

并联充电器系统可从以往不可用的低电流电源收集功率

凌力尔特公司 电源产品部
高级产品市场工程师 Steve Knoth

背景

并联电压基准简单易用，它们已经出现很多年了，而且出现在大量的产品中。不过，它们不能有效地给电池充电。为了完成这任务而配置一个并联电压基准是极其复杂的。另外，用小电流电源或间歇收集能量型电源准确和安全地给锂离子/聚合物电池、币形电池或薄膜电池充电的能力尚不可实现。

在市场上处于萌芽期的能量收集 IC 可以将换能器的信号转换成适合于电池充电器器件的输入。尽管能量收集自 2000 年早期就出现了，但是最近的技术发展才使能量收集达到了商业上可行的程度，2010 年，能量收集技术的“增长”阶段即将来临。能量收集应用领域的机会非常多：

- 在电池更换不方便、不现实或危险的情况下，取代电池供电系统或给电池供电系统再充电；
- 无需导线携带电能或发送数据；
- 智能无线传感器网络监视和优化复杂的工业过程、远程现场安装以及大楼 HVAC；
- 从工业过程、太阳能电池板、内燃机收集不然会浪费的热量；
- 各种不同消费电子产品的附属充电器。

这些应用中很多都有内在的间歇性或低功率电源。

从电池方面来看，尽管技术已经改进，但是便携式电子设备的电池仍然需要保护和查验，以保持电池的最佳运行。在给很多电子设备供电方面，锂离子/聚合物电池是一种成熟的技术和流行的选择，因为它们具有高能量密度、低的自放电量、宽电压范围和需要很少的维护以及其它一些优点。币形电池外形尺寸小，提供高能量密度、稳定的放电特性，重量轻。薄膜电池是一种正在出现的技术，优势包括充电周期数很大和物理灵活性，即视最终应用的不同而不同，薄膜电池几乎可以做成任何形状，以适合应用需求。不过，如果不能正确地充电和调理，那么可能对这些电池仍然存在一些不利影响。

低功耗充电器的设计挑战

一个可调的并联基准可以设定为提供合适的电池浮置电压，但是它缺少电池充电器的 NTC 功能。更重要的是，所需要的工作电流太大，以至于用低功率电源或间歇性电源进行电池充电是不可行的。或者，可以用一个齐纳二极管、电阻器、一个 NPN 晶体管和比较器做成一个分立并联基准，以实

现 NTC 功能。不过，这样仍然会受到与上述同样的限制。另外，它实施起来大而笨重，相比之下会占用大量宝贵的 PCB 面积。

典型电池充电器 IC 需要一个恒定 DC 输入电压，而且不能处理突发能量。然而，诸如室内光生伏打阵列或压电换能器等间歇性能量收集源提供的却是突发能量。为了用这类能源给电池充电，一种静态/工作电流低于 $1\mu\text{A}$ 的独特 IC 是必需的。

锂离子/聚合物化学组成的电池提供便携式电子设备所需的高性能功能，但是必须小心对待。例如，如果充电至超出其建议的浮置电压 100mV ，那么锂离子/聚合物电池就可能变得不稳定。此外，高压和高温同时存在对电池寿命也会产生不利影响，在极端情况下，可能导致电池自毁。除了高温和高压同时存在可能产生的负面影响，币形电池和薄膜电池由于小的外形尺寸，还有容量问题。

并联架构的基本原理和优势

并联基准是电流馈送型两端子器件，在达到目标电压之前不吸取电流。并联基准用起来像一个齐纳二极管，在电路原理图中也常常被显示成一个齐纳

电源管理

解决方案

◀ SOLUTION

二极管。然而，大多数并联基准实际上是基于带隙基准电压的。

并联基准仅需要单个外部电阻器来调节输出电压，从而极易使用。没有最高输入电压限制，最低输入电压由基准电压值设定，因为需要一定的电压空间以正确运行。

此外，并联基准在宽电流范围内具有良好的稳定性。很多并联基准在大或小容性负载时也是稳定的。

一个简单的解决方案

满足上述电池充电器 IC 设计限制的任何解决方案都必须兼有并联稳压器的特性，能够用低功率连续或间歇性电源充电的电池充电 IC 的特性。这样一个解决方案还需要保护锂离子/聚合物电池、币形电池或薄膜电池并充分发挥这些电池的最高性能。

凌力尔特公司已经开发出业界第一个并联架构电池充电器。LTC4070 是一种易于使用的纤巧并联电池充电器系统 IC，适用于锂离子/聚合物电池、币形电池或薄膜电池。该 IC 具有 450nA 的工作电流，保护电池并用以前不能使用的非常低电流间歇或连续性充电电源给电池充电。增加一个外部 PMOS 并联器件以后，LTC4070 的充电电流可以从 50mA 提高到高达 500mA。内部电池热

量调理器降低浮置电压，以在电池温度逐渐升高时保护锂离子/聚合物电池。通过以串联方式配置几个 LTC4070，可以给多节电池组充电并对其进行平衡。LTC4070 采用扁平 (0.75mm) 8 引线 2mm × 3mm DFN 封装，仅用一个要求与输入电压串联的外部电阻器，就能提供一个完整和超紧凑的充电器解决方案。该器件的功能使其非常适合连续和间歇性的较低功率充电电源应用，包括锂离子/聚合物电池备份、薄膜电池、币形电池、存储器备份、太阳能供电系统、嵌入式汽车应用和能量收集。

LTC4070 准确度为 1% 的电池浮置电压具有引脚可选的 4.0V、4.1V 和 4.2V 设定值，允许用户在电池能量密度和寿命之间做出权衡。独立的低电池电量和高电池电量监察状态输出指示电池已放电或已完全充电。结合一个与负载串联的外部 PFET，低电池电量状态输出可实现锁断功能，该功能使系统负载自动与电池断开，以保护电池免于深度放电。

除了紧凑的 2mm × 3mm 8 引线 DFN 封装，LTC4070 还采用 8 引线 MSOP 封装。采用这些封装的器件都规定在 -40℃ 至 125℃ 的温度范围内运行。

通过防止电池电压超过已设定的值，LTC4070 提供一种简单、可靠和高性能的电池保护与充电解决方案。其并联架构仅需要一个位于输入电源和电池之间的电阻器，就可应对多种电池应用。当输入电源去掉且电池电压低于较高的电池输出门限时，LTC4070 仅从电池消耗 450nA 电流。

当电池电压低于设定的浮置电压时，充电速率由输入电压、电池电压和输入电阻器决定：

$$I_{\text{CHG}} = (V_{\text{IN}} - V_{\text{BAT}}) / R_{\text{IN}}$$

当电池电压接近浮置电压时，LTC4070 从电池分走电流，从而降低了充电电流。LTC4070 在整个温度范围内具有 ±1% 的浮置电压准确度，可以分走高达 50mA 的电流。电流分流限制了最大充电电流，不过，通过增加一个外部 P 沟道 MOSFET，50mA 内部分流能力还可以提高，参见图 1。

从内部看，LTC4070 具有一个由放大器 EA 驱动的 P 沟道 MOSFET (参见图 2)。在 V_{CC} 和 GND 之间的电压达到 V_{F} (即并联电压) 之前，该器件中没有电流流过。 V_{F} 可以由 ADJ 和 NTC 修改，但是它始终处于 3.8V 至 4.2V 之间。如果 V_{CC} 电压低于这个值，那么 PFET 中的电流就为零。如果 V_{CC} 两端的电压试图升高至高于 V_{F} ，那么该器件中就有电流流过，以防止电压上升，这就是分流电流。

工作电流是为该芯片中其余所有电路供电所需的电流。如果没有外部电源存在，那么这就是从电池吸取的电流。

当电池电压较低时，更多的电压加在输入电阻器两端，因此进入电池的电流 (即充电电流) 略高于电池完全充电时的电流。当电池完全充电时，没有电流进入电池，所有输入电流都进入分流电路。

工作电流很重要，因为它对“实际的”输入电源的电流能力设定一个较低的限制。显然，仅具有 100nA 驱动能力的输入源不可能用 LTC4070 给电池充电。不过，如果有 1μA 的驱动能力，就有少量电流余出来用于充电。如果提供 10μA 的驱动能力，那么超过 90% 的电流可用来充电。

NTC 电池调理电路保护电池

LTC4070 用一个热耦合到电池的负温度系数热敏电阻测量电池温度。NTC 热敏电阻具有电阻-温度转换表中

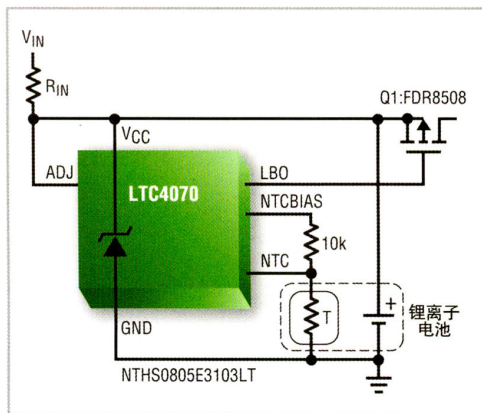


图1 LTC4070 应用电路运行模式

解决方案 SOLUTION

电源管理

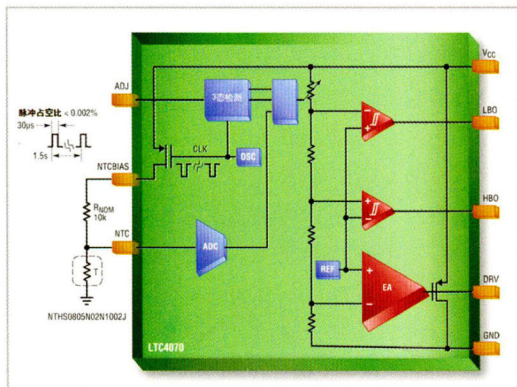


图2 LTC4070 方框图

规定的温度特性。通过在高于 40℃ 时温度每升高 10℃ 就降低浮置电压，内部 NTC 电路保护电池免受过热损坏 (参见图 3 以获得详细信息)。

LTC4070 运用电阻值的比率来测量电池温度。LTC4070 含有一个从 NTCBIAS 至 GND 的内部固定电阻器分压器，该分压器具有 4 个分接点。这些分接点处的电压周期性地与 NTC 引脚处的电压进行比较，以测量电池温度。为了节省功率，通过每隔约 1.5s 将 NTCBIAS 引脚偏置到 V_{CC} 一次，来周期性地测量电池温度。

其它关键特点

LTC4070 具有一个连接到 ADJ 引脚的内置 3 态解码器，以提供 3 种可编

程浮置电压：4.0V、4.1V 或 4.2V。当 ADJ 引脚连接到 GND 时，浮置电压设定到 4.0V；ADJ 引脚浮置时，设定到 4.1V；ADJ 连接到 V_{CC} 时，设定到 4.2V。ADJ 引脚的状态大约每隔 1.5s 取样一次。当它正被取样时，LTC4070 在 ADJ 引脚加上一个相对低阻抗的电压。这种方法防止低电平电路板泄漏使

设定的浮置电压产生讹误。消除电阻器不仅减小了解决方案尺寸，还在不需要高值电阻器时降低了静态电流。

该器件还含有状态输出和发出指示信号的功能。电池高电量监视器输出 (High Battery Monitor Output --- HBO) 是一个高态有效 CMOS 输出，指示电池已经完全充电，电流正在从 BAT 分走。电池低电量监视器 (Low Battery Monitor Output - LBO) 也是高态有效 CMOS 输出，指示电池何时放电至低于 3.2V。最后，外部驱动输出引脚 DRV 可以连接到一个外部 PFET 的栅极，为需要超过 50mA 充电电流的应用提高分流电流 (最高 500mA)。

结论

并联基准有很多应用，而且视其功能的不同而不同，并联基准甚至可以用来给电池充电。不过，这种类型的应用有很多缺点，包括大静态电流和缺乏电池保护功能。现在，合适类型的 DC-DC 转换器或电池充电器使低功率能量收集应用为调理做好了准备。凌力尔特公司开发出了 LTC4070 并联充电器系统，该器件适用于锂离子/聚合物电池、币形电池和薄膜电池，可为具有低功率电源的领先应用提供一种简单、有效的电池充电解决方案。PCDN

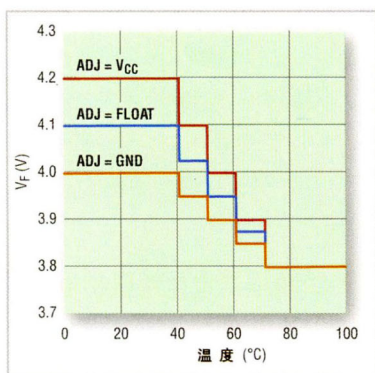


图3 LTC4070 过热浮置电压查验