

面向能量收集的低功率转换

作者：Tony Armstrong，产品市场总监，凌力尔特公司

在我们的周围存在着许多的环境能量，能量收集的传统方法一直是借助太阳能电池板和风力发电机。不过，新的收集工具允许我们利用各种各样的环境能量源来产生电能。而且，重要之处不是电路的能量转换效率，而是那些可以用来给电路供电的“平均收集”能量数量。例如：热电发生器可将热量转换为电力、压电组件可转换机械振动、光伏组件用于转换太阳能（或任何光子源）、而电流组件则可从湿气实现能量转换。这就有可能给远程传感器供电，或者对电能存储器件（例如：电容器或薄膜电池）进行充电，以便微处理器或发送器能够无需本地电源而接受远程供电。

然而，正是在功率谱的“低”端（这里，WSN 和传感器中的毫微功率转换变得越来越普遍）才需要那种可以使用非常低的功率和电流的电源转换 IC。这些常常分别是几十微瓦（ μW ）功率和几十纳安（ nA ）电流。不过，此类工作电流不到 1\mu A 的电源转换产品（包括电池充电器）的供货源却是极其有限。

一般地说，要想为能量收集应用所接纳和采用，必需具备的 IC 性能特征包括：

- 低待机静态电流——通常小于 6\mu A ，并可低至 450nA
- 低启动电压——低至 20mV
- 高输入电压能力——高达 34V （连续）和 40V （瞬态）
- 能够处理 AC 输入

- 多输出能力和自主型系统电源管理

- 针对太阳能输入的最大功率点控制（MPPC）

- 紧凑的解决方案占板面积和极少的外部组件

无线传感器节点（WSN）基本上是一种独立系统，它由一些换能器组成，能将环境能量源转换成电信号，位于其后的通常是一个 DC/DC 转换器和管理器，以通过合适的电压电平和电流为下游电子组件供电。下游电子组件包括微控制器、传感器和收发器组成。

当试图实现 WSN 时，需要考虑一个有益的问题：运行这个 WSN 需要多少功率？从概念上说，这似乎是一个相当简单的问题；然而实际上，由于受到若干因素的影响，这是一个有点难以回答的问题。例如：需要间隔多长时间获取一次读数？或者，更重要的是，数据包将有多大以及传送它需要多大的功率？这是因为，获取和传输一次传感器读数，系统所用能量约有 50% 是收发器消耗掉的。有多种因素会影响能量收集系统或 WSN 的功耗特

性，必需把它们全部考虑在内。

当然，由能量收集源所提供的能量取决于电源工作多久。因此，比较能量收集电源的主要衡量标准是功率密度，而不是能量密度。能量收集系统的可用功率一般很低、随时变化且不可预测，因而通常采用了一种与能量收集器和一个辅助电能储存器相连的混合结构。收集器（由于能量供给不受限制和功率不足）是系统的能量源。辅助电能储存器（一个电池或一个电容器）可产生较高的输出功率，但储存的能量较少，它在需要的时候供电，其他情况下则定期接收来自收集器的电荷。所以，在没有可供收集功率的环境能量时，必须采用辅助电能储存器给 WSN 供电。当然，从系统设计人员的角度来看，这进一步增加了复杂性，因为他们现在必须考虑：必须在辅助电能储存器中储存多少能量才能补偿环境能量源的不足。

显然，WSN 必须使用非常低级别的能量（当其可用时）。这又意味着，系统中所使用的组件必须要能够处理这些低功率级别。虽然收发

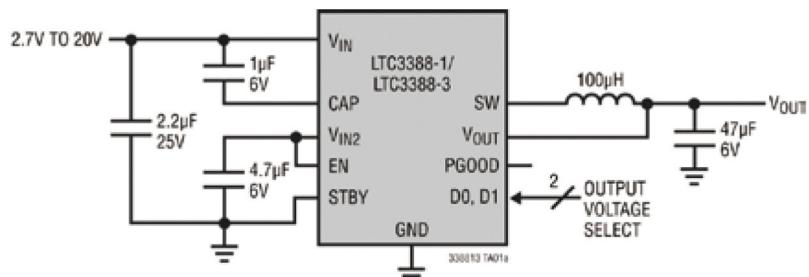


图 1：LTC3388-1 / LTC3388-3 典型应用原理图

器和微控制器已经解决了这个问题，但是在与之相关的电源转换和电池充电这方面仍然存在空白。不过，凌力尔特开发的 LTC3388-1 / LTC3388-3 和 LTC4071 可以专门应对这些要求。

LTC3388-1 / LTC3388-3 是一款能接受 20V 输入的同步降压型转换器，其可提供高达 50mA 的连续输出电流，采用 3mm x 3mm (或 MSOP10-E) 封装，见图 1。该器件在 2.7V 至 20V 的输入电压范围内工作，因而非常适用于多种能量收集和电池供电应用，包括“保持有效”的传感器和工业控制电源。

LTC3388-1 / LTC3388-3 运用迟滞同步整流方法，以在很宽的负载电流范围内优化效率。其在 15 μA 至 50mA 负载范围内可提供超过 90% 的效率，且仅需 400nA 的静态电流，从而使其能够在采用电池作为辅助电源的场合延长电池寿命。

LTC3388-1 / LTC3388-3 具有准确的欠压闭锁 (UVLO) 保护功能，以在输入电压降至低于 2.3V 时停用转

换器，从而将静态电流减小至仅为 400nA。一旦处于稳定状态 (无负载时)，LTC3388-1 / LTC3388-3 将进入睡眠模式，以最大限度地降低静态电流，使其达到仅为 720nA。然后，该降压型稳压器按需接通和断开，以保持输出稳定。当输出在持续时间很短的负载 (例如：无线调制解调器，这类负载要求低纹波) 情况下处于稳定状态时，另一种备用模式禁止执行开关切换。这种高效率、低静态电流设计非常适合于能量收集，此类应用需要长充电周期，同时以短突发负载为传感器和无线调制解调器供电。

电池常常用作 WSN 中的辅助备用电源；然而，怎样利用低功率电源对其进行充电的设计难题却并非微不足道！凌力尔特的 LTC4071 是一款并联电池充电器系统，其拥有集成型电池组保护和一种低电池电量断接功能，以避免低容量电池由于自放电的原因而受损。它是一款简单却十分精细的充电器和保护器，适用于锂离

子 / 锂聚合物电池。其超低的 550nA 工作电流使得能够采用以前不能用的非常低电流、间歇或连续充电电源 (例如：依靠能量收集应用提供电能的充电电源) 来充电。一个内部电池热量调理器可降低浮置电压，以在电池温度升高时保护锂离子 / 锂聚合物电池、纽扣型电池或薄膜电池。LTC4071 采用扁平 8 引脚 2mm x 3mm DFN 封装，其提供了一款完整和超紧凑的充电器解决方案，只需单个与输入电压相串联的外部电阻。

尽管便携式应用和能量收集系统正常工作时功率级别差异很大 (从数微瓦直至高于 1W)，有很多电源转换 IC 可供系统设计师选择。不过，在需要转换毫微安电流的较低功率情况下，选择就变得有限了。

幸运的是，目前已经有了可供设计师选择的电源转换和电池充电解决方案，其低于 1 μA 的静态电流可为低功率传感器和新一代 WSN 中“保持有效”的电路延长电池寿命。