

混合型超级电容器核心优势

1. 高功率密度

混合型超级电容器融合双电层电容器与锂离子电池的核心优势，功率密度接近双电层电容器，可达 10~40kW/kg，可实现瞬时大电流充放电，满足脉冲功率需求。

2. 长循环寿命

循环寿命可达 10 万次至 100 万次以上。在高频次充放电工况下性能衰减极微，可长期稳定适配混动车辆、轨道交通、工业储能等高频循环场景，使用寿命与循环可靠性远优于锂离子电池。

3. 高充放电能量效率

低等效串联电阻（ESR）使充放电能量效率 $\geq 94\%$ ，能量利用效率高，低发热特性减少系统冷却设备投入，降低运行成本。

4. 宽温度适应性

温度敏感性远低于常规锂离子电池，单体工作温度区间覆盖 $-40^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$ 。在 -40°C 极寒环境下仍可保持低内阻特性，稳定输出大功率；高温工况下亦无副反应加剧、性能骤降问题，在高寒冷启动、高热工业工况、野外极端环境等场景下可靠性显著优于传统锂离子电池。

5. 毫秒级响应特性

响应时间 $\leq 30\text{ms}$ ，可实现毫秒级瞬时功率响应，充放电切换无延迟，适配高频脉冲、瞬时调压等动态工况，相比电化学电池响应更快，可快速平抑波动、稳定电压，适用于高频动态功率场景。

6. 大电流充放电

低等效串联电阻，支持瞬时超大电流充放电，可实现同倍率快充快放，远快于锂离子电池；能高效吸收再生制动、设备启动的脉冲电流。

7. 系统管控简单

充放电曲线接近线性，可通过开路电压估算荷电状态（SOC），大幅降低管理系统设计难度与成

本。

8. 维护成本低

耐大电流、抗高低温，故障率更低，结构更稳定，无明显副反应，长期运行可靠性高，基本免日常维护，适配车载启停、轨道交通、工业储能等长期运行场景，显著降低维护成本与停机损耗。