

基于太阳能电池的 精简高效型电池充电

太阳能供电的充电系统的目标是，不仅在白天直接给系统供电，而且在阳光最充足的时候给存储单元（一般是电池）充电，这样在夜间或阳光不充足的情况下，当电池板输出功率接近零时，电池就可以给系统供电。如何实现简单高效的设计，成为了一个挑战。

太阳能电源是今天更加关注环保的“绿色”社会热点问题。使用可再生能源的趋势日益增强，这种趋势不断导致诸如太阳能或风能等可选能源的增加。得到改善的技术连同这种趋势，正在使利用这些能源发电在经济上更加可行。需要大型电池板或电池板阵列的应用已出现于住宅和商业建筑物中。然而，在脱离电网（此时，没有可用的线路电源）的应用中，太阳能电池板也成为一种富有吸引力的发电替代方案。调节这种电池板提供的电源以给一个子系统内的电池充电，可使这种设备独立自主，并可位于偏远地区。一般情况下，这类单个电池板产生 $<25\text{W}\sim 30\text{W}$ 的功率，面积不到 4 平方英尺。更低功率的电池板可能更小。

太阳能供电的充电系统的目标是，不仅在白天直接给系统供电，而且在阳光最充足的时候给存储单元（一般是电池）充电，这样在夜间或阳光不充足的情况下，当电池板输出功率接近零时，电池就可以给系统供电。传统上，这些应用大部分使用密封铅酸 (SLA) 电池作为主要的存储单元，但是，随着应用的外形尺寸减小，锂化学组成正在变得越来越常见。在便携式和非便携式环境中，利用太阳能给这些电池

充电正在日益成为主流。单块太阳能电池板有很多新出现的应用，其中包括坚固耐用的军用笔记本电脑、工业库存和销售点 (POS) 管理设备、远程检测单元、便携式汽车诊断设备、海洋太阳能浮标、路标照明、路边应急电话、人行横道指示灯照明、甚至太阳能供电的垃圾夯实机。

此外，在很多应用中也已经出现了磷酸铁锂 (LiFePO_4) 电池，这种电池比基于钴的锂离子聚合物电池 (典型值为 4.1V 或 4.2V) 提供更高的安全性和更低的浮置电压 (3.6V)。这种化学组成也有其他很多基于钴的锂离子/聚合物电池所具有的优点，包括低的自放电速率和相对较低的重量。此外，比较而言， LiFePO_4 提供更长的周期寿命和总寿命、更高的峰值功率额定值、针对更高的热失控电阻而实现的更高安全性、以及更小的环境影响。与基于钴的锂离子/聚合物电池比较， LiFePO_4 的缺点包括较低的能量密度 (容量) 以及如果新电池太早“深度循环”，易于永久失效。

设计问题

一般情况下，从太阳能电池板抽取峰值功率或者非常昂贵 (因为使用太阳能电池稳压器模块)，或者难以实现，一般需要利用微控制器和大量分立组件的复杂电路。这些全含式、最大峰值功率跟踪 (MPPT) 模块传统上以大型电池板电源应用为目标，例如住宅或商务大楼，但是，随着所发现太阳能电源的用途越来越多，市场应用情况正在改变。

对于给定数量的光能来说，太阳能电池板有某一个输出电压，在这个输出电压时，产生峰值输出功率。电池板内部的旁路二极管可能产生复杂的功率与电流特性，当电池板上有部分光线被遮住时，这类特性不容易优化。不过，目前市场上几乎所有规定最大输出功率

低于 25W~30W 的 12V 系统太阳能电池板都是由简单的串联电池配置构成的，没有旁路二极管。这种类型的配置产生位于窄的电池板输出电压频带内的峰值输出功率，而不管光照条件。视电池板特性的不同，峰值功率可能从 12.5V 至 18.5V 的电池板电压产生。

磷酸铁锂电池可能不可用标准锂离子/聚合物电池充电器充电，考虑到这类电池 3.6V 的较低浮置电压特性，如果没有正确充电，可能导致对电池不可修复的损坏。准确的浮置电压充电将延长电池寿命。充电预查验 (涓流充电) 还有助于避免损坏电池，尤其是在深度放电时。

目前缺乏具内置充电终止功能 (以 >20V 的高压工作) 的太阳能供电单片 (内置电源电路) 电池充电器 IC 解决方案。有一些暂时的解决方案可以完成这个任务，尤其是获得太阳能的能力。不过，这些解决方案大且复杂，需要很多外部组件，并占用宝贵的 PCB 面积。

总结一下关键的设计问题：

- 利用目前的解决方案从太阳能电池板抽取峰值功率或者非常笨重，或者非常昂贵
- 缺乏具内置充电终止功能 (以 >20V 的高压工作) 的太阳能供电单片电池充电器 IC 解决方案
- 磷酸铁锂电池有较低浮置电压的特殊充电需求，但是与锂离子/聚合物电池相比有一些优点

一个简单的解决方案

任何要满足上面讨论的设计限制条件的解决方案都必须是紧凑、高压和单片的，是一个能够用内置充电终止功能应对太阳能电源输入电压变化和多种电池化学组成的解决方案。这样的器件将成为提高全球能量获取与保存应用安装量的促进因素。

太阳能电源能力和多种化学组成电池的运行

LT3652 IC 是以凌力尔特公司受欢迎和具强大实力的 LT3650 系列为基础而开发的。它是一个创新、具太阳能电源跟踪功能、单片降压型电池充电器 IC，用于新式电池化学组成。该器件运用了一种创新的输入电压调节环路，该环路负责控制充电电流，以将输入电压保持在编程设定的电平上。当 LT3652 由单块太阳能电池板供电时，输入调节环路强制电池板以峰值输出功率运行。这个独特的输入电压调节环路电路系统提供了与更复杂和更昂贵的 MPPT 方法几乎同样的输出功率。

LT3652 接受 4.95V 至 32V 的宽范围输入，具 40V 绝对最大额定值，以增加系统裕度。它能够给多种电池组配置充电，包括单节至三节串联锂离子/聚合物电池、单节至四节串联磷酸铁锂电池、12V 密封铅酸 (SLA) 电池、以及高达 14.4V 的电池。参见图 1，以获取详细信息。

LT3652 的充电电流可设置为高达 2A。这款独立型电池充电器无需使用外部微控制器，并具有用户可选的充电终止功能，包括 C/10 或一个内置定时器。该器件的 1MHz 固定开关频率实现了小巧的解决方案外形尺寸。浮置电压反馈准确度

规定为 0.5%，充电电流准确度为 5%，而 C/10 检测准确度为 2.5%。一旦充电操作终止，LT3652 就自动进入一种低电流待机模式，该模式把输入电源电流减小至 85uA。在停机模式中，输入偏置电流减小至 15uA。在所有非充电周期，通过从电池泄漏 <1uA 的电流，LT3652 最大限度地延长了电池寿命。对于自主型充电控制，如果电池电压降至编程设定的浮置电压以下达 2.5% 时，自动再充电功能就起动一个新的充电周期。其它安全相关的功能包括低电池电量预查验、热敏电阻输入以用于温度合格的充电、坏电池检测和二进制编码状态输出引脚。LT3652 采用扁平 (0.75mm) 12 引脚 3mmx3mm DFN 封装，在 -40°C 至 125°C 的结温范围内工作有保证。

创新且简单的输入电压调节环路

LT3652 的输入电压调节控制环路方法与昂贵的 MPPT 方法相比是非常有优势，提供了几乎同样的性能。输入电压调节环路：

- 从太阳能电池板抽取最大可获得的功率
- 如果电池板输出电压降至编程设定的电平以下，就降低充电电流
- 对于所使用的特定太阳能电池板，保持电

池板处在对应于峰值输出功率点的输出电压上

- 通过一个电阻分压器设定想要的特定峰值功率电压

对于图 2 的应用电路，图 2 显示作为输入电压函数的最大充电器电流，同时显示在电池板电压下降时，该器件如何降低输出电流。

电压监视器引脚实现对最小工作电压的设

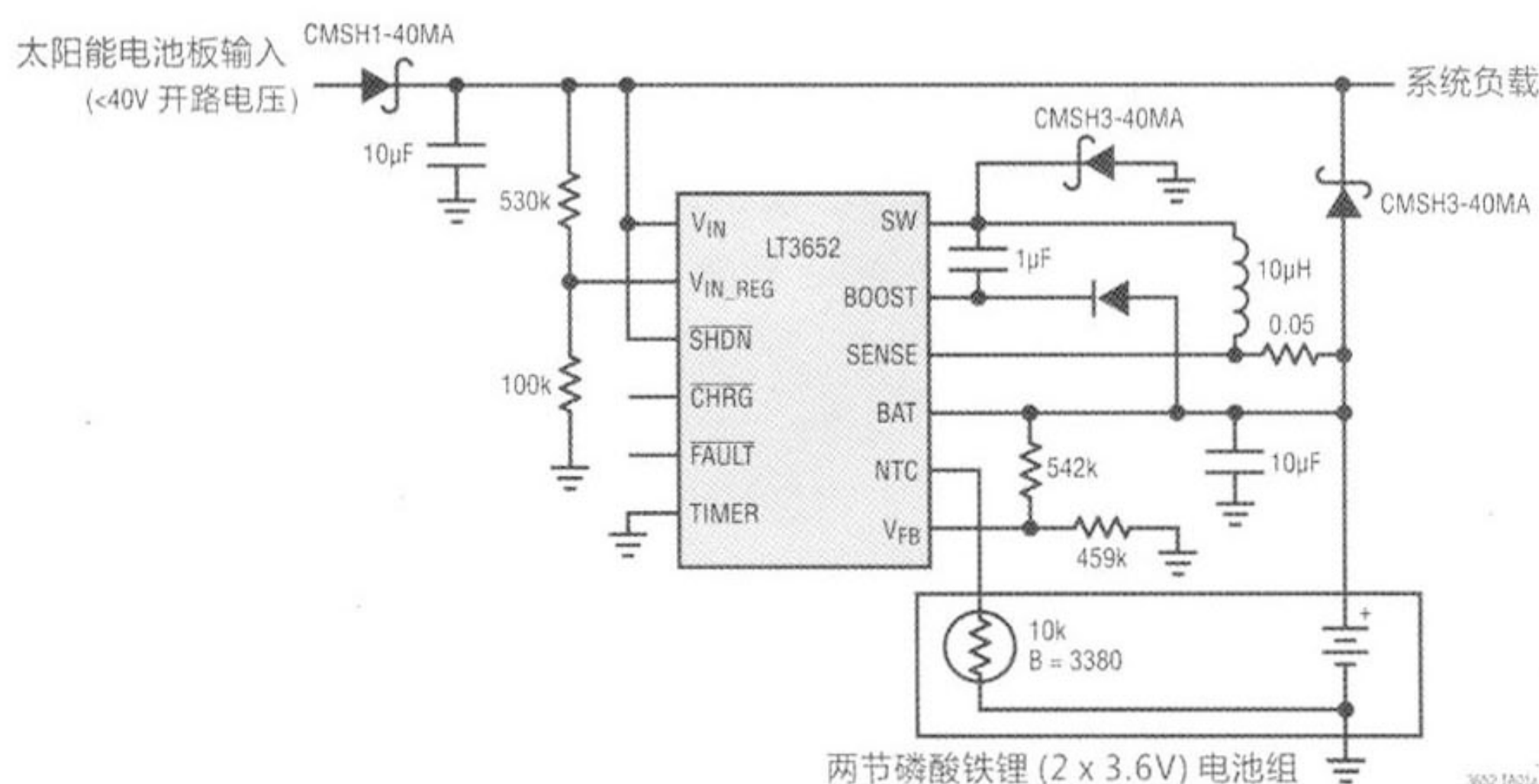
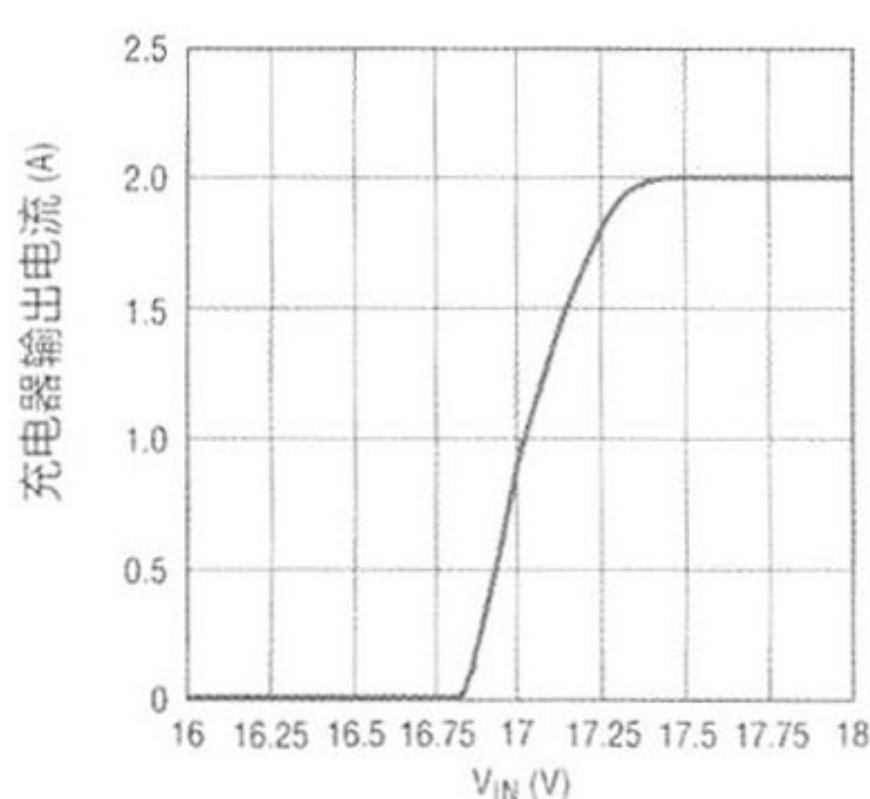


图1 LT3652 的典型应用电路



图2 LT3652 输入电压调节



置。从 VIN 到 VIN_REG 引脚连接一个电阻分压器，可实现最小输入电源电压的设置，这种方法一般用来为太阳能电池板设置峰值功率电压。当 VIN_REG 引脚低于 2.7V 的稳压门限时，降低最大充电电流。

如果输入电源不能提供足够的功率来满足 LT3652 充电器的需求，那么电源电压将崩溃。因此，最低工作电源电压可以通过用一个电阻分压器监视该电源来设置，以使想要的最低电压对应于 VIN_REG 引脚的 2.7V。LT3652 伺服最大输出充电电流，以保持 VIN_REG 引脚上的电压等于或高于 2.7V。通过如图 3 所示的那样连接一个电阻分压器，可以完成对想要的最低电压的设置。对于想要的最低电压 (VIN(MIN))

RIN1/RIN2 之比为：

$$RIN1/RIN2 = (VIN(MIN)/2.7) - 1$$

如果不使用电压调节功能，那么 VIN_REG 引脚可以连接到 VIN。

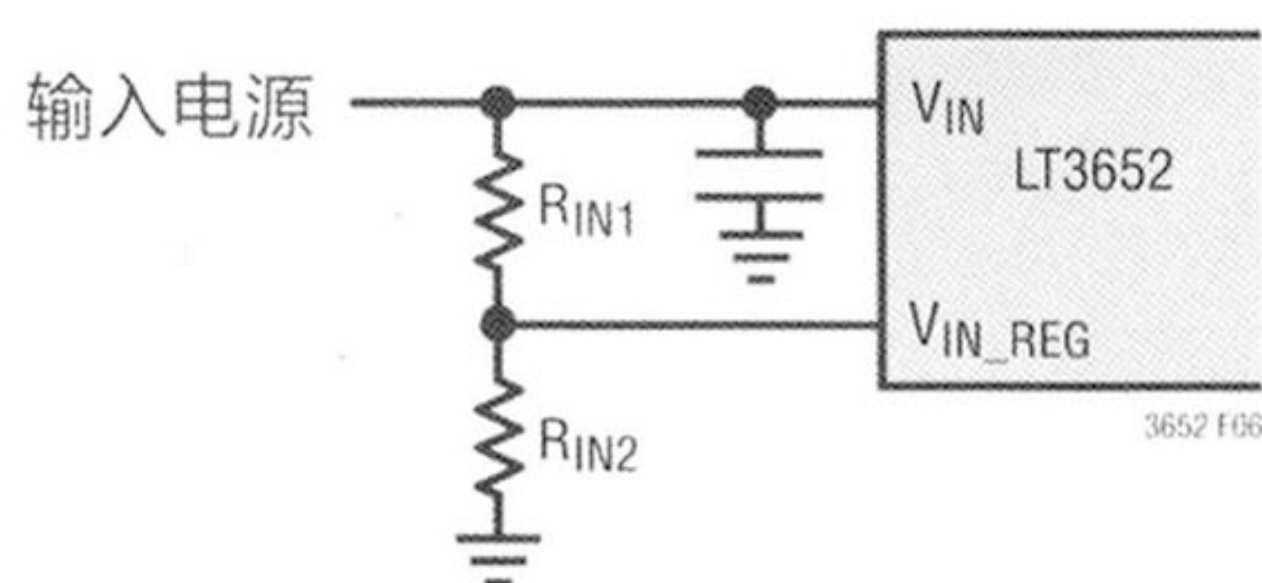


图3 用电阻分压器设置最低 VIN

MPPT 温度补偿

一个典型的太阳能电池板由很多串联连接的电池组成，每节电池都是一个正向偏置的 p-n 节。因此，单节太阳能电池的开路电压 (VOC) 具有与普通 p-n 节二极管类似的温度系数，或温度系数约为 $-2\text{mV}/^\circ\text{C}$ 。一个晶体太阳能电池板的峰值功率点电压 (VMP) 可以近似为一个低于 VOC 的固定电压，因此这个峰值功率点温度系数类似于 VOC 的温度系数。电池板制造商一般为 VOC、VMP 和 VOC 的温度系数规定 25°C 的值，以此简单地决定一个典型电池板 VMP 的温度系数。LT3652 利用一个反馈网络来设定 VIN 输入稳定电压。网络控制有助于为一个 MPPT 应用高效率地实现各种不同的温度补偿方案。

结论

太阳能电源已经从“时髦”变成了实用。诸如住宅和商用大楼等最初的应用需要大型电池板，而现在正改变为较小、不依靠电网的单块电池板应用，这些应用面积不到 4 平方英尺，提供 $<25\text{W}\sim 30\text{W}$ 的功率，较低功率的电池板外形尺寸甚至更小。高端消费类、汽车、工业、路边、海洋和军事领域已经开发了需要这类单块电池板太阳能电源的便携式和非便携式应用。LT3652 在电池充电器领域满足了尚未满足的需求。它是一个单片 IC，为从太阳能电池板抽取峰值功率提供了一个简单、创新的输入电压控制环路，具有给多种化学组成充电的能力，包括磷酸铁锂、锂离子/聚合物和密封铅酸电池。充电效率类似于可替代和昂贵的 MPPT 方法。该器件还具有快速 2A 充电能力、内置充电终止功能、高压工作、并可组成一个紧凑而简单的解决方案。