利用光伏电池给蓄电池充电

Charging a Battery with a PV Cell

邓隐北，张子亮，唐庆伟
河南亮明科技有限科技
Deng Yinbei, Zhang Ziliang, Tang Qingwei
Henan Liangming Technology Co., Ltd

摘　要：磷酸锂铁（LiFePO4）电池对比钴基的 Li 离子 / 聚合物电池，具有安全性高、浮充电压小、自放电率低、使用寿命长等一系列优点。本文所述 LT36521C 为可实现太阳能跟踪、单块式补偿蓄电池充电的集成电路。当 LT3652 由单块太阳能电池板供电时，其输入调节回路能确保在最大输出功率下工作，充分体现出这一新型太阳能充电器的优越特性。

关键词：太阳电池阵列　光伏充电器　磷酸锂铁蓄电池　LT36521C

Abstract: Compared with Cobalt-based Li-ion/polymer battery, LiFePO4 battery has various advantages, such as high safety, low float charge voltage, low self-discharge rate and long service life. LT36521C in this paper is an integrated circuit, being able to realize solar tracking and monolithic compensation battery charging. When LT3652 is charged by a monolithic solar cell, its input regulating loop can ensure its working under maximum output power, showing its superior characteristics。

Key words: Solar cell array, PV Charger, LiFePO4 battery, LT36521C
［中图分类号］T M615　　［文献标识码］A　　文章编号：1561-0349（2014）11-0036-03

1 前言

太阳能是一个热门课题，利用太阳能需要有大面积的光伏电池板，或装设在住宅和商用建筑上的光伏电池阵列。然而现在，如本文所报导的，光伏电池板在离网型电源应用中起到发电作用的这一技术正在迅速发展。

太阳能充电系统的目的不仅是利用光直接给系统提供电力，而且在最强的光照期间还可以给蓄能元件（典型的为蓄电池）充电，以便在夜间或光照有限期间内，光伏电池板的输出功率接近零时，也能确保蓄电池给系统供电。大多数此类应用中，惯例是使用密封的铅酸蓄电池（SLA）作为主要的储能元件，但锂离子电池因其规格尺寸小而愈益普及。在便携式和非便携式的使用环境下，这种蓄电池利用光伏电池充电就随之形成为主流。

单个光伏电池板的实际应用很多，包括可靠供电的军用器件、工业用器件、遥控传感单元、便携式自动诊断设备、海上太阳能浮标、道路信号照明、紧急路边电话、交叉路口的步行指示灯，以及利用太阳能的垃圾压缩机械等。而且在很多应用场合，已出现磷酸锂铁（$LiFePo_4$）电池，对比钴基锂离子 / 聚合物电池，安全性高、浮充电压小（3.6V），聚合物电池的浮充电压一般为 4.1V~4.2V。此外，$LiFePo_4$ 电池比锂离子 / 聚合物电池还具有以下优点：自放电率低，重量较轻，操作周期和总的使用寿命长，最大功率定额高，通过较大的电阻散热、安全性改善，受环境的影响小等。对比锂离子 / 聚合物电池，$LiFePo_4$ 电池的缺点是：能量密度（容量）较小，如果新的电池过早的“深度循环充放电”，它容易在未到使用期就提前失效。

从太阳能电池板上提取最大的功率（如利用太阳能调节器模块），无论哪种方式都较昂贵，且难于实现。通常的要求是由微控制器和许多分立元件组成的复杂电路，这些全封装式最大功率点跟踪（MPPT）模块，一般是针对大型太阳能应用，而市场的应用前景则是随着太阳能用户的需求而改变的。

对于给定的光伏能量，太阳能电池板具有一定的输出电压，在此电压下可产生最大的输出功率。太阳能电池板的旁路二极管能建立复合的功率—电流特性。当电池板上出现局部阴暗时，这些特性是不易优化的，实际在市场上流行的全

为 12V 系统的太阳能电池板，最大输出功率：25W~30W。

2 太阳能电池阵列的组成及对光伏充电器的要求

由一片单晶硅片构成的太阳能电池称为单体；多个太阳能电池单体组成的构件称为太阳能模块；多个太阳能电池模块（即模块群）构成的大型装置称为太阳能电池阵列，如图 1 所示。

需注意，在模块串联部分反并联二极管 VD_b，以防止反向电流对电池的破坏。总的出线处也要串联定向二极管 VDs，图中的 LP 为避雷器件。

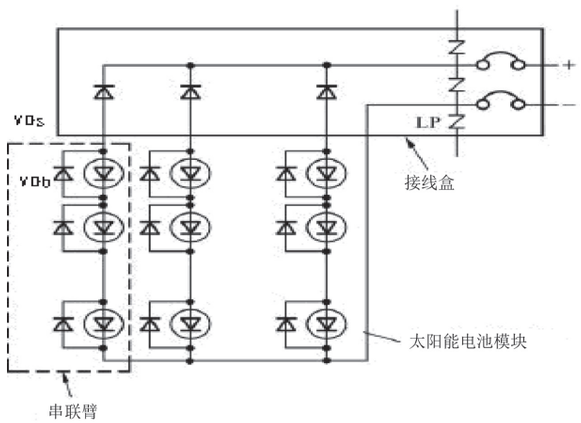

图 1　太阳电池阵列接线示意图

磷酸锂铁蓄电池一般不采用标准锂离子 / 聚合物蓄电池的充电器充电，因电池给定的较低浮充电压 3.6V 这一特性，如无适当的充电，可能导致无法恢复的损坏。正确的浮充电压充电将会延长电池的使用寿命。充电的预限制（智能充电）有助于避免电池损坏，尤其是已深度放电后。

太阳光照不足的单块电池（板上功率器件）充电器集成电路，是通过板上的端子在高电压（>20V）下操作解决的。但结构大，线路复杂，需要很多的外部件和昂贵的 PCB，成本太高。

为满足上述的设计约束条件，任何解决方案均应结构紧凑，高电压操作，并采用整块式结构，要求能用于手动操作太阳光照的输入电压和通过板上充电端子改变复合蓄电池的化学性能。

3 LT36521C 光伏充电器的特点

在线性技术公司通用的 LT3650 系列基础上建立了 LT36521C（集成电路），这是一款革新产品。可实现太阳能跟踪，单块式补偿蓄电池充电的 1C。该器件的特点，是有一改进的输入电压调节电路，能控制充电电流以保持输入电压在所编程序的水平。当 LT36521C 由单块太阳能电池板供电时，输入调节回路确保太阳能电池板在最大输出功率下工作。这一独特的输入电压调节回路，实际上无异于更复杂、昂贵的 MPPT 技术，能提供同样的最大输出功率。

LT36521C 的输入电压范围宽，为 4.95V ~ 32V，40V 最高定额是用于附加系统的容限。它可对各种蓄电池的组件结构进行充电，包括（1~3）节锂离子 / 聚合物串联电池；（1~4）节 $LiFePo_4$ 串联电池；12V 密封铅酸（SLA）蓄电池；以及电压达到 14.4V 的各种蓄电池等。图 2 为利用 LT36521C 的太阳能充电器。

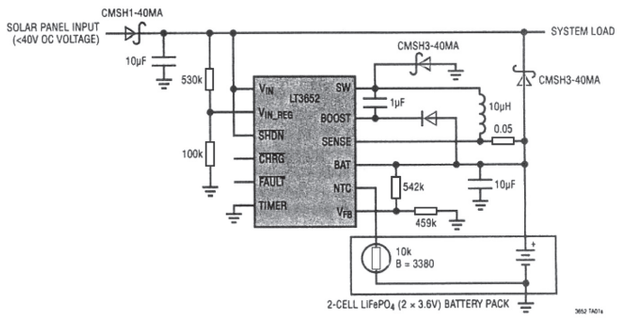

图 2　利用 LT36521C 的太阳能充电器

LT36521C 的充电电流高达 2A，可编程。这一独特的蓄电池充电器不需要外部的微控制器，其特点是可选择用户终端，包括 C/10 或板上定时器。该器件高的固定开关频率（1MHz），使解决方案的规格尺寸减小。浮充电压反馈精度特定为 ±0.5%，充电电流精度为 ±5%，而 C/10 的检测精度为 ±2.5%。一次充电结束，LT36521C 自动进入小电流备用模式，可使输入的供电电流减少至 85µA。关闭时输入的偏置电流降低到 15µA。LT36521C 在整个非充电周期内，仅从蓄电池消耗 <1µA 的电流，能使蓄电池的使用寿命最长。在自动充电控制时，自动再次充电的特点是：当蓄电池电压下降到 2.5% 的已编程浮充电压值以下时，可起动一新的充电周期。有关安全方面的附加特点是：蓄电池的预调节（预限定）小，充电用热敏电阻输入，能确保温度在允许范围以内、对坏蓄电池的检测、以及二进制码的状态输出引脚等。LT36521C 适用于小轮廓尺寸（0.75mm）12 针 3 mm × 3 mm DFN 封装，且可保证 -40℃ ~125℃的范围内操作的结点温度。

LT36521C 的输入电压调节控制回路技术很实用，对比昂贵的 MPPT 技术，实际上具有相同的性能。该输入电压调节回路的特点是：⑴从太阳能电池板可提取最大的有效功率；⑵如果太阳能电池板输出电压下降低于已编程水平，能减小充电电流；⑶采用特定设计的太阳能电池板时，能保持电池板的输出电压对应于最大的输出功率点；⑷通过变阻器，可对特定所需最大功率的电压编制程序。

图 3 表示充电器的最大电流与输入电压的关系。图中曲线显示出该充电器件如何随太阳能电池板电压的下降而减小

输出电流。

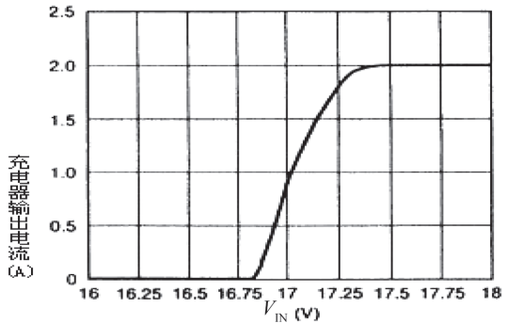

图 3　充电器输出电流与输入电压的关系

电压监视器引脚能编制成最小工作电压的程序。从 V_{in} 到 $V_{in\ REG}$ 引脚连接的变阻器，能编制成最小输入供电电压的程序，通常用于太阳能电池板最大功率的电压编程。当 $V_{in\ REG}$ 引脚低于调节阀值 2.7V 时，则减小最大的充电电流。

如果输入电源不能提供足够的功率来满足 LT36521C 充电器的要求，电源电压将会崩溃。于是，通过变阻器，由对电源的监视，可对电源的最小操作电压进行编程。这样，所要求的最小电压则相当于 $V_{in\ REG}$ 引脚上的 2.7V，LT36521C 可随时修正补偿最大输出的充电电流，以保持 $V_{in\ REG}$ 端子上的电压在 2.7V 或 2.7V 以上。所要求的最小电压藉连接一变阻器（如图 4 所示）来完成。

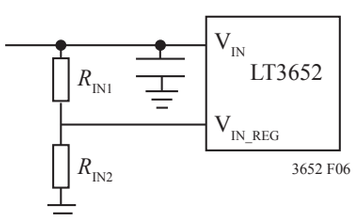

图 4　达到所要求最小电压的变阻器

所要求的最小电压 [$V_{in\ MIN}$] 的比率 R_{in1}/R_{in2} 为：

$R_{in1}/R_{in2}=[V_{in\ MIN}/2.7]-1$

如果电压调节特点未被利用，$V_{in\ REG}$ 引脚可接到 V_{in}。

典型的太阳能电池板由若干串联的电池组成，每个电池为一正向偏置的 p-n 结。照此，太阳能电池的开路电压（V_{oc}）有一温度系数，那是与普通 p-n 二极管类似的，或约为 -2mV/℃。结晶硅太阳能电池板的最大功率点电压（V_{MP}），能近似为一低于 V_{DC} 的固定电压，因此，最大功率点的温度系数与 V_{DC} 的类似，电池板制造厂一般对 V_{DC}、V_{MP} 均规定为在 25℃时的值。LT36521C 利用一反馈网络，以便对 V_{in} 输入调节电压编制程序。在 MPPT（最大功率点跟踪）应用中，该网络的操作促成了各种温度补偿方式的有效执行。

4 结论

利用太阳能的发电功率已从“发展动向”转向实用化，起始阶段的应用为大面积的太阳能电池板。例如在住宅和商用建筑物上装设的那种设备；现在逐步增加了较小的离网型单块太阳能电池板的应用，面积 <4 吋 ^{2}、输出功率 <（25~30）W。这种电池板的功率较小，甚至尺寸也更小。高端用户、汽车、工业、道路旁边、海上和部队的各个领域，均已发展了便携式和非便携式的多种应用，均要求利用来自这种单块电池板的太阳电力。在对各类蓄电池的充电应用中，广泛需求利用太阳能电池板的电力。

LT36521C 是一块单片集成电路，能提供一简单的、改进的输入电压调控电路，用于从太阳能电池板上提取最大功率。其特点是能对多类化学蓄电池具有充电的能力，包括磷酸锂铁，锂离子 / 聚合物和 SLA 蓄电池等，充电的效率与昂贵、复杂的 MPPT 技术相同。该充电器还具有快速的 2A 充电能力、板上充电端子、高电压操作以及结构紧凑、功能实现简单等一系列特点。

参考文献

[1]STEVE KNOTH. Streamlined Solar Cell-based Battery Charging ,<<Electronic Product Design>> January 2009 ,P30-31

[2] 李威辰 ，郭瑭瑭，邓 焰，何湘宁．一种便携式简易智能光伏充电器的设计，《电源学报》2011 年第 I 期 P57~P60

（上接第 23 页）

太原：太原理工大学，2011.

[5] Edison Roberto, Melo Bento. Hybrid One Cycle Controller for Boost PFC Rectifier [J]. IEEE Transactions on industry application. 2009, 45(1): 268-277.

作者简介

王明霞，女，1989 年生，硕士研究生，主要研究方向：电力系统及其自动化。

都洪基，男，1960 年生，硕士生导师，主要研究方向：电力系统继电保护。