

# 您拥有一项 B 计划吗？

作者：Tony Armstrong，电源产品部产品市场总监，凌力尔特公司

## 引言

作为一名科幻小说迷，我是 1950 年代末好莱坞低预算 Ed Wood 电影这一流派的“粉丝”。我最喜欢的其中一部影片是“Plan 9 from Outer Space”，它描述了外星人来到地球以阻止人类建造一种有可能摧毁整个宇宙的末日武器。然而，事情并没有完全按计划进行，而且外星人被消灭了。显然，外星人事先并未制定一项 B 计划以防 9 号计划不能如期奏效！

利用该情节主线可以容易地得出一个推论，以应用于不管其外部工作条件怎样都必须继续保持运行状态的电子系统。换句话说，其电源中的任何毛刺干扰（无论是瞬间、几秒钟、乃至数分钟）都必须在其设计过程中予以考虑。应对此类情况最常用的方法是使用不间断电源（UPS）以覆盖这些短暂的故障停机时间，从而确保高可靠性的系统持续运作。同样，如今的许多应急和备用系统被用于为建筑系统提供后备电源，以保障安全系统和关键设备能够在停电（不管是什么起因）期间保持其正常工作。另一个明显的例子可以很容易地在我们日常生活中广泛使用的手持式电子设备中找到。由于可靠性是头等重要的，因此手持式设备专为在正常情况下利用轻量型电源实现可靠运作而精心设计。但是，设计中再多的谨慎仔细也无法阻止它们在人类（乃至外星人）的手上将会遭受的“粗暴对待”。例如：当工厂的工人意外地掉落条形码扫描

仪而造成其电池甩出时，会发生什么呢？此类事件以电子方式是无法预知的，而且假如没有某种形式的安全网（即某种短期电源保持系统，其可存储充足的电能以提供备用电源，直到可以更换电池或可把数据存储在永久性存储器中为止），则存储在易失性存储器中的重要数据将会丢失。

这些实例清楚地表明了对于提供某种替代形式电源的需要，旨在应对主电源发生供电中断的情形。换言之，必须制定一项专门针对主电源未接入（不管是什么原因）之场合的备份计划。我将此称为“B 计划”。

## 存储媒体

既然已确认要对任何给定的系统提供后备电源，那么问题就出现了：用什么作为这种电源的存储媒体呢？传统上，人们一直选择的是电容器和

电池。

我认为：公平地说，几十年来电容器技术在功率传输和供电应用中起到了重要的作用。例如，基于薄膜和石油的传统电容器设计可执行多种功能，例如：功率因数校正和电压平衡。然而，在过去的 10 年里人们开展了大量的研发工作，从而在电容器设计和能力方面取得了重大的进展。这些被称为“超级电容器”，而且它们非常适用于电池储能和后备电源系统。超级电容器就其总储能而言或许是有限的；不过，它们具有“高能量密度”。此外，它们还能够快速释放高水平的能量并迅速完成再充电。

超级电容器还拥有紧凑、坚固和可靠的特点，并能支持后备系统针对上述短期电源丢失等情况的要求。它们可以容易地并联、或串联堆叠、或甚至是此二者的组合，以提供终端应

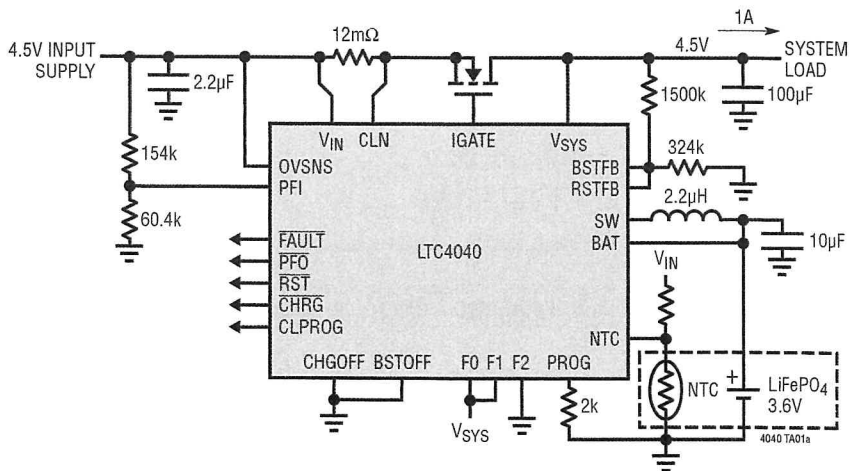


图 1：具 4.22V PFI 门限的 4.5V 后备电源。

用所需的必要电压和电流。然而,超级电容器并不仅仅是一种电容水平非常高的电容器。与标准的陶瓷、钽或电解电容器相比,超级电容器可在外形和重量相似的情况下提供较高的能量密度和较高的电容。而且,虽然超级电容器需要一些“照看和馈电”,但是它们在要求大电流 / 短持续时间后备电源的数据存储应用中逐步地增广乃至取代了电池。

此外,它们还在多种需要大电流突发脉冲或短暂电池后备供电(例如:UPS系统)的高峰值功率和便携式应用中日益找到了用武之地。相比于电池,超级电容器能以较小的外形尺寸提供较高峰值功率突发脉冲,并在较宽的工作温度范围内具有较长的充电循环寿命。可通过降低电容器的“top-off”电压和避免高温(>50°C)以最大限度地延长超级电容器寿命。

另一方面,电池虽能存储许多的能量,但在功率密度和供电方面是有限的。由于电池内部发生的化学反应之原因,它们在充电次数上受到了限制。因此,当在很长的时间里提供适中功率量时它们是最有效率的,因为非常快地从其抽取多安培的电流将严重地限制其有效工作寿命。表1概要列出了超级电容器、电容器和电池的优缺点。

## 新型后备电源解决方案

既然我们已经确定超级电容器、电池和 / 或这两者的组合可在几乎任何电子系统中用作后备电源的选项,那么什么是可用的IC解决方案呢?结果是:凌力尔特拥有众多专为满足该应用需要而特别设计的IC。我想特别介绍的三款解决方案是 LTC4040、LTC3643 和 LTC3110。

LTC4040 是一款面向 3.5V 至 5V 电源轨的完整锂电池后备电源管理系统,这类电源轨在主电源出现故障时

必须保持有效。电池提供的能量比超级电容器多得多,因此对于需要后备电源以延长工作时间的应用而言,电池更有优势。LTC4040 用一个内置双向同步转换器提供高效率电池充电以及大电流、高效率后备电源。当外部电源可用时,该器件作为降压型电池充电器工作,用于单节锂离子或 LiFePO<sub>4</sub> 电池,同时优先为系统负载供电。当输入电源降至低于可调电源故障输入 (PFI) 门限时, LTC4040 就作为升压型稳压器工作,能够从后备电池向系统输出提供高达 2.5A 电流。在发生电源故障时,该器件的电源通路 (PowerPath™) 控制在输入电源和后备电源之间提供反向隔离和无缝切换。LTC4040 的典型应用包括舰队和资产跟踪、汽车 GPS 数据记录仪、车载多媒体系统、收费系统、安防系统、通信系统、工业备份和 USB 供电型设备。典型应用电路原理图请见图 1。

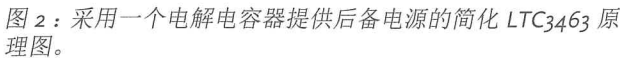
LTC4040 还包括可选的过压保护 (OVP), 以针对高于 60V 的输入电压, 用一个外部 FET 保护该 IC。其可调输入电流限制功能允许用电流受限电源

表 1: 超级电容器与电容器和电池的比较。

| 参数           | 超级电容器                 | 电容器                   | 电池                  |
|--------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| 能量存储         | 瓦-秒的能量                | 瓦-秒的能量                | 瓦-小时的能量             |
| 充电方法         | 端子两端的电压<br>(即: 从一个电池) | 端子两端的电压<br>(即: 从一个电池) | 电流和电压               |
| 提供的功率        | 快速放电, 线性<br>或指数电压衰减   | 快速放电, 线性<br>或指数电压衰减   | 长时间的恒定电压            |
| 充电 /<br>放电时间 | 毫秒至秒                  | 微微秒至毫秒                | 1 至 10 小时           |
| 外形           | 小                     | 小到大                   | 大                   |
| 重量           | 1-2g                  | 1g 至 10kg             | 1g 至 >10kg          |
| 能量密度         | 1 至 5Wh/kg            | 0.01 至 0.05Wh/kg      | 8 至 600Wh/kg        |
| 功率密度         | 高, >4000W/kg          | 高, >5000W/kg          | 低, 100-3000W/kg     |
| 工作电压         | 每节电池<br>2.3V ~ 2.75V  | 6V ~ 800V             | 每节电池<br>1.2V ~ 4.2V |
| 寿命           | >100k 次               | >100k 次               | 150 至 1500 次        |
| 工作温度         | -40°C 至 +85°C         | -20°C 至 +100°C        | -20°C 至 +65°C       |

工作, 同时优先提供系统负载电流而不是电池充电电流。一个外部断接开关在备份时隔离主输入电源和系统。LTC4040 的 2.5A 电池充电器提供 8 个针对锂离子和 LiFePO<sub>4</sub> 电池而优化的可选充电电压。另外, 该器件还包括输入电流监视、输入功耗指示器和系统功耗指示器。

LTC3643 是一款双向、高压升压型电容器充电器, 该器件可自动转换为降压型稳压器以提供系统后备电源。专有的单电感器拓扑集成了电源通路 (PowerPath) 功能, 可完成两个独立的开关稳压器工作, 从而减小了尺寸、成本和复杂性。LTC3643 以两种模式运行: 升压充电模式和降压后备模式。在充电模式中, 此器件从介于 3V 至 17V 的输入电源以高达 2A 和高达 40V 电压给一个电解电容器阵列进行高效充电。在后备模式中, 当输入电源电压降至低于可编程的电源故障输入 (PFI) 门限时, 升压型充电器反向运作以用作一个同步降压型稳压器, 从后备电容器供电并保持系统电源轨电压。在备份时, 电流限值可设置在 2A 至 4A 范围内, 从而使该器件



当给后备电容器充电时，LTC3643 可使用一个外部低值检测电阻器以保持从输入电源的准确电流限制，同时排定系统负载供电的优先顺序。输入电流限制可以利用一个 50mV 门限的检测电阻器设置，从而可防止系统电源过载，同时尽量地缩短电容器再充电时间。转换器以 1MHz 频率工作，可最大限度地减小外部组件尺寸。稳压时的低静态电流突发模式 (Burst Mode®) 操作最大限度提高了后备电容器的能量利用。通过向一个外部 PMOS 开关提供栅极驱动信号，LTC3643 在输入电源提供了理想二极管工作。这实现了高效率供电，同时在后备模式时，在输入电源和系统负载之间提供彻底的隔离。

8



LTC3110 的主动充电平衡功能免除了消耗能量的外部镇流电阻器的恒定消耗，甚至在电容器失配时也可确保充电，并减少再充电的频率。可编程的最大电容器电压调节可主动地平衡和限制串联电容器组中每个电容器两端的电压为编程值的一半，从而确保随电容器老化并逐渐出现容量失配时也能可靠地工作。低  $R_{DS(ON)}$ 、低栅极电荷同步开关提供了高效率转换，以最大限度缩短存储组件的充电时间。

LTC3110 的输入电流限值和最大电容器电压可利用电阻器进行编程。平均输入电流在 0.125A 至 2A 设定范围内得到准确地控制。引脚可选的突发模式操作提高了轻负载效率, 并将待机电流减小至仅为 40μA, 以及把停机电流降至低于 1μA。LTC3110 的其他特点包括 1.2MHz 的高开关频率 (可最大限度地缩小外部组件尺寸)、热过载保护、两个用于方向控制和充电结束的电压监控器、以及一个具有集电极开路输出的通用比较器 (用于和微控制器或微处理器相连接)。

每当您的设计要求一个系统即使在主电源发生故障的情况下也始终可用时，拥有一种后备电源总是个好主意。幸运的是，无论存储媒体是超级电容器、电解电容器、抑或甚至是电池，都有很多能够提供简易后备电源的可用 IC 选项。因此，不要像文章开头说的外星人那样，而是应确保自己手握一项 **B** 计划。