



白皮书

在系统设计中 使用超级电容的十大原因

Maxwell Technologies, Inc. ®

Maxwell Technologies, Inc.
Worldwide Headquarters
9244 Balboa Avenue
San Diego, CA 92123
USA
Phone: +1 858 503 3300
Fax: +1 858 503 3301

Maxwell Technologies SA
CH-1728 Rossens
Switzerland
Phone: +41 (0)26 411 85 00
Fax: +41 (0)26 411 85 05

Maxwell Technologies GmbH
Brucker Strasse 21
D-82205 Gilching
Germany
Phone: +49 (0)8105 24 16 10
Fax: +49 (0)8105 24 16 19

Maxwell Technologies, Inc. -
Shanghai Representative Office
Rm.2104, Suncome Liauw's Plaza
738 Shang Cheng Road
Pudong New Area
Shanghai 200120, P.R. China
Phone: +86 21 5836 5733
Fax: +86 21 5836 5620

info@maxwell.com – www.maxwell.com

MAXWELL 技术有限公司 白皮书:

在系统设计中 使用超级电容的十大原因

以前，在使用单一能源设备满足某一产品的用电规格时，要求设计人员或者针对电力进行设计（有时提供过量能源），或者针对能源进行设计（有时提供不足量的电力）。与其他能源储存设备相比，超级电容，即人们熟知的电化学双层电容，具有独一无二的功能。透过利用这些独一无二的功能，可以更为灵活地设计供电系统。Maxwell 公司的 BOOSTCAP®超级电容可以使身系统设计人员开发出比非混合解决方案更节省成本然而性能却更好的混合电源系统解决方案。运用超级电容技术的益处不胜枚举，此处是考虑在电源系统中使用超级电容的十大原因：

1. 效率极高

BOOSTCAP®超级电容是高效元件。即使电流很高，其库仑效率（定义为放出总电荷÷用以补充放出电荷的充入总电荷）仍然大于 99%，这意味着对超级电容充放电时电荷几乎没有损耗。由于等效串联电阻(ESR)很低，因此往返效率也很高。以 5 秒速度*运行时，往返效率高于 70%。以 10 秒速度运行时，往返效率大于 80%。如此一来，不仅能量能够得到更有效的利用，而且热度也不会太高，因此可能减少冷却能量储存系统的日常负载。

*5 秒内放电到 0.5 伏，充电也以同样的速度，直至超级电容充满为止。

2. 高电流容量

BOOSTCAP®超级电容设计时搭配一个很低的等效串联电阻(ESR)，因此电容能够发送以及吸收很高的电流。PowerCache 超级电容的低等效串联电阻能够

Maxwell Technologies, Inc.
Worldwide Headquarters
9244 Balboa Avenue
San Diego, CA 92123
USA
Phone: +1 858 503 3300
Fax: +1 858 503 3301

Maxwell Technologies SA
CH-1728 Rossens
Switzerland
Phone: +41 (0)26 411 85 00
Fax: +41 (0)26 411 85 05

Maxwell Technologies GmbH
Brucker Strasse 21
D-82205 Gilching
Germany
Phone: +49 (0)8105 24 16 10
Fax: +49 (0)8105 24 16 19

Maxwell Technologies, Inc. -
Shanghai Representative Office
Rm.2104, Suncome Liauw's Plaza
738 Shang Cheng Road
Pudong New Area
Shanghai 200120, P.R. China
Phone: +86 21 5836 5733
Fax: +86 21 5836 5620

MAXWELL 技术有限公司 白皮书:

在系统设计中 使用超级电容的十大原因

使电容迅速充电，因此电容很适合产生制动应用产品和其他快速充电的情况。电容本身的特点允许电容以同样的速度充放电，这是电池做不到的。

如果希望迅速为储电装置充电（像在再生制动系统和快速充电玩具中那样），可以在基于单程电阻加热的合理限制内，以系统允许的速度为超级电容充电。在以电池供电的系统中，充电速度只能以电池接受的电量为准，系统因此受到限制，只能低速或中速充电，而且还有可能限制充电的频率，这在制动系统中是非常重要的问题。另外，电池自身不能限制充电速度，因此，系统设计人员必须处理这个充电问题。在某些情况下，也许需要比电池所供电能还多的能量。这时候，可以把超级电容和电池结合使用，利用二者的长处最佳化系统设计。这样的例子包括数位相机这类的消费性电子产品以及像混合动力传动系这样的汽车应用产品。数位相机使用的就是经济型碱性电池加一个超级电容。在这两个例子中，超级电容提供大脉冲电能，而大的能量需求则由电池满足。

3.电压范围宽

因为是电容，所以 BOOSTCAP 超级电容并未被限制在狭窄的电压范围内。设计人员只需考虑系统的电压范围，这个电压范围要比电池需要的狭窄电压范围宽得多。超级电容可以在低于其最大连续工作电压的电压下运转。为了获得更高的电压，多个电池采串联配置，并以电池的总串联最大电压或低于这个电压工作。超级电容不存在放电过量的问题。另外，对维护人员来说，超级电容格外安全，因为维护人员可以在维护保养之前对超级电容系统全部放电，因而减少了用电事故。在燃料电池这样的系统中，超级电容追踪燃料电池电压的能力为电池/燃料电池系统带来了极大的好处，因为燃料电池有可能要以超过电池所能允许的电压工作。

Maxwell Technologies, Inc.
Worldwide Headquarters
9244 Balboa Avenue
San Diego, CA 92123
USA
Phone: +1 858 503 3300
Fax: +1 858 503 3301

Maxwell Technologies SA
CH-1728 Rossens
Switzerland
Phone: +41 (0)26 411 85 00
Fax: +41 (0)26 411 85 05

Maxwell Technologies GmbH
Brucker Strasse 21
D-82205 Gilching
Germany
Phone: +49 (0)8105 24 16 10
Fax: +49 (0)8105 24 16 19

Maxwell Technologies, Inc. -
Shanghai Representative Office
Rm.2104, Suncome Liauw's Plaza
738 Shang Cheng Road
Pudong New Area
Shanghai 200120, P.R. China
Phone: +86 21 5836 5733
Fax: +86 21 5836 5620

4. 温度范围广

由于超级电容无需借助化学反应就可以工作，因此能在极大的温度范围内运作。超级电容可在温度高达65°C的情况下工作，并能够忍受高达85°C的储存温度，而不会产生热失控现象。低温状况下，电容在低至-40°C的情况下仍然可以输出电能（电阻损耗略有提高），比电池的低温性能界限更低。

BOOSTCAP超级电容极佳的低温性能对于启动发动机的应用产品非常合适。与电池结合使用时，可以设计系统，利用电池满足能量需求（如在发动机关闭时为照明和音响设备提供电能），利用超级电容满足供电需求（如发动机过冷时关闭发动机，或在发动机关闭的状态下，对为照明和音响设备供电的电池进行放电）。

5. 状态监控 (SOC与SOH)

在设计能量强劲的电池系统中，确定电池的荷电状态(SOC)和健康状态(SOH)是一个非常重要的因素，需要复杂的资料撷取、复杂的运算法则和长时间的资料整合。比较来说，确定超级电容的荷电状态和健康状态则很简单。

由于在电容内储存能量只是电容和电压的功能，而且电容相对较为恒定，因此单程开放电路电压测量就可以确定荷电状态。由于电容相对稳定，因此电压本身就能够有效地确定荷电状态。因为电容和等效串联电阻的变化相对缓慢，偶尔也可以透过计算电容和等效串联电阻确定健康状态。对任何恒定电流进行短时间（2-10秒）放电，可以为计算电容和等效串联电阻提供足够的资料。由于这些数值变化缓慢，因此，当与荷电状态开放电路电压测量结合起来时，这个健康状态资料点会提供确定超级电容工作状况所需的所有资讯。

6.回圈使用寿命长

超级电容的能量储存机制是可以高度可逆的过程，这个过程只移动电荷和离子，而不会制造或破坏化学键，因此能够完成成百上千次的回圈过程而性能却只会发生极小的变化。由于回圈深度也不是问题，所以超级电容能进行微循环（仅用总能量中不到 5%的能量回圈）或者全回圈（用总能量中 80%多的能量回圈），使用寿命都一样长。超级电容可以不太频繁地回圈，如像在一年仅需放电几次的连续供电系统中那样，也可以非常频繁地回圈，如在混合动力车中。

7.工作寿命长

由于不存在化学反应，因此超级电容的能量储存机制是可以高度可逆的过程。超级电容由此就能够连续多年使用而性能只会产生极小的变化。长时间储存不成问题，因为超级电容能够（而且也应该）完全放电后储存。

回圈使用以及工作寿命长使超级电容成为很多应用产品的终生元件。更换电池被认为是正常的日常维护，费时费钱。大部分情况下，在系统中安装超级电容可以满足系统终生使用的需要。

8.延长其他能源的使用寿命

像电池、专业发动机以及燃料电池这类能源在瞬态情况下表现不是很好。对一些元件来说，瞬态过程会极大缩短元件的使用寿命。结合超级电容和这些能源的使用，可从主要的能源中空载很多此类瞬态值。这样做的好处是所需的主要能源变

MAXWELL 技术有限公司 白皮书:

在系统设计中 使用超级电容的十大原因

小，因此寿命可能会更长。超级电容-电池系统中的电池的寿命周期成本，也许比只使用电池的系统中的电池寿命周期成本低得多。

9. 维护保养容易

超级电容基本上不需要保养，没有储存效能，不存在放电过量的情况，能够在任何额定电压或低于额定电压的情况下工作。如果始终在其很宽的工作电压和温度范围内工作，超级电容则不需要维护保养。

10. 整合简单

超级电容与生俱来的特色使得系统整合相当容易，甚至较电池更为简单。着眼于超级电容的系统整合，主要集焦于使超级电容在温度限制范围内维持最宽广的运作。超级电容可以串联或是并联工作，当采用并联安装时，不需要额外的管理；而采用串联安装时，通常也会透过电压管理的晶片以维持每个电池的电压都在操作范围之内。然而，超级电容的管理系统只需要防止电池超过额定电压即可，这通常是透过简单的电压敏感型电流旁路晶片来完成。既然超级电容没有最小电压限制，便不需要控制电池在最小电压之上。至于着眼于独立电池电压的保守型安装，则不需要管理系统。近来技术的改善，已经有效减少电池间的效能差异并省略管理系统，未来甚有机会完全不需要这些元件。

Maxwell Technologies, Inc.
Worldwide Headquarters
9244 Balboa Avenue
San Diego, CA 92123
USA
Phone: +1 858 503 3300
Fax: +1 858 503 3301

Maxwell Technologies SA
CH-1728 Rossens
Switzerland
Phone: +41 (0)26 411 85 00
Fax: +41 (0)26 411 85 05

Maxwell Technologies GmbH
Brucker Strasse 21
D-82205 Gilching
Germany
Phone: +49 (0)8105 24 16 10
Fax: +49 (0)8105 24 16 19

Maxwell Technologies, Inc. -
Shanghai Representative Office
Rm.2104, Suncome Liauw's Plaza
738 Shang Cheng Road
Pudong New Area
Shanghai 200120, P.R. China
Phone: +86 21 5836 5733
Fax: +86 21 5836 5620

info@maxwell.com – www.maxwell.com

MAXWELL 技术有限公司 白皮书:
在系统设计中 使用超级电容的十大原因

十大理由=设计弹性

上述十大理由将使您在进行系统设计时更有弹性。超级电容可当作系统中唯一的能源储存装置，或是在异质系统中作为电力供应的扩充，其充、放电迅速，适用于各种系统架构。虽然超级电容的高功率密度会被其低能源密度所抵销，藉由使用超级电容作为间歇的功率撷取，而非透过持续性的电源供应，使用超级电容的恰当系统设计可产生高功率/低能源密度的特性。过去可能需要因为尺寸及单晶片而牺牲系统效能，现在则可透过平衡的两颗元件—能源撷取、功率撷取，即可致力于系统效能的最大化。

Maxwell Technologies, Inc.
Worldwide Headquarters
9244 Balboa Avenue
San Diego, CA 92123
USA
Phone: +1 858 503 3300
Fax: +1 858 503 3301

Maxwell Technologies SA
CH-1728 Rossens
Switzerland
Phone: +41 (0)26 411 85 00
Fax: +41 (0)26 411 85 05

Maxwell Technologies GmbH
Brucker Strasse 21
D-82205 Gilching
Germany
Phone: +49 (0)8105 24 16 10
Fax: +49 (0)8105 24 16 19

Maxwell Technologies, Inc. -
Shanghai Representative Office
Rm.2104, Suncome Liauw's Plaza
738 Shang Cheng Road
Pudong New Area
Shanghai 200120, P.R. China
Phone: +86 21 5836 5733
Fax: +86 21 5836 5620