

# 设计要点

## 对于电源故障保护应用，超级电容器能够替代后备电池 – 设计要点 450

Jim Drew

### 引言

在越来越多的短时间能量存储应用以及那些需要间歇式高能量脉冲的应用中，超级电容器找到了自己的用武之地。电源故障保护电路便是此类应用之一，在该电路中，如果主电源发生短时间故障，则接入一个后备电源，用于给负载供电。这种应用通常以使用电池为主，但由于双电层电容器 (EDLC) 每法拉的价格、外形尺寸以及每个电容的等效串联电阻 (ESR/C) 持续地减低，因此它正在迅速地渗入到该领域之中。

图 1 示出了一种 5V 电源故障保护应用，这里，两个被充电至 4.8V 的串联 10F、2.7V 超级电容器能够支持 20W 的功率达 1 秒以上。LTC3225 (一款基于充电泵的新型超级电容器充电器) 可被用于以 150mA 的电流来给超级电容器充电，并保持电池平衡，而 LTC4412 则在超级电容器和主电源之间实现了自动切换。LTM4616 双通道输出 DC/DC  $\mu$ Module™ 稳压器负责产生 1.8V 和 1.2V 输出。当采用一个 20W 负载时，输出电压将在主电源被拿掉之后保持稳压状态达 1.42 秒。

### 超级电容器的特性

10F、2.7V 超级电容器可采用一个具 25m $\Omega$  ESR 的 10mm x 30mm 两端子径向密封容器。与电池相比，超级电容器的一个优点是其使用寿命长。据称电容器的充放电循环使用次数可达 500,000 次以上，而电池规格中的对应指标则仅为几百次。这使超级电容器成为一种理想的“一劳永逸”型器件，几乎或根本不需要进行维护。

在任何应用中，超级电容器的两项关键参数都是电池电压和初始漏电流。初始漏电流其实就是电介质吸收电流，经过一段时间之后便会消失。超级电容器制造商拟定的漏电流额定值是在施加电压之后 100 小时的数值，而在最初的 100 个小时里，初始漏电流有可能高达规定漏电流的 50 倍！

电容器两端的电压对其工作寿命有著重要的影响。当以串联方式使用时，超级电容器必须具有平衡的电池电压，以防止其中任何一个串联电容器发生过度充

LT、LT、LTC 和 LTM 是凌力尔特公司的注册商标。 $\mu$ Module 是凌力尔特公司的注册商标。所有其他商标均为其各自拥有者的产权。

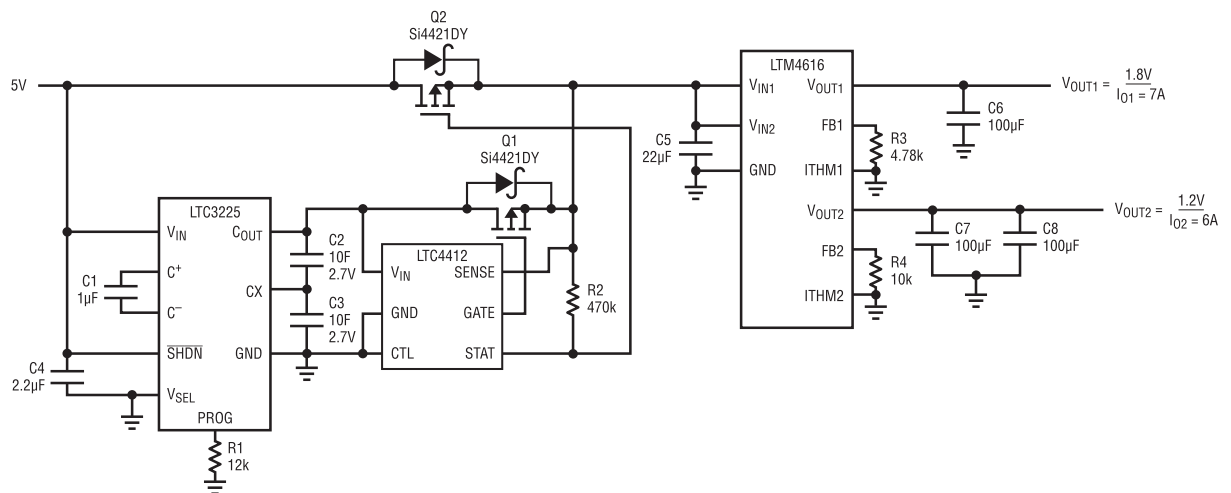


图 1：5V 电源故障保护应用电路可提供 20W 功率达 1.42 秒

电。无源电池平衡(在电容器两端跨接一个电阻器)是一种常用而且简单的方法。这种方法的缺点是：当充电电路被停用时，电容器将通过平衡电阻器放电。对于该方案，一条经验法则是针对最坏情况漏电流的50倍(估计值为 $2\mu\text{A}/\text{F}$ )来设定平衡电阻器。在这些给定参数条件下，一个 $10\text{F}$ 、 $2.5\text{V}$ 超级电容器将需要一个 $2.5\text{k}$ 的平衡电阻器。当充电电路被停用时，该电阻器将从超级电容器吸收 $1\text{mA}$ 电流。

一种更好的替代方案是采用一个非耗散有源电池平衡电路(例如：LTC3225)来维持电池电压。LTC3225在停机模式时给超级电容器带来了 $<4\mu\text{A}$ 的负载，而当输入电源被拿掉时负载电流则 $<1\mu\text{A}$ 。LTC3225具有一个高达 $150\text{mA}$ 的可编程充电电流，可把两个串联超级电容器充电至 $4.8\text{V}$ 或 $5.3\text{V}$ ，并对各电容器电压进行平衡处理。

如欲向负载提供一个恒定电压，则必需在负载和超级电容器之间布设一个DC/DC转换器。当超级电容器两端的电压下降时，DC/DC转换器吸收的电流将增加，以使输送至负载的功率保持固定。当其输入电压达到最小工作电压( $V_{\text{UV}}$ )时，DC/DC转换器将跳出稳压状态。

如欲估计超级电容器的要求，则必需确定有效电路电阻( $R_T$ )。 $R_T$ 为电容器的ESR与电路分布电阻之和，公式如下：

$$R_T = \text{ESR} + R_{\text{DIST}}$$

在DC/DC转换器处于最小工作电压条件时，假设10%的输入功率在有效电路电阻损失掉，则最坏情况 $R_T$ 为：

$$R_{T(\text{MAX})} = \frac{0.1 \cdot V_{\text{UV}}^2}{P_{\text{IN}}}$$

在DC/DC转换器的最小工作电压条件下，超级电容器两端所需的电压为：

$$V_{C(\text{UV})} = \frac{V_{\text{UV}}^2 + P_{\text{IN}} \cdot R_T}{V_{\text{UV}}}$$

所需的有效电容可以根据需要的故障保护时间( $T_{\text{RT}}$ )以及电容器上的初始电压( $V_{C(0)}$ )和( $V_{C(\text{UV})}$ )来计算，公式如下：

$$C_{\text{EFF}} = \frac{2 \cdot P_{\text{IN}} \cdot T_{\text{RT}}}{V_{C(0)}^2 - V_{C(\text{UV})}^2}$$

一个串接电容器组的有效电容是单个电容器的有效电容除以电容器数目所得的商，而总ESR则为所有串联ESR之和。

一个超级电容器的ESR将随著频率的增加而减小。制造商通常规定的是 $1\text{kHz}$ 频率条件下的ESR，而有些制造商则同时公布DC和 $1\text{kHz}$ 频率下的ESR数值。超级电容器的电容也将随著频率的增加而减小，而且通常给出的都是DC条件下的规定值。在 $1\text{kHz}$ 频率的电容约为在DC条件下数值的10%。当在故障保护应用(提供电源的时间从几秒钟到几分钟)中使用超级电容器时，应在低频(例如： $0.3\text{Hz}$ )采用一个有效电容和ESR测量值。如图2所示，当输入电源被拿掉时，ESR效应表示为一个 $180\text{mV}$ 的电压降。

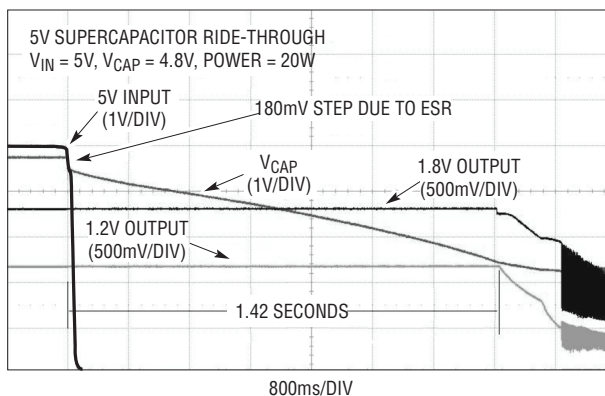


图2：5V电源故障保护应用定时

## 结论

超级电容器能够满足电源故障保护应用(这里所需的供电时间约为几秒钟到几分钟)的要求。与电池相比，超级电容器是一种具有长使用寿命、低维护成本、低重量和环保性的解决方案。为此，LTC3225提供了一种紧凑、低噪声的解决方案，用于在不降低性能的情况下对串接的超级电容器进行充电和电池平衡处理。

## 产品手册下载

[www.linear.com.cn](http://www.linear.com.cn)

如要获得更多资料或技术支持，请与我们的销售部或当地分销商联络，也可浏览我们的网址：  
[www.linear.com.cn](http://www.linear.com.cn) 或电邮到 [info@linear.com.cn](mailto:info@linear.com.cn)

凌力尔特有限公司  
Linear Technology Corp. Ltd.  
[www.linear.com.cn](http://www.linear.com.cn)  
香港电话：(852) 2428-0303  
北京电话：(86) 10-6801-1080  
上海电话：(86) 21-6375-9478  
深圳电话：(86) 755-8236-6088

艾睿电子亚太有限公司  
Arrow Asia Pac Ltd.  
[www.arrowasia.com](http://www.arrowasia.com)  
香港电话：(852) 2484-2484  
北京电话：(86) 10-8528-2030  
上海电话：(86) 21-2893-2000  
深圳电话：(86) 755-8836-7918

骏龙科技有限公司  
Cytech Technology Ltd.  
[www.cytech.com](http://www.cytech.com)  
香港电话：(852) 2375-8866  
北京电话：(86) 10-8260-7990  
上海电话：(86) 21-6440-1373  
深圳电话：(86) 755-2693-5811

派睿电子有限公司  
Premier Electronics Limited  
[www.premierelectronics.hk](http://www.premierelectronics.hk)  
香港电话：(852) 2268-9888  
北京电话：(86) 10-6260-8088  
上海电话：(86) 21-6249-3311

好利顺电子香港有限公司  
Nu Horizons Electronics Asia Pte Ltd.  
[www.nuhorizons.com](http://www.nuhorizons.com)  
香港电话：(852) 3511-9911  
北京电话：(86) 10-8225-1376  
上海电话：(86) 21-6441-1811  
深圳电话：(86) 755-3398-2850

dn450f 0209 142.8K • PRINTED IN CHINA

  
© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2007