



超级电容与电池的比较

目录

超级电容与电池的比较

超级电容的耐用性优势

循环寿命

工作温度

总结



超级电容与电池的比较

将超级电容与电池相比，就好比将 100 米短跑运动员与 26 英里马拉松选手进行比较。两者都是比赛，但参赛运动员条件完全不同。他们以不同的方式管理自己的体能以及运用体能的方式：短跑需要快速瞬间冲刺，而马拉松则需要持久的耐力。

能量管理的理论可应用到超级电容和电池，以及其在给定时间范围内的能量应用。超级电容就像是短跑运动员，而电池则像是马拉松选手。我们再来做同样的类比，超级电容所处的条件是在短时间内产生巨大的能量爆发。在大多数情况下，电池在较长的时间内提供稳定的能量，但在应对快速、大幅增加的瞬态功率时，它们却无法快速响应。

电池通常使用瓦时（Wh）或安时（Ah）来计量电能容量。如果电池电压已知，则可轻松进行计量单位换算。

$$\text{瓦时 (Wh)} = \text{电压} * \text{安时 (Ah)}$$

电池在其大部分电荷被消耗之前能够保持相对稳定的电压，因此使用瓦时或安时来描述电池的状态都是可行的。此外，电池由于设计原因和相对较高的内阻（有时被称为“欧姆电阻”），通常会在长时间内逐渐耗尽电量，无法提供瞬时大电流。

超级电容器通常不是按照能量容量来评定的，而是根据最大工作电压和典型电容值来评定。这两个参数可以让我们计算出总电荷量，进而得到最大储存能量。

与电池不同，超级电容器的电压会随着电容器中电荷量的减少而线性下降。因此，分析电容器在特定应用中的可行性时，最简单的方法是使用以下与电容电压相关的公式：

$$\text{电荷: } Q = C * V \text{ (库仑)}$$

$$\text{功: } W = \frac{1}{2} Q * V = \frac{1}{2} * C * V * V \text{ (焦耳)}$$

$$\text{存储的能量: } E = \frac{1}{2} * C * V^2 \text{ (焦耳)}$$

超级电容具有非常低的等效串行电阻（ESR），这可视为其内部电阻。与电池技术相比，超级电容的 ESR 不会随着电流的变化而波动太多。因此，由于超级电容的大电流能力（ $P=I^2*R$ ）和低内部电阻，它们能提供更高的功率效率。

图 1 展示了不同电源之间的功率和能量关系。请注意当需要长时间稳定供电时（比如马拉松运动员），电池远优于超级电容器。这是因为电池能够存储更多的能量，并在较长时间内输出相对稳定的电压和功率。能量消耗与时间相关，因此在 Wh/kg 中有“h”。

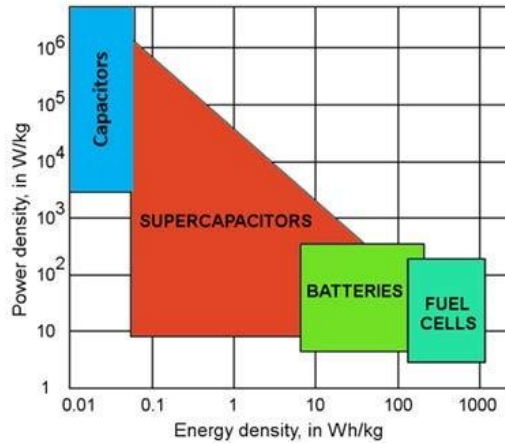


图 1：几种电源的功率和能量关系示意图。

虽然超级电容在某些应用中可延长消耗能量的时间，但它们在提供瞬时功率方面更为高效。从图 1 中我们可以清晰地看到这一点。超级电容填补了标准电容和电池之间的能量和功率差距。

超级电容的耐用性优势

超级电容的优势不仅仅体现在快速提供瞬时功率上。在许多应用中，超级电容还具有耐用性优势。诚然，影响应用耐用性的因素很多，如充放电循环寿命（充放电循环次数）、功率密度、能量密度和温度敏感性等。

循环寿命

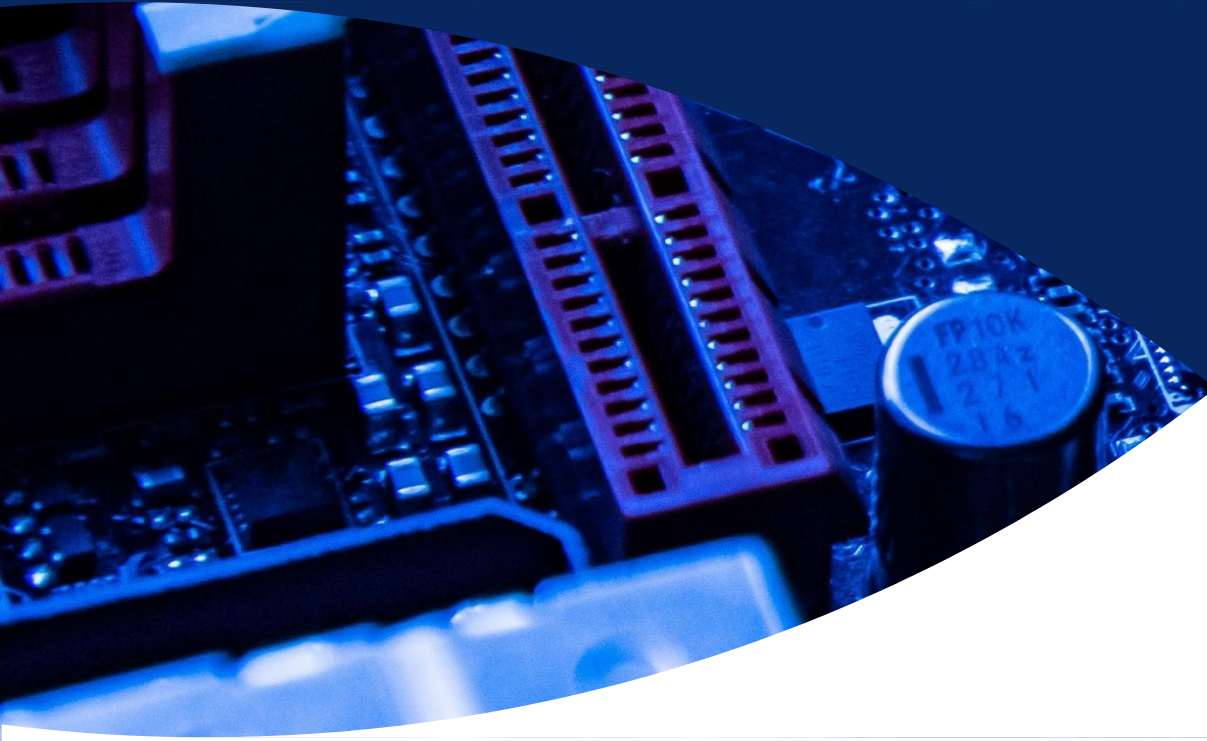
循环寿命是超级电容在组件开始退化之前能够承受的充放电循环次数。以超级电容为例，其循环寿命通常超过 10 万次充放电循环，这相较于典型的锂离子电池（在幸运的情况下可能持续数百次到最多一千次充放电循环）来说，是一个巨大的对比。

这种循环寿命的巨大差异主要源于它们充电结构和化学性质的不同。最突出的原因是电池使用电化学反应，而超级电容则使用静电充电机制，因此在静电双层电容（EDLC）中有‘E’。电池的这种电化学反应机制比静电方法更具破坏性，因此随着时间的推移，电池会失去其保持电荷的能力，从而导致比超级电容更短的使用寿命。

工作温度

温度敏感性在许多应用中都是超级电容的一个优势。电池和超级电容都对温度敏感，尤其是高温。然而，由于高温会加速电池的化学反应，因此电池对高温的敏感性更高。虽然可以降低电池的工作电压使其在高温下工作，但是这可能需要热管理和动态调整负载。这个过程可能会变得非常复杂，有时甚至非常昂贵。

超级电容也可以通过降低工作电压或最大充电电压来降低其性能。将超级电容降级以在高温下工作或显著延长其使用寿命，只需降低工作电压即可。由于超级电容的充放电时间相对较短，与电池相比，内部发热非常少或几乎没有，从而无需热管理。



总结

超级电容与电池有望共存。每种元器件都有其自身的优势和劣势。然而，在提供大瞬时功率和组件耐久性方面，超级电容的优势更为明显。由于超级电容的耐用性，设计师们如果想降低客户产品的维护成本，可能会考虑将超级电容作为主要的备用电源。

此外，超级电容可通过“辅助”电池供电来增加电池的感知性能，这反过来又会降低电池内部发热和应力，从而可延长其使用寿命。要获取更多关于使用超级电容的信息，请参阅以下应用手册：《详解超级电容，探秘其储能与输电应用的破局潜力》