



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104866002 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 20

(21) 申请号 201510246623. 1

(22) 申请日 2015. 05. 15

(73) 专利权人 西交利物浦大学

地址 215123 江苏省苏州市工业园区独墅湖  
高等教育区仁爱路 111 号

(72) 发明人 李星硕 文辉清

(74) 专利代理机构 苏州创元专利商标事务所有  
限公司 32103

代理人 范晴

(51) Int. Cl.

G05F 1/67(2006. 01)

审查员 杨欢欢

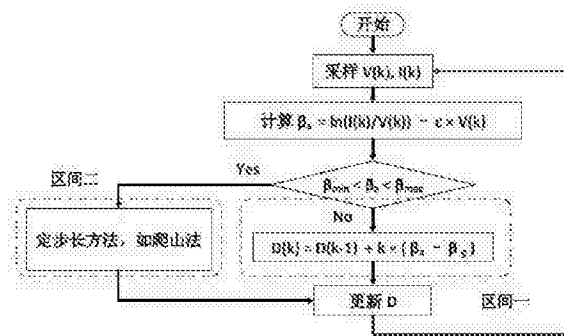
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于 Beta 参数的混合型最大功率点跟踪控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于 Beta 参数的混合型最大功率点跟踪控制方法,首先采样光伏模块输出的电压  $V(k)$  和电流  $I(k)$ ,然后计算 beta 参数值  $\beta_a$ ,计算出 beta 的值后,用此 beta 值与设定的  $\beta_{min}$  和  $\beta_{max}$  进行比较:如果 beta 的值在区间内,则切换到定步长方法;如果 beta 的值不在区间  $[\beta_{min}, \beta_{max}]$  内,继续采用变步长方法,直到符合区间条件。本发明所提供的基于 Beta 参数的混合型最大功率点跟踪控制方法,在第一阶段的低电压阶段采用变步长跟踪方法,将工作点电压快速拉近 MPP 附近位置,从而实现快速响应,然后第二阶段采用定步长跟踪方法,从而实现跟踪精度的提高,过程中跟踪一个中间变量 beta 参数值,来确定变步长大小和工作区间,可以准确地切换两种方法,算法简单,实用性强。



1. 一种基于 Beta 参数的混合型最大功率点跟踪控制方法,其特征在于,包括步骤:

S1、在低电压阶段采用变步长跟踪方法,同时采样光伏模块输出的电压  $V(k)$  和电流  $I(k)$ ,然后计算 Beta 参数值  $\beta a$ :

$$\beta a = \ln(I(k)/V(k)) - c \times V(k)$$

其中  $c = q/(NsAKT)$  是光伏特性参数;

S2、计算出 Beta 的值后,用此 Beta 值与设定的  $\beta \min$  和  $\beta \max$  进行比较:如果 Beta 的值在区间  $[\beta \min, \beta \max]$  内,则切换到定步长方法;如果 Beta 的值不在区间  $[\beta \min, \beta \max]$  内,继续采用变步长方法,直到符合区间条件。

2. 根据权利要求 1 所述的基于 Beta 参数的混合型最大功率点跟踪控制方法,其特征在于,所述  $\beta \min$  和  $\beta \max$  的确定方法为:设定几种极端工作环境,然后求出不同工作环境下的最大功率点所对应的 Beta 值,最后比较这些 Beta 值的大小,从而选出最小的 Beta 值和最大的 Beta 值,即  $\beta \min$  和  $\beta \max$ 。

3. 根据权利要求 2 所述的基于 Beta 参数的混合型最大功率点跟踪控制方法,其特征在于,所述几种极端工作环境包括:

- (1) 单位面积功率 1000W/m<sup>2</sup>, 温度 45°C ;
- (2) 单位面积功率 1000W/m<sup>2</sup>, 温度 5°C ;
- (3) 单位面积功率 300W/m<sup>2</sup>, 温度 45°C ;
- (4) 单位面积功率 300W/m<sup>2</sup>, 温度 5°C 。

4. 根据权利要求 1 所述的基于 Beta 参数的混合型最大功率点跟踪控制方法,其特征在于,所述变步长跟踪方法所采用的变步长大小由  $D(k) = D(k-1) + h \times (\beta a - \beta g)$  确定,其中  $D(k-1)$  和  $D(k)$  分别指的是上一次和当前次的开关占空比值,  $\beta g$  是 Beta 值的参考值,  $h$  是变步长比例系数。

5. 根据权利要求 4 所述的基于 Beta 参数的混合型最大功率点跟踪控制方法,其特征在于,所述变步长比例系数  $h=4$ 。

## 一种基于 Beta 参数的混合型最大功率点跟踪控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光伏输出的最大功率点跟踪技术,特别涉及一种基于 Beta 参数的混合型最大功率点跟踪控制方法。

### 背景技术

[0002] 光伏模块的输出功率随光照强度和温度而变,因此设计中须采用控制方法以确保光伏模块输出最大功率。传统最大功率点跟踪 (MPPT) 方法的主要包括两类:一类基于定步长,另一类基于变步长。对于定步长而言,现有的方法主要包括:扰动观察法,电导法和爬山法。这类方法的优点主要在于算法简单,成本低廉,易于实施,同时在天气状况稳定的情况效果较好;而缺点主要在于跟踪精度与响应速度无法兼顾,如图 1 所示,当采用小步长时,跟踪精度得到提高但是响应速度过低;采用大步长时,相应速度够快但是精度却下降。为了能弥补这一缺陷,提出了变步长的方法,如图 2 所示,变步长方法主要思路就是:当工作点远离最大功率点 (MPP) 时,采用大步长去追踪;当靠近 MPP 时,采用小步长去跟踪。虽然变步长方法很好地克服了定步长跟踪的缺点,但是缺点主要在于确定变步长大小的方法过于复杂,靠近 MPP 时步长过小易振荡,系统复杂度高。

[0003] 针对此类问题,近年来,混合 MPPT 方法被大量引用。混合 MPPT 方法主要结合了定步长和变步长的设计思路,因此方法主要分为两阶段:第一阶段采用变步长,将工作点电压快速拉近 MPP 附近位置,从而实现快速响应;然后第二阶段采用定步长,从而实现跟踪精度的提高。

[0004] 混合 MPPT 方法的关键之处主要在于两点:第一,如何确定变步长大小;第二,如何为准确地切换两种方法,即如何确定两种方法的工作区间。目前大多数混合 MPPT 方法是根据光伏电压电流的趋势来确定变步长大小和工作范围。但其缺点主要在于:需要大量、复杂的计算来确定步长和工作区间;同时逻辑复杂,实施性差。

### 发明内容

[0005] 为克服上述现有技术的缺陷与不足,本发明提供一种基于 Beta 参数的混合型最大功率点跟踪控制方法。

[0006] 本发明的技术方案是:

[0007] 一种基于 Beta 参数的混合型最大功率点跟踪控制方法,其特征在于,包括步骤:

[0008] S1、在低电压阶段采用变步长跟踪方法,同时采样光伏模块输出的电压  $V(k)$  和电流  $I(k)$ ,然后计算 Beta 参数值  $\beta a$ :

[0009] 
$$\beta a = \ln(I(k)/V(k)) - c \times V(k)$$

[0010] 其中  $c = q/(NsAKT)$  是光伏特性参数;

[0011] S2、计算出 Beta 的值后,用此 Beta 值与设定的  $\beta_{min}$  和  $\beta_{max}$  进行比较:如果 Beta 的值在区间  $[\beta_{min}, \beta_{max}]$  内,则切换到定步长方法;如果 Beta 的值不在区间  $[\beta_{min}, \beta_{max}]$  内,继续采用变步长方法,直到符合区间条件。

[0012] 优选的,所述  $\beta_{\min}$  和  $\beta_{\max}$  的确定方法为:设定几种极端工作环境,然后求出不同工作环境下的最大功率点所对应的 Beta 值,最后比较这些 Beta 值的大小,从而选出最小的 Beta 值和最大的 Beta 值,即  $\beta_{\min}$  和  $\beta_{\max}$ 。

[0013] 所述几种极端工作环境包括:

[0014] (1) 单位面积功率 1000W/m<sup>2</sup>,温度 45℃;

[0015] (2) 单位面积功率 1000W/m<sup>2</sup>,温度 5℃;

[0016] (3) 单位面积功率 300W/m<sup>2</sup>,温度 45℃;

[0017] (4) 单位面积功率 300W/m<sup>2</sup>,温度 5℃。

[0018] 进一步优选的,所述变步长跟踪方法所采用的变步长大小由  $D(k) = D(k-1) + h \times (\beta_a - \beta_g)$  确定,其中  $D(k-1)$  和  $D(k)$  分别指的是上一次和当前次的开关占空比值, $\beta_g$  是 Beta 值的参考值, $h$  是变步长比例系数。

[0019] 进一步优选的,所述变步长比例系数  $h=4$ 。

[0020] 本发明的优点是:

[0021] 本发明所提供的基于 Beta 参数的混合型最大功率点跟踪控制方法,在第一阶段的低电压阶段采用变步长跟踪方法,将工作点电压快速拉近 MPP 附近位置,从而实现快速响应,然后第二阶段采用定步长跟踪方法,从而实现跟踪精度的提高,过程中跟踪一个中间变量 Beta 参数值,来确定变步长大小和工作区间,可以准确地切换两种方法,算法简单,实用性强。

## 附图说明

[0022] 下面结合附图及实施例对本发明作进一步描述:

[0023] 图 1 为现有技术中的定步长最大功率点跟踪方法示意图;

[0024] 图 2 是现有技术中的变步长最大功率点跟踪方法示意图;

[0025] 图 3 是本发明的实现最大功率点跟踪控制所采用的系统结构图;

[0026] 图 4 是本发明所述的基于 Beta 参数混合型最大功率点跟踪方法控制流程图;

[0027] 图 5 是本发明所述的根据工作环境变化确定 Beta 参数取值范围的示意图。

## 具体实施方式

[0028] 如图 3 所示,本发明所揭示的基于 Beta 参数的混合型最大功率点跟踪控制的系统结构图,包括依次连接的光伏模型,DC/DC 变换器及其负载,还包括 MPPT 控制器,MPPT 控制器采集光伏模型输出的电压和电流,输出 PWM 信号控制 DC/DC 变换器输出最大功率。

[0029] 如图 4 所示,本发明所揭示的基于 Beta 参数的混合型最大功率点跟踪控制方法,包括步骤:

[0030] S1、开始时在低电压阶段采用变步长跟踪方法,同时采样光伏模块输出的电压  $V(k)$  和电流  $I(k)$ ,然后计算 Beta 参数值  $\beta_a$ :

[0031]  $\beta_a = \ln(I(k)/V(k)) - c \times V(k)$

[0032] 其中  $c = q/(NsAKT)$  是光伏特性参数;

[0033] S2、计算出 Beta 的值后,用此 Beta 值与设定的  $\beta_{\min}$  和  $\beta_{\max}$  进行比较:如果 Beta 的值在区间  $[\beta_{\min}, \beta_{\max}]$  内,说明当前的工作点电压靠近 MPP,则切换到定步长方

法,如爬山法或电导法;如果 Beta 值不在区间  $[\beta_{\min}, \beta_{\max}]$  内,继续采用变步长方法,直到符合区间条件。所述变步长跟踪方法所采用的变步长大小由  $D(k) = D(k-1) + h \times (\beta_a - \beta_g)$  确定,其中  $D(k-1)$  和  $D(k)$  分别指的是上一次和当前次的开关占空比值,  $\beta_g$  是 Beta 值的参考值,  $h$  是变步长比例系数。

[0034] 所述  $\beta_{\min}$  和  $\beta_{\max}$  的确定方法为:设定几种极端工作环境:

[0035] (1) 单位面积功率 1000W/m<sup>2</sup>, 温度 45°C ;

[0036] (2) 单位面积功率 1000W/m<sup>2</sup>, 温度 5°C ;

[0037] (3) 单位面积功率 300W/m<sup>2</sup>, 温度 45°C ;

[0038] (4) 单位面积功率 300W/m<sup>2</sup>, 温度 5°C ;

[0039] 然后求出这四种不同工作环境下的最大功率点所对应的 Beta 值  $\beta_1$ 、 $\beta_2$ 、 $\beta_3$  和  $\beta_4$ , 如图 5 所示, 最后比较这些 Beta 值的大小, 从而选出最小的 Beta 值和最大的 Beta 值, 即  $\beta_{\min} = \beta_4$ 、 $\beta_{\max} = \beta_1$ 。

[0040] 采用不同的变步长比例系数  $h$  的值, 来比较其工作情况, 经过有限次实验发现  $h=4$  时, 效果最好。

[0041] 上述实施例只为说明本发明的技术构思及特点, 其目的在于让熟悉此项技术的人能够了解本发明的内容并据以实施, 并不能以此限制本发明的保护范围。凡根据本发明主要技术方案的精神实质所做的修饰, 都应涵盖在本发明的保护范围之内。

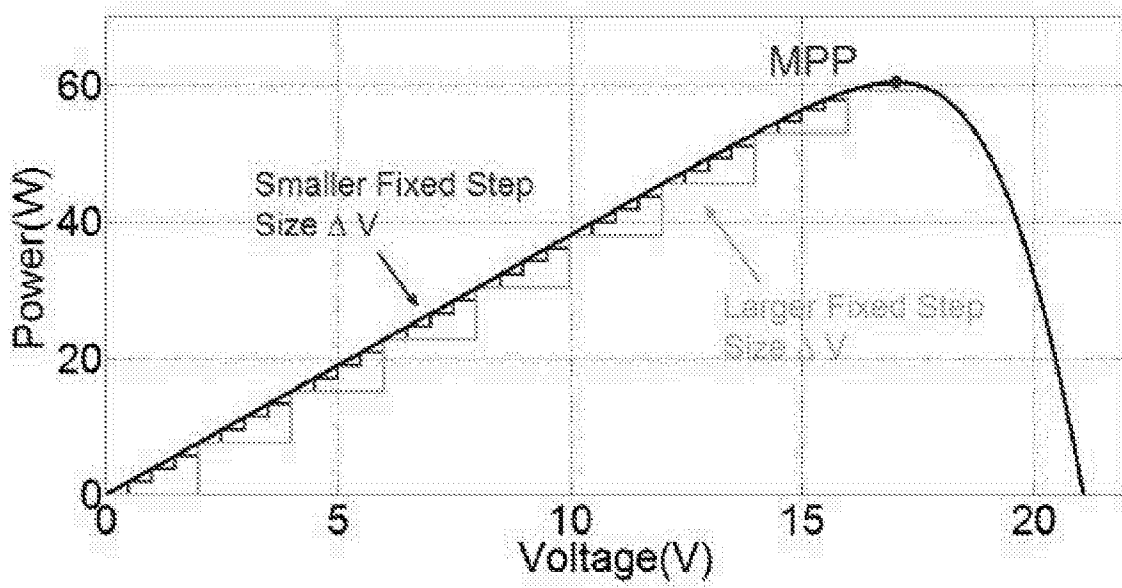


图 1

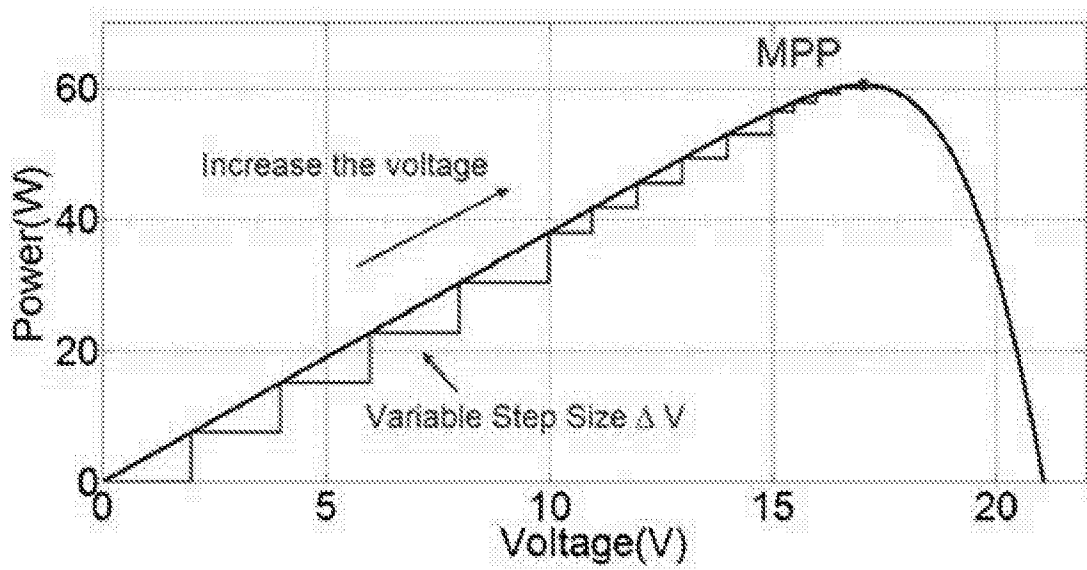


图 2

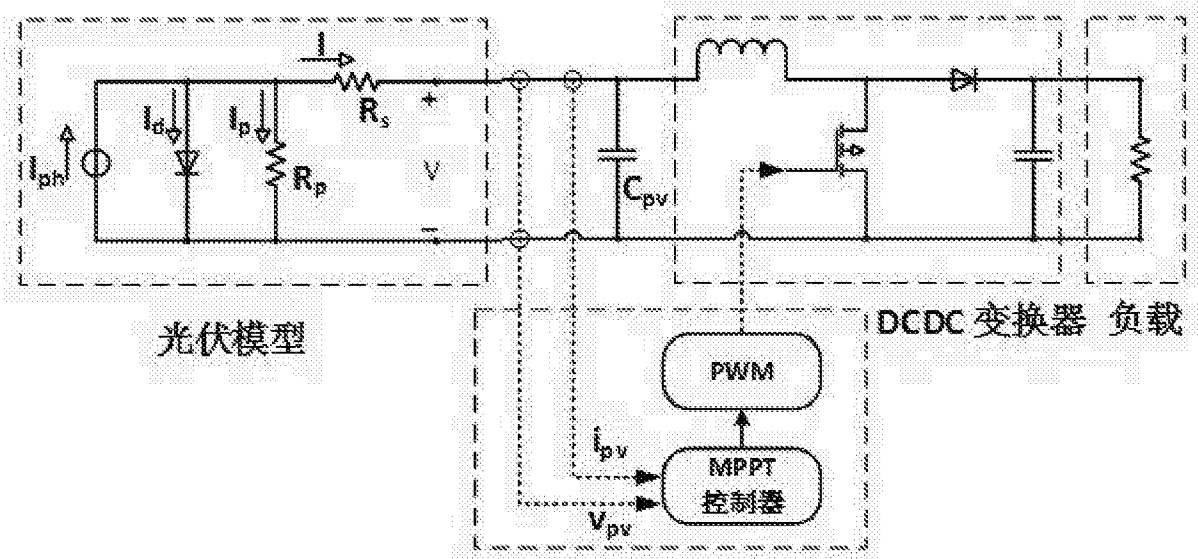


图 3

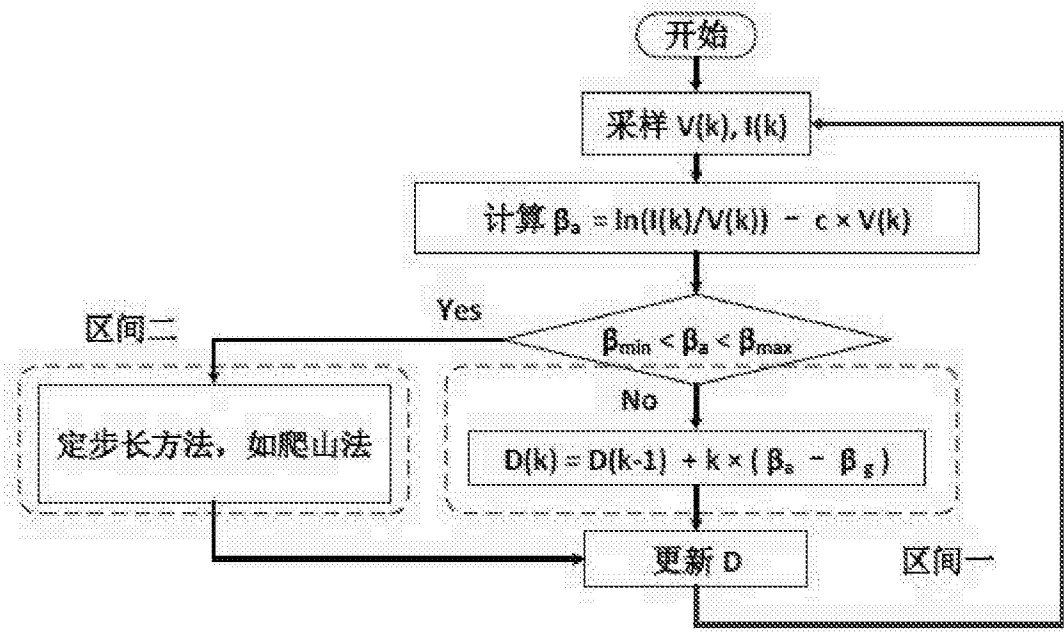


图 4

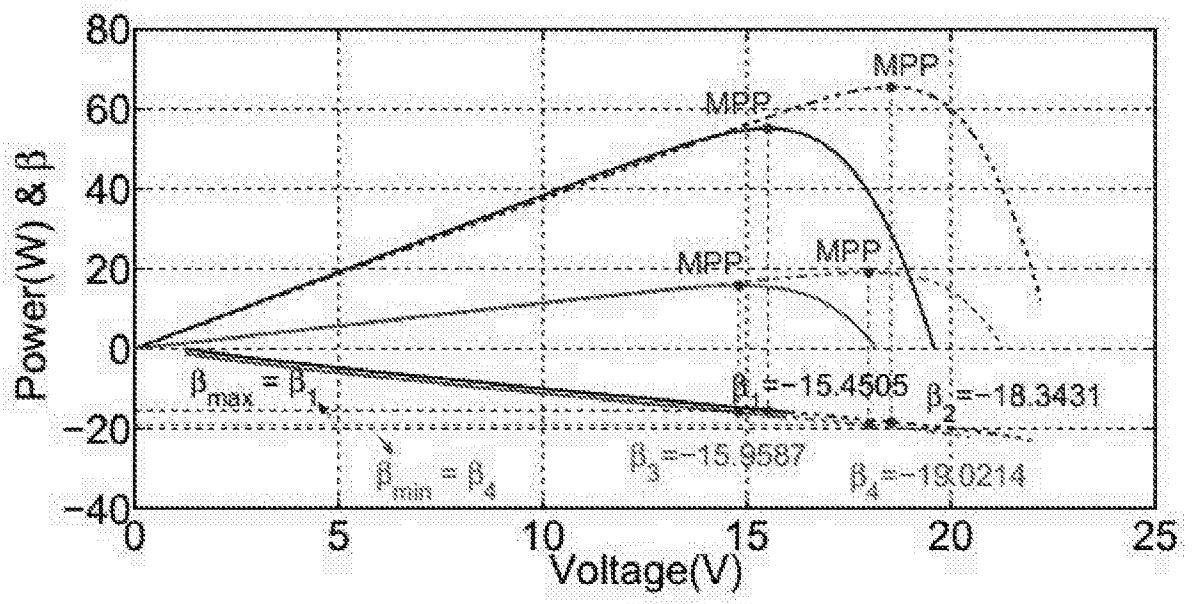


图 5