



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103207639 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 01

(21) 申请号 201310124032. 8

(22) 申请日 2013. 04. 10

(73) 专利权人 卧龙电气集团股份有限公司

地址 312300 浙江省绍兴市上虞市人民西路  
1801 号

专利权人 浙江卧龙新能源有限公司

(72) 发明人 闵武志 刘栋良 卞松江 束林

(74) 专利代理机构 浙江翔隆专利事务所(普通  
合伙) 33206

代理人 戴晓翔

(51) Int. Cl.

G05F 1/67(2006. 01)

审查员 杨博

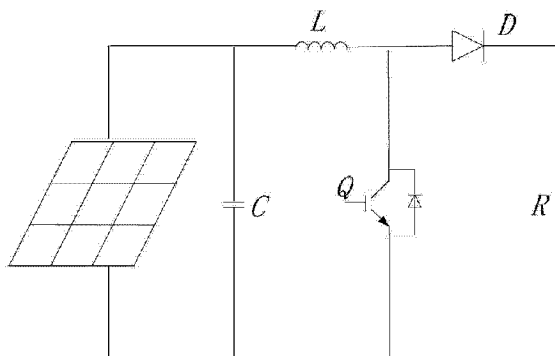
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54) 发明名称

带最大功率点跟踪模块的光伏逆变器及其工作方法

(57) 摘要

带最大功率点跟踪模块的光伏逆变器及其工作方法,涉及光伏逆变器控制方法。传统的最大功率点跟踪控制通常采用扰动观察法与电导增量法,但光伏电池特性曲线不是常规的线性曲线,需要找遍整个电池特征曲线才能获得最大功率点,耗时多。本发明特征在于包括:与太阳能电池板两输出端相连的均压电容、升压电路、电流和电压采样电路、及与电流和电压采样电路相连的控制器,所述的控制器包括用于根据电导增量分区对最大功率点进行跟踪的最大功率点跟踪模块,所述的升压电压电路包括电感、二极管、全控型功率开关管,所述的控制器与全控型功率开关管相连。本技术方案将电压分为若干个区间,搜索过程中不需要遍历所有的电压范围,减少搜索时间。



1. 带最大功率点跟踪模块的光伏逆变器,其特征在于包括:与太阳能电池板两输出端相连的均压电容、升压电路、电流和电压采样电路、及与电流和电压采样电路相连的控制器,所述的控制器包括用于根据电导增量分区对最大功率点进行跟踪的最大功率点跟踪模块,所述的升压电压电路包括用于储能的电感、用于电路单向导通的二极管、全控型功率开关管,所述的控制器与全控型功率开关管相连以优化占空比与方向实现最大功率的输出;将电压区间分为多个子区间,设定子区间的电压范围、最低电压、最高电压,从而形成电导增量分区。

2. 根据权利要求1所述的带最大功率点跟踪模块的光伏逆变器,其特征在于:所述的电感一端与电容一端相连,另一端与功率开关管的源极及二极管正极相连,功率开关管的漏极与电容的另一端相连,功率开关管的栅极与最大功率点跟踪模块相连。

3. 根据权利要求1所述的带最大功率点跟踪模块的光伏逆变器的工作方法,其特征在于它包括以下步骤:

- 1) 将电压区间分为多个子区间,设定子区间的电压范围、最低电压、最高电压;
- 2) 按照电导增量法从最低电压处开始搜索最大功率点,逐渐增大电压,若电导增量  $dp/du$  为正,则按照电导增量法正常搜索极大功率点;若电导增量  $dp/du$  为负,则由恒压法初始化下一个搜索的初始位置,即下一个子区间的电压初始位置,并开始新的搜索;若  $dp/du$  为零,记录功率极大值及对应电压下的占空比;
- 3) 当电压大于最高电压时,结束搜索;
- 4) 比较功率极大值,获得当前最大输出功率及对应于最大输出功率电压下的占空比;
- 5) 控制器以对应于最大输出功率的占空比控制升压电压电路的全控型功率开关管。

## 带最大功率点跟踪模块的光伏逆变器及其工作方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光伏逆变器控制方法。

### 背景技术

[0002] 新能源中,太阳能以其清洁、无污染,并且取之不尽、用之不竭等优点越来越得到人们的关注。如何将当前工况下,太阳能电池发出的最大功率输送到电网成为降低发电成本的核心技术问题之一。

[0003] 传统的最大功率点跟踪(Maximum Power Point Tracking,简称MPPT)控制通常采用扰动观察法与电导增量法。常规算法简单可行,能够根据太阳能电池板特性有效跟踪最大功率点。但工程中,因为天气突变以及实际工程中的不可避免的阴影遮挡。光伏电池特性曲线不是常规的线性曲线,某些情况下电池特性曲线随阴影呈现非线性变化。采用扰动观察法与电导增量法需要找遍整个电池特征曲线,耗时多,如何找到当前电池输出特性曲线的最大功率点,成为光伏电池高效发电的核心问题。

### 发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题和提出的技术任务是对现有技术进行完善与改进,提供带最大功率点跟踪模块的光伏逆变器及其工作方法,以达到能快速搜索最大功率点的目的。为此,本发明采取以下技术方案。

[0005] 带最大功率点跟踪模块的光伏逆变器,其特征在于包括:与太阳能电池板两输出端相连的均压电容、升压电路、电流和电压采样电路、及与电流和电压采样电路相连的控制器,所述的控制器包括用于根据电导增量分区对最大功率点进行跟踪的最大功率点跟踪模块,所述的升压电压电路包括用于储能电感、用于电路单向导通的二极管、全控型功率开关管,所述的控制器与全控型功率开关管相连以优化占空比与方向实现最大功率的输出。本技术方案针对光伏电池非线性功率电压(简称P-V)曲线,增加最大功率点跟踪模块,保证光伏并网逆变器有效搜寻阴影遮挡下的光伏电池的全局最大功率点。

[0006] 作为对上述技术方案的进一步完善和补充,本发明还包括以下附加技术特征。

[0007] 所述的电感一端与电容一端相连,另一端与功率开关管的源极及二极管正极相连,功率开关管的漏极与电容的另一端相连,功率开关管的栅极与最大功率点跟踪模块相连。

[0008] 带最大功率点跟踪模块的光伏逆变器的工作方法,包括以下步骤:

[0009] 1) 将电压区间分为多个子区间,设定子区间的电压范围、最低电压、最高电压;

[0010] 2) 按照电导增量法从最低电压处开始搜索最大功率点,逐渐增大电压,若电导增量  $dp/du$  为正,则按照电导增量法正常搜索极大功率点;若电导增量  $dp/du$  为负,则由恒压法初始化下一个搜索的初始位置,即下一个子区间的电压初始位置,并开始新的搜索;若  $dp/du$  为零,记录功率极大值及对应电压下的占空比;

[0011] 3) 比较功率极大值,获得当前最大输出功率及对应于最大输出功率电压下的占空

比,优化当前开关管的占空比与方向;

[0012] 4) 当电压大于最高电压时,结束搜索;

[0013] 5) 控制器以对应于最大输出功率的占空比控制升压电压电路的全控型功率开关管。

[0014] 有益效果:将电压分为若干个区间,搜索过程中,不需要遍历所有的电压范围,减少搜索时间。搜索简单可行,通过模拟果蝇群体的行为,并网逆变器可以快速搜索光伏电池全局的最大功率点。

#### 附图说明

[0015] 图 1 是光伏电池板等效电路模型;

[0016] 图 2 为光伏电池特性曲线;

[0017] 图 3 为电导增量法输出占空比;

[0018] 图 4 为升压电路;

[0019] 图 5 为阴影下的一种光伏电池特性曲线;

[0020] 图 6 为本发明流程图。

#### 具体实施方式

[0021] 以下结合说明书附图对本发明的技术方案做进一步的详细说明。

[0022] 如图 1、4 所示,本发明包括:与太阳能电池板两输出端相连的均压电容 C、升压电路、电流和电压采样电路、及与电流和电压采样电路相连的控制器,所述的控制器包括用于根据电导增量分区对最大功率点进行跟踪的最大功率点跟踪模块,所述的升压电压电路包括用于储能的电感 L、用于电路单向导通的二极管 D、全控型功率开关管 Q,所述的控制器与全控型功率开关管相连以优化占空比与方向实现最大功率的输出。

[0023] 所述的电感 L 一端与电容 C 一端相连,另一端与功率开关管 Q 的源极及二极管 D 正极相连,功率开关管 Q 的漏极与电容 C 的另一端相连,功率开关管 Q 的栅极与最大功率点跟踪模块相连。

[0024] 图 1 中, I 为光伏电池输出电流;U 为光伏电池输出电压; $I_{ph}$  为光生电流; $I_0$  为二极管饱和电流;q 为电子的电荷量; $R_s$  为光伏电池的串联电阻;n 为二极管特殊因子;k 为玻尔兹曼常数,T 为光伏电池温度; $R_{sh}$  为光伏电池的并联电阻。单块光伏电池的输出特性方程如下式:

$$[0025] \quad I = I_{ph} - I_0 \left\{ \exp \left[ \frac{q(U + R_s I)}{nkT} \right] - 1 \right\} - \frac{U + IR_s}{R_{sh}} \quad (1)$$

[0026] 由式 1 可绘制出光伏电池的 P-V 特性曲线。PV 特性曲线见图 2,电导增量法依据最大功率点处  $dP/dV=0$ 。而  $P=V*I$ ,由高数知识综合得出下式: $dI/dV+I/V=error$  (2)

[0027] 式 2 即为电导增量法的校正原理。输出的误差依据图 3 的控制框图调节升压 (BOOST) 电路开关管占空比的变化速度。该控制框图中,比例环节 P 主调节占空比积分环节 I 的快慢。积分器决定当前占空比增大或者减小。

[0028] 传统 BOOST 开关管控制中,若只依靠电导增量法,无法保证跟踪阴影下的多峰值

PV 特性曲线的最大功率点。本技术方案,按电导增量法制定搜索行为,其搜索行为见式:

$$\frac{I_k - I_{k-1}}{V_k - V_{k-1}} + \frac{I}{V} \quad (3)$$

[0029] 依据式 2 完成全局最大功率点的搜索。

[0030] 在单片机上实现功率最大值搜索流程如图 5 所示:

[0031] 1) 首先,初始化电压  $U$  和极大功率记录数组  $D$ ;将电压区间分为多个子区间,设定最低电压、最高电压及子区间的电压范围;本实施例中,采用 5KW 光伏并网逆变器,设最低电压为 80V,最高电压为 500V;极大功率记录数组  $D$  初值记为 1;

[0032] 2) 按照电导增量法搜索极大功率对应的电压值,记录极大功率记录数组  $D$  和电压  $U$ ;

[0033] 3) 当  $D_{\text{new}} \neq D_{\text{old}}$  且  $U_{\text{new}} = U_{\text{old}}$  为真时,用恒压法初始化下一个电压子区间初值作为新的搜索电压  $U_{\text{new}}$ ,其中  $U_{\text{new}} = U_{\text{old}} + \Delta U$ ;

[0034] 4) 若新搜索的电压子区间存在,则返回步骤 2);否则将极大值作比较确定极大功率记录数组  $D$ ;

[0035] 5) 当  $D_{\text{new}} \neq D_{\text{old}}$  且  $U_{\text{new}} = U_{\text{old}}$  为假时,判断  $U_{\text{new}} = U_{\text{old}} + \Delta U$ ;若真,则认为找到功率极大点,用恒压法初始化下一个电压子区间作为新的搜索电压  $U_{\text{new}}$ ,其中  $U_{\text{new}} = U_{\text{old}} + \Delta U$ ;返回步骤 4);若假,则认为没有找到功率极大点,用电导增量法继续找;

[0036] 6) 依据最大功率记录数组  $D$  中的最大功率值,确定当前开关管的占空比  $D_{\text{pmax}}$ 。

[0037] 其中, $U_{\text{old}}$  为旧电压子区间的起始电压。 $\Delta U$  为在恒压模式时,恒压指令增加的单位电压,即子区间的电压范围。 $U_{\text{new}}$  为新电压子区间的起始电压。如图 5 所示,本方案中, $\Delta U$  的值为 70V。初始化后,个体依据电导增量法校正原理寻找最近的最大功率点。记录当前的功率点的输出功率以及占空比平均值。在不同的电压初值处,不断迭代该搜索过程。遍历所有曲线后,通过记录的最大功率点确定  $D$  值。该方案简单可行,并网逆变器可以快速搜索光伏电池全局的最大功率点。

[0038] 以上 1-6 所示的带最大功率点跟踪模块的光伏逆变器及其工作方法是本发明的具体实施例,已经体现出本发明突出的实质性特点和显著进步,可根据实际的使用需要,在本发明的启示下,对其进行形状、结构、方法等方面的等同修改,均在本方案的保护范围之列。

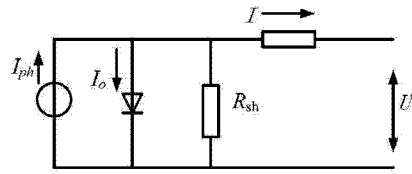


图 1

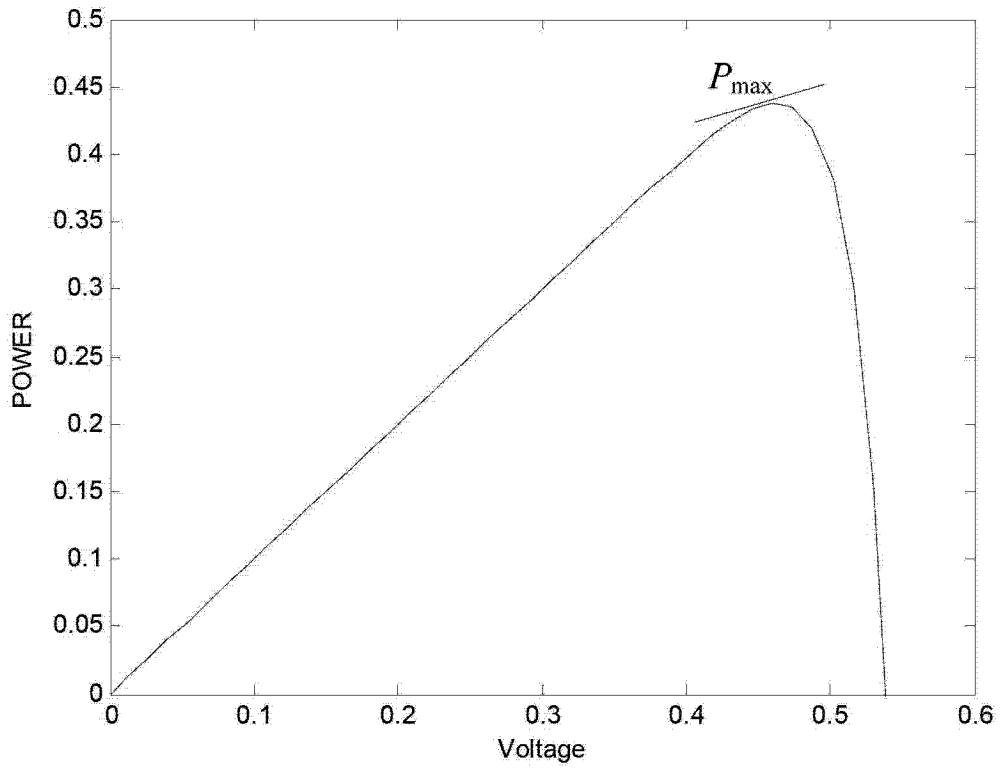


图 2

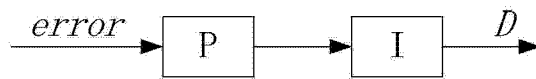


图 3

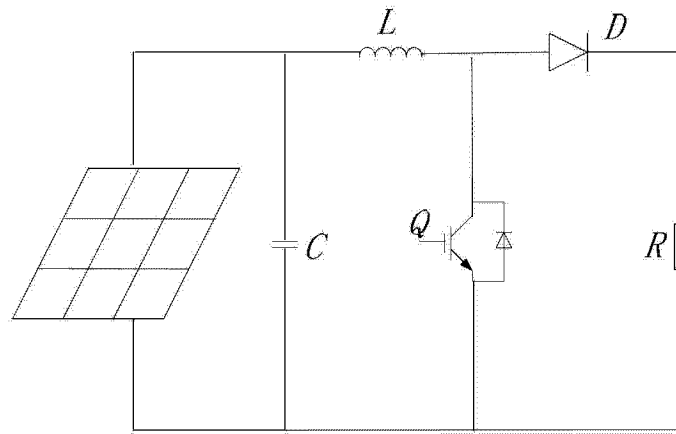


图 4

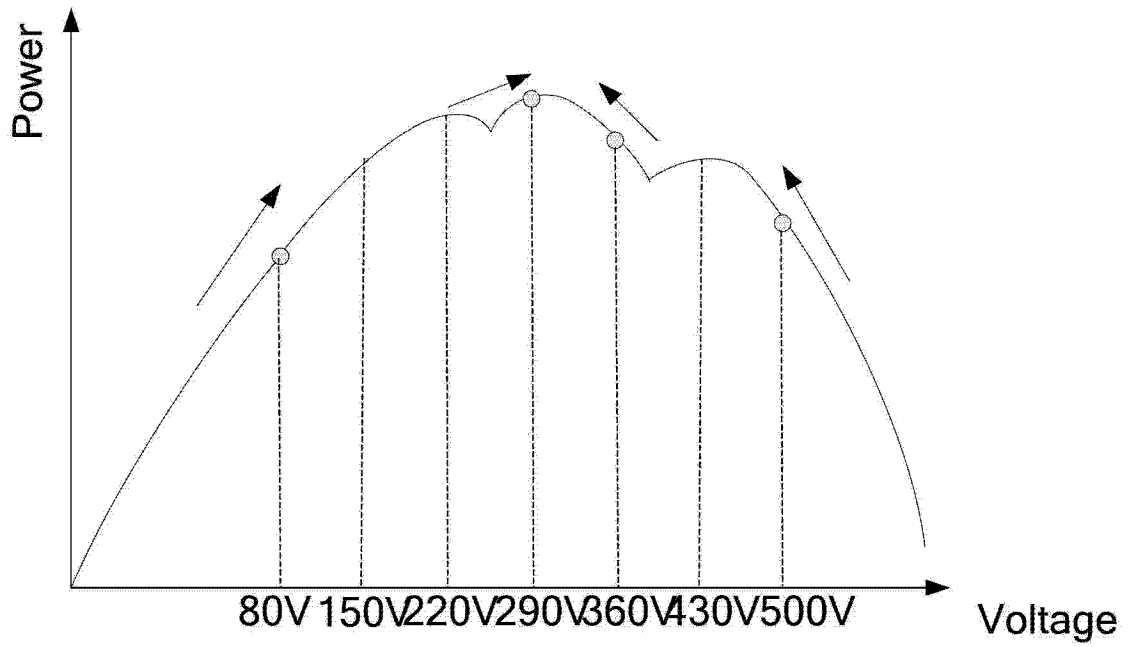


图 5

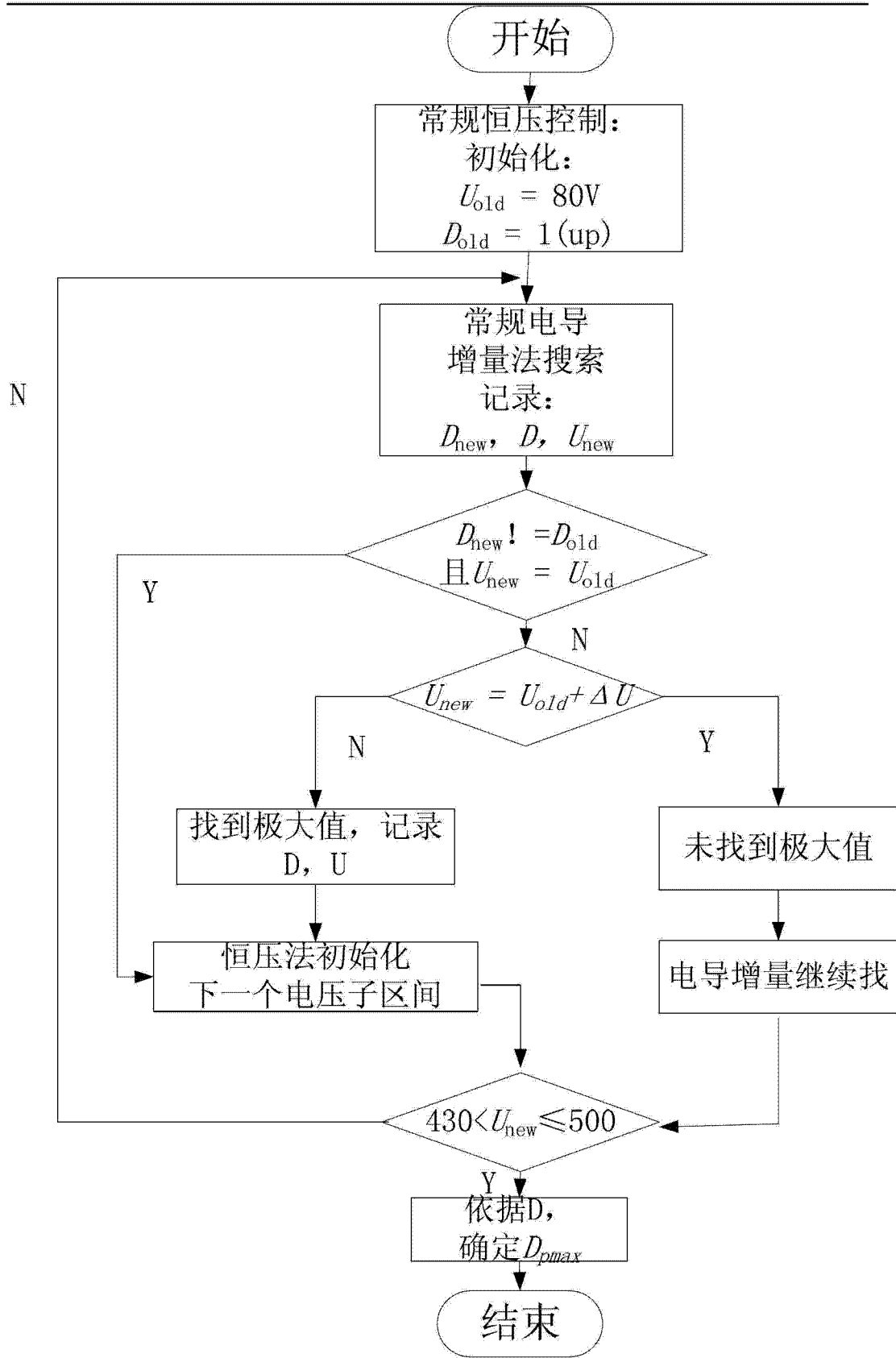


图 6