放宽，会发现“流动”的能量——也就是液态储能介质，正在为大规模、长时储能提供一种极具想象力的解决方案。这不仅仅是技术路线的补充，更可能重塑未来能源系统的格局。

让我们先看看现象。随着可再生能源渗透率不断提升，电网面临的核心挑战从“发电”转向了“调节”。光伏和风电具有间歇性，中午阳光充沛时电力用不完，夜晚无风时又可能不够用。传统的抽水蓄能受地理限制，而锂电储能时长通常以小时计，对于需要跨天、甚至跨周的能量调度显得力不从心。这时，液态储能技术的价值就凸显出来了。它的核心思想，是将能量储存在流动的化学物质中，就像把电“装”进罐子里，需要时再释放出来，实现能量的时空转移。

那么，液态储能介质主要有哪些类型呢？我们可以从化学原理上做一个清晰的梳理。

全钒液流电池 (VRFB)：这是目前最成熟、商业化程度最高的液流电池技术。它使用不同价态的钒离子溶解在硫酸溶液中作为正负极电解液。最大的优点是寿命极长，循环次数可达万次以上，而且电解液可以完全回收，几乎没有衰减。缺点是能量密度相对较低，初投资成本较高，更适合大型固定式储能电站。

锌溴液流电池 (ZnBr)：这类电池使用锌和溴的化合物作为活性物质。它的优势在于材料成本相对低廉，能量密度比全钒体系稍高。但溴元素的腐蚀性和挥发性对系统密封和材料提出了更高要求。

铁铬液流电池 (FeCr)：以铁和铬的氯化物溶液为电解液。其最大卖点是原料极其丰富且廉价，理论成本优势明显。技术难点在于正负极电解液之间的交叉污染（离子互串）问题，这会严重影响长期循环效率，目前是研发攻关的重点。

有机体系液流电池：这是一类新兴方向，使用有机分子（如醌类、氮氧自由基等）溶解在水或有机溶剂中作为储能介质。它的潜力在于可以通过合成化学来“定制”分子的性能，从而有望实现低成本和高能量密度。不过，目前大多处于实验室或中试阶段，长期稳定性和规模化制备工艺有待验证。

除了这些基于氧化还原反应的液流电池，广义的液态储能介质还包括液态空气储能(LAES)和熔盐储能。熔盐储能常见于光热发电站，它虽然不直接“发电”，但将太阳能以高温熔盐的热能形式储存起来，实现夜间持续发电，本质上也是一种卓越的、以液态介质为载体的储能方式。

讲到这里，你可能会问，这些听起来很“宏大”的技术，和我们具体的能源应用有什么关系？关系很大。以我们海集能深耕的站点能源领域为例，通信基站、边防哨所、物联网微站这类关键设施，常常位于电网末梢甚至无电地区。传统的柴油发电机噪音大、污染重、运维成本高。而单纯依赖光伏+锂电，在连续阴雨天又会面临断电风险。这时，一个融合了多种技术的混合系统往往是最优解。

我们在为非洲某偏远地区的通信基站群设计光储柴微电网时，就深入评估过不同储能技术的适配性。该地区旱季和雨季分明，需要系统具备跨季节调节的能力。最终方案中，光伏是主要电源，锂电用于应对日内频繁的功率波动和短时备电，而一套中等规模的全钒液流电池系统，则被设计用于应对长达数日的雨季低光照情况，它就像一个“能量水库”，平稳地吸收旱季富余的光伏电力，在雨季缓慢释放，极大地减少了对柴油发电机的依赖。项目数据显示，集成液流电池后，该站点群的柴油消耗量降低了70%以上，年运维成本下降约40%，同时供电可靠性提升至99.9%。这个案例生动地说明，没有一种储能技术是万能的，但通过科学的系统集成，让不同的技术“各司其职”，才能构建起真正坚韧、经济的能源系统。

来源: <https://www.hj-mobile.com>