

一款 MPPT 技术实现高效太阳能的充电方案

太阳能是世界公认的技术含量最高，最有发展前途的新能源。太阳能发电系统(光伏系统)作为一种新型的能源系统，已经引起许多国家的关注及研究，将在未来的能源结构中占据重要的地位，对能源消耗及环境都有重要意义。

由于光伏系统目前的主要问题是电池的转换效率低且价格昂贵，因此，如何进一步提高太阳能电池的转换效率，如何充分利用光伏阵列所转换的能量，一直是光伏系统研究的重要方向。光伏阵列输出特性具有非线性特征，受光照强度和环境温度影响。随着光照强度和环境温度的不同，光伏电池端电压将发生变化，使输出功率也产生很大的变化，光伏电池本身就是一种极不稳定的电源。因此，如何能在不同光照和环境温度下提高电源输出功率，提高系统效率就成为关键挑战，这就理论和实践上引发出光伏电池最大功率跟踪(MPPT)问题。

提高光伏电池输出功率

光伏电池的输出受日照强度，电池结温等因素的影响。图 1、图 2 为光伏电池的非线性函数关系在光照不同、结温相同和光照相同、结温不同情况下的光伏电池 I-V、P-V 特性曲线。

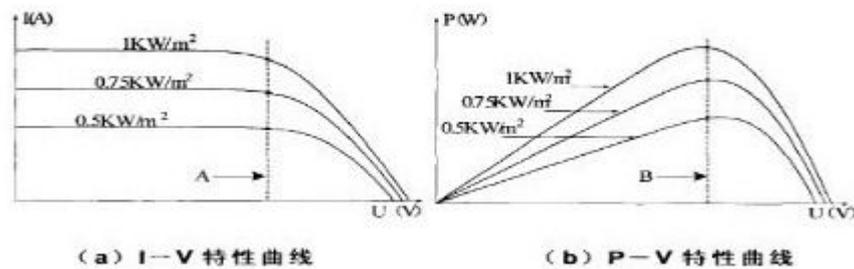


图 1 光照强度不同情况下 I-V、P-V 特性曲线

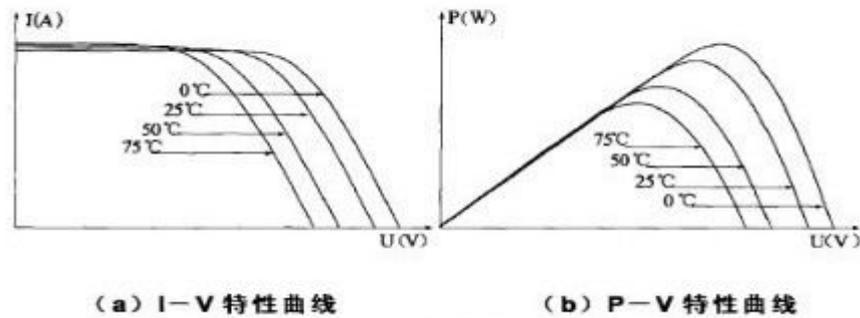


图 2 光伏器件结温变化情况下 I-V、P-V 特性曲线

下面具体分析不同情况下的光伏电池特性。

情况一：电池结温不变，光照变化

从图 1 中可以得出以下结论：

①光伏电池的短路电流随光照强度增强而变大，两者近似为比例关系；光伏电池的开路电压在各种光照条件下变化不大；

②光伏电池的最大输出功率随光照强度增强而变大，且在同一光照环境下有唯一的最大输出功率点。在最大功率点左侧，输出功率随电池端电压上升呈近似线性上升趋势；到达最大功率点后，输出功率开始快速下降，且下降速度远大于上升速度；

③如图 1(a)所示：在虚线 A 的左侧，光伏电池的特性近似为电流源，右侧近似为电压源。虚线 A 对应最大功率点时光伏电池的工作电流，约为电池短路电流的 90%；

④如图 1(b)所示：结温一定的情况下，光伏电池最大功率点对应的输出电压值基本不变。该值约为开路电压的 76%。

情况二：电池结温变化，光照不变

从图 2 中可以得出以下结论：

①如图 2(a)所示：光伏电池的结温对光伏电池的短路电流影响不大，随着温度的上升输出短路电流只是略有增加；光伏电池的开路电压随电池结温的上升而下降，且变化范围较大；

②如图 2(b)所示:光伏电池输出功率总的变化趋势与不同光照条件下的功率变化相似。但相同光照情况下其最大输出功率随电池温度的上升而下降,且最大功率点对应的工作电压随温度上升而下降。

综上所述,光伏电池的输出功率与它所受的光照强度、环境温度有密切的关系。在不同外部环境情况下,光伏电池的输出功率会有较大的变化。因此光伏发电系统必须采用相关电路和控制方法对输出功率加以控制使其输出最大功率。

在光伏系统中,通常要求太阳电池的输出功率始终最大,即系统要能跟踪太阳电池输出的最大功率点。由于负载的工作点并不正好落在电池提供的最大功率点处,这就不能充分利用在当前多条件下电池所能提供的最大功率。因此,必须在太阳电池和负载之间加入阻抗变换器,使得变换后的工作点正好和太阳能电池的最大功率点重合,使太阳电池以最大功率输出,这就是所谓的太阳能电池的最大功率跟踪。传统的方法是设计正常环境下太阳能电池的最大功率点电压与负载的标准工作电压相近,这种方法叫恒压跟踪法(CVT)。

CVT 法忽略了温度对太阳电池开路电压的影响,而由于温度变化及负载变化,通常 CVT 法误差很大。以单晶硅太阳电池为例,当环境温度每升高 1℃时,其开路电压下降率为 0.35%~0.45%。这表明太阳电池最大功率点对应的电压也随环境温度的变化而变化。对于四季温差或日温差比较大的地区, CVT 方式并不能在所有的温度环境下完全地跟踪最大功率。

CVT 方式具有控制简单,可靠性高,稳定性好,易于实现等优点,传统的方法比一般光伏系统可多获得 20%的电能,而改进后的方法比 CVT 可多获得 20%的电能,较之不带 CVT 的直接耦合要有利得多。英诺华推出的 IV0300 芯片采用改进后的 ACVT 方法可以定时的检测温度变化,考虑到不同温度对太阳能电池开路电压的影响,及时调整最大功率跟踪点,保持太阳能电池以最大功率输出。

IV0300 技术特点

IV0300 是一款太阳能充电控制芯片,它具有改进型恒压跟踪法最大功率跟踪技术(ACVT-MPPT)功能和电池升压充电保护功能,适用于给两节至四节 NiMH 或 NiCd 电池,单节锂电池充电,能承受 1.5A 的峰值输入电流。IV0300 的主要功能和技术特点如下:

1. 采用 FPWM 升压技术,具有低 EMI。PWM 的工作频率在一定范围内波动,单个频谱分量上的辐射能量较低,所以 EMI 较低。

2. 限压式过充保护,过充电压可用外部电阻设置。结束充电的方式可通过设置 Float 管脚电平选择,当 Float 接地时,芯片工作在过压保护模式,并停止充电。当 Float 接电池正极且电池电压达到保护电压时,系统工作在脉冲充电(或浮充)状态。

3. 工作状态和充电结束状态指示。CHEND 管脚的输出有三种状态,分别为充电状态,充电结束状态,高阻态。

4. 通过太阳能电池板输出电压控制系统自动开启和关闭。
5. 低静态工作电流。为了保护电池电量，在不充电状态下，静态工作电流不大于 $75\ \mu\text{A}$ 。
6. 电池的输入电压为 2V ，电池板的输入的最低工作电压为电池电压的 $1/8$ 即 0.25V 。
7. 高达 95% 的能量转换效率。

典型应用电路设计及注意事项

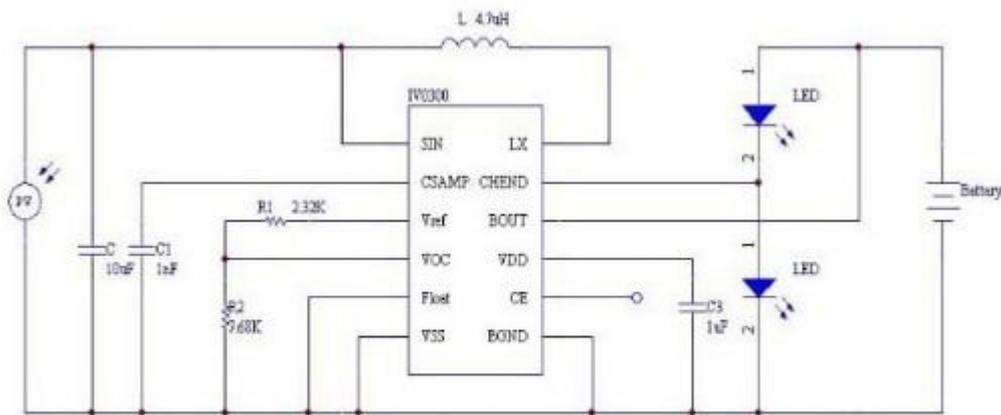


图 3、基于 IV0300 的应用设计电路图。(print)

IV0300 应用电路设计如图 3 所示，在具体设计中需注意以下问题。

1. 两个串联的 LED 用于显示不同的状态，可以选用不同的颜色，但两端电压要高于电池电压，否则电池将通过指示灯放电。
2. 未来提高能量转换效率，尽量选择电池板的工作电压接近电池的最低电压，比如单节锂电池开路电压尽量选在 3.5V 左右，最大功率输出电压在 2.8V 左右。这样可以保证升压电路的工作效率在 90% 以上。
3. 充电截止电压 $V(\text{Max_Battery})$ ，设定 $R1$ 、 $R2$ 决定充电截止电压， $R2$ 可由下面公式得到， $R2=R1*(VOC/1.257V)/(1-(VOC/1.257V))$ ，其中 1.257V 为 V_{ref} 电压，充电截止电压为 $VOC=(V(\text{Max_Battery})-0.06)/5$ 。
4. SIN 脚是用于测量输入电压的，所以要求此点电压要对地稳定。如果纹波较大，会影响芯片正常工作，需加大电容 C 的容值。

5. 通常电感电流要比电路最大电流大一倍，以保证效率。