



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105871303 A

(43)申请公布日 2016.08.17

(21)申请号 201610326993.0

(22)申请日 2016.05.17

(71)申请人 中国人民解放军武汉军械士官学校

地址 430075 湖北省武汉市东湖高新技术
开发区珞瑜东路42号

(72)发明人 曾文锋 李东 田玉敏 盛定仪
张玺 李申鹏 高渤濡

(74)专利代理机构 北京轻创知识产权代理有限
公司 11212

代理人 杨立

(51)Int.Cl.

H02S 10/12(2014.01)

H02S 10/40(2014.01)

H02J 9/02(2006.01)

H02J 7/35(2006.01)

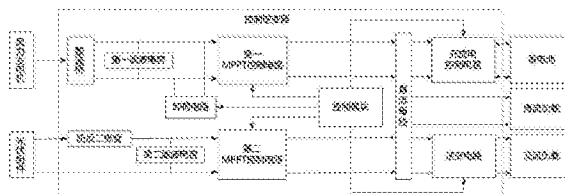
权利要求书2页 说明书14页 附图9页

(54)发明名称

一种便携式风光互补储供电系统

(57)摘要

本发明涉及一种便携式风光互补储供电系统,包括第一供电系统和第二供电系统,所述第一供电系统包括风力发电机、光伏组件、控制逆变器;所述风力发电机,用于进行风力发电以产生电能;所述光伏组件,用于进行光伏发电以产生电能;所述控制逆变器,与所述风力发电机和所述光伏组件连接,分别用于跟踪风力发电和光伏发电的最大功率点,并分别以最大功率将风力发电机和光伏组件产生的电能输出,所述第二供电系统为太阳能充电电池。本发明可利用风能、太阳能进行发电,能够对野外作业进行区域性供电,能够对一定功率的设备进行供电,且方便车载、展开及架设。



1. 一种便携式风光互补储供电系统,其特征在于,包括第一供电系统和第二供电系统,所述第一供电系统包括风力发电机、光伏组件、控制逆变器;

所述风力发电机,用于进行风力发电以产生电能;

所述光伏组件,用于进行光伏发电以产生电能;

所述控制逆变器,与所述风力发电机和所述光伏组件连接,分别用于跟踪风力发电和光伏发电的最大功率点,并分别以最大功率将风力发电机和光伏组件产生的电能输出;

所述第二供电系统为便携式太阳能充电系统。

2. 根据权利要求1所述的便携式风光互补储供电系统,其特征在于,

所述控制逆变器包括第一控制电路和控制模块,所述风力发电机通过所述第一控制电路与所述控制模块连接;

所述第一控制电路包括整流桥、第一滤波电容和第一MPPT控制电路;所述整流桥并联第一滤波电容后电连接所述第一MPPT控制电路,所述第一MPPT控制电路还与所述控制模块连接;

所述风力发电机产生的三相交流电经过所述整流桥整流以及所述第一滤波电容滤波后,转化为风力发电直流电并输出至所述第一MPPT控制电路,所述控制模块对所述风力发电直流电进行电压采样和电流采样,并根据采样结果调整所述第一MPPT控制电路的PWM占空比以跟踪风力发电的最大功率点,并控制第一MPPT控制电路以风力发电的最大功率输出电能;

所述控制逆变器还包括第二控制电路,所述光伏组件通过所述第二控制电路与所述控制模块连接;

所述第二控制电路包括防反二极管、第二滤波电容和第二MPPT控制电路;所述防反二极管并联第二滤波电容后电连接所述第二MPPT控制电路,所述第二MPPT控制电路还与所述控制模块连接;

所述光伏组件产生的光伏电经过所述防反二极管以及所述第二滤波电容后,转化为光伏直流电并输出至所述第二MPPT控制电路,所述控制模块对所述光伏发电直流电进行电压采样和电流采样,并根据采样结果调整所述第二MPPT控制电路的PWM占空比以跟踪光伏发电的最大功率点,并控制第二MPPT控制电路以光伏发电的最大功率输出电能;

所述控制逆变器还包括电能输出控制电路,所述电能输出控制电路包括直流母线、充放电控制电路和逆变电路,所述直流母线与充放电控制电路、逆变电路、第一MPPT控制电路和第二MPPT控制电路均电连接;

所述第一MPPT控制电路和第二MPPT控制电路将电能输送至直流母线,直流母线将电能输送至充放电控制电路和逆变电路;

所述充放电控制电路用于根据控制模块的控制对外接蓄电池的充放电进行控制;

所述逆变电路用于根据控制模块的控制向外接交流负载输出电能。

3. 根据权利要求2所述的便携式风光互补储供电系统,其特征在于,还包括并联在整流桥和第一MPPT控制电路之间的卸荷电路,所述卸荷电路还连接至控制模块的一个PWM端口。

4. 根据权利要求2所述的便携式风光互补储供电系统,其特征在于,所述第一MPPT控制电路采用功率扰动控制方法进行MPPT跟踪控制。

5. 根据权利要求2所述的便携式风光互补储供电系统,其特征在于,所述第二MPPT控制

电路采用电导增量方法进行MPPT跟踪控制。

6. 根据权利要求2所述的便携式风光互补储供电系统, 其特征在于, 所述充放电控制电路对蓄电池进行充放电的过程包括以下三个阶段:

限流充电阶段: 充放电控制电路控制充电电流小于预设电流最大上限值 $I_{\max}$, 当蓄电池容量达到95%时, 进入恒压充电阶段;

恒压充电阶段: 充放电控制电路控制蓄电池的充电电压为预设恒定值, 直到蓄电池电量达到电池容量上限时, 进入浮充阶段;

浮充阶段: 充放电控制电路使蓄电池电压保持浮充充电。

7. 根据权利要求2所述的便携式风光互补储供电系统, 其特征在于, 所述充放电控制电路对蓄电池采取最大功率限制控制, 在蓄电池快接近于放电深度时限制放电功率, 蓄电池电量达到电池容量下限时停止向外放电, 在蓄电池电量接近电池容量上限时, 限制充电功率, 蓄电池电量达到电池容量上限时停止进行充电。

8. 根据权利要求1所述的便携式风光互补储供电系统, 其特征在于, 所述光伏组件为多块或一块太阳能电池组成。

9. 根据权利要求1所述的便携式风光互补储供电系统, 其特征在于, 所述便携式太阳能充电系统包括主体太阳能电池和拓展太阳能电池, 所述拓展太阳能电池为柔性非晶硅薄膜太阳能电池。

一种便携式风光互补储供电系统

技术领域

[0001] 本发明涉及风力发电和太阳能发电领域,具体设计一种便携式风光互补储供电系统。

背景技术

[0002] 随着国民经济的迅速发展,各种大型基础设施建设项目纷纷得以立项,其中不乏一些施工条件差,没有市电电网供电保障的建设工程。这些工程大多位于野外,野外条件下的生产生活对电力的持续稳定供应提出了更高的要求。

[0003] 目前,野外作业和生活用电主要采用以下三种方式:一是蓄电池供电。大型工程车辆可采用车上蓄电池进行短期供电,小型生产生活工具如万用表、电动起子、照明灯,则采用充电电池供电。二是采用电站供电。耗电量大的机械设备需采用自身携带的柴油发电机供电。三是采用市电电网供电。当野外作业靠近市电电网接口时,可采用市电进行供电。但三种供电方式,均受到一定的条件制约。蓄电池供电方式主要受到电池容量的限制,无法持续性的供电,当电池电量耗尽,需借助外部充电设备及电源或车辆底盘的动力系统进行充电,且充电需要一定的时间。采用电站供电主要受到油料供应的限制,当油料无法及时供给时,将无法实施供电,且由于电站自身噪声大、功耗高、发热量大,经济性和舒适性都不是太高。

[0004] 因此,风光互补发电技术以其特有的优势,能弥补现有供电方式的不足,符合保障的要求,应用前景十分可观。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是提供一种便携式风光互补储供电系统。

[0006] 本发明解决上述技术问题的技术方案如下:

[0007] 一种便携式风光互补储供电系统,包括第一供电系统和第二供电系统,所述第一供电系统包括风力发电机、光伏组件、控制逆变器;

[0008] 所述风力发电机,用于进行风力发电以产生电能;

[0009] 所述光伏组件,用于进行光伏发电以产生电能;

[0010] 所述控制逆变器,与所述风力发电机和所述光伏组件连接,用于分别跟踪风力发电和光伏发电的最大功率点,并分别以最大功率将风力发电机和光伏组件产生的电能输出;

[0011] 所述第二供电系统为太阳能充电电池。

[0012] 本发明的有益效果是:本发明运用新能源技术实现了野外条件下仪器、设备电力供应上的突破,实用性强,安全可靠。本发明提出的系列风光互补储供电技术方案采用独立储供电方式,第一供电系统体积大,供电功率大,便于车辆携行,第二供电系统体积小,便于携带,可适应不同的工作场合,用户可根据环境条件选择不同的供电系统,为小型装备、大型车辆、野外营地等多种情形提供离网用电,可弥补现有供电方式的不足。

[0013] 在上述技术方案的基础上,本发明还可以做如下改进。

[0014] 所述控制逆变器包括第一控制电路和控制模块,所述风力发电机通过所述第一控制电路与所述控制模块连接;

[0015] 所述第一控制电路包括整流桥、第一滤波电容和第一MPPT控制电路;所述整流桥并联第一滤波电容后电连接所述第一MPPT控制电路,所述第一MPPT控制电路还与所述控制模块连接;

[0016] 所述风力发电机产生的三相交流电经过所述整流桥整流以及所述第一滤波电容滤波后,转化为风力发电直流电并输出至所述第一MPPT控制电路,所述控制模块对所述风力发电直流电进行电压采样和电流采样,并根据采样结果调整所述第一MPPT控制电路的PWM占空比以跟踪风力发电的最大功率点,并控制第一MPPT控制电路以风力发电的最大功率输出电能。

[0017] 进一步的,所述控制逆变器还包括第二控制电路,所述光伏组件通过所述第二控制电路与所述控制模块连接;

[0018] 所述第二控制电路包括防反二极管、第二滤波电容和第二MPPT控制电路;所述防反二极管并联第二滤波电容后电连接所述第二MPPT控制电路,所述第二MPPT控制电路还与所述控制模块连接;

[0019] 所述光伏组件产生的光伏电经过所述防反二极管以及所述第二滤波电容后,转化为光伏直流电并输出至所述第一MPPT控制电路,所述控制模块对所述光伏发电直流电进行电压采样和电流采样,并根据采样结果调整所述第二MPPT控制电路的PWM占空比以跟踪风力发电的最大功率点,并控制第二MPPT控制电路以光伏发电的最大功率输出电能。

[0020] 进一步的,所述控制逆变器还包括电能输出控制电路,所述电能输出控制电路包括直流母线、充放电控制电路和逆变电路,所述直流母线与充放电控制电路、逆变电路、第一MPPT控制电路和第二MPPT控制电路均电连接;

[0021] 所述第一MPPT控制电路和第二MPPT控制电路将电能输送至直流母线,直流母线将电能输送至充放电控制电路和逆变电路;

[0022] 所述充放电控制电路用于根据控制模块的控制对外接蓄电池的充放电进行控制;

[0023] 所述逆变电路用于根据控制模块的控制向外接交流负载输出电能。

[0024] 进一步的,还包括并联在整流桥和第一MPPT控制电路之间的卸荷电路,所述卸荷电路还连接至控制模块的一个PWM端口。

[0025] 采用上述进一步方案的有益效果是:当风速过大时,风力发电功率超出了系统的额定功率,启动卸荷电路,可以降低大风对控制逆变器的冲击。

[0026] 进一步的,所述第一MPPT控制电路采用功率扰动控制方法进行MPPT跟踪控制。

[0027] 采用上述进一步方案的有益效果是:采用扰动式最大功率跟踪算法,可实时侦测太阳能电池板和风机的发电电压,追踪最高电压电流值,减小了系统在最大功率点附近振荡的幅度。

[0028] 进一步的,所述第二MPPT控制电路采用电导增量方法进行MPPT跟踪控制。

[0029] 采用上述进一步方案的有益效果是:电导增量方法不需要增加用于控制的设备,检测参数少。

[0030] 进一步的,所述充放电控制电路对蓄电池进行充放电的过程包括以下三个阶段:

[0031] 限流充电阶段:充放电控制电路控制充电电流小于预设电流最大上限值 $I_{\max}$,当蓄电池容量达到95%时,恒压充电阶段;

[0032] 恒压充电阶段:充放电控制电路控制蓄电池的充电电压为预设恒定值,直到蓄电池电量达到电池容量上限时,进入浮充阶段;

[0033] 浮充阶段:充放电控制电路使蓄电池电压保持浮充充电。

[0034] 采用上述进一步方案的有益效果是:采取阶段性充电方法能保持较高的充电效率,还可以合理对蓄电池进行合理保护。

[0035] 进一步的,所述充放电控制电路对蓄电池采取最大功率限制控制,在蓄电池电量少于电池容量的20%时限制放电功率,蓄电池电量达到电池容量下限时停止向外放电,在蓄电池电量大于电池容量的80%时,限制充电功率,蓄电池电量达到电池容量上限时停止进行充电。

[0036] 采用上述进一步方案的有益效果是:最大功率限制控制可以节省蓄电池的容量,优化蓄电池的运行,同时保证各种蓄电池都在合理的范围内运行。

[0037] 进一步的,所述光伏组件为多块或一块太阳能电池组成。

[0038] 采用上述进一步方案的有益效果是:本发明的第一供电系统也包含多种可选择方案,可适用于多种场合,选用多块太阳能电池,发电功率大,体积较大,选用一块太阳能电池,发电功率稍小,更便于携带,用户可根据需要选择不同的配置方案。

[0039] 进一步的,所述便携式太阳能充电系统包括主体太阳能电池和拓展太阳能电池,所述拓展太阳能电池为柔性非晶硅薄膜太阳能电池。

[0040] 采用上述进一步方案的有益效果是:用户可根据需要选择是否使用拓展太阳能电池,增大充电功率,拓展太阳能充电电池为薄膜可折叠型,携带方便。

附图说明

[0041] 图1为本发明第一供电系统连接示意图;

[0042] 图2为太阳能电池输出电流—电压—功率的特性曲线;

[0043] 图3为温度对光电压和光电流的影响;

[0044] 图4为辐射强度对光电流—光电压—峰值功率的影响;

[0045] 图5为太阳能电池板MPPT原理图;

[0046] 图6为扰动测量法示意图;

[0047] 图7为电导增量法控制流程图;

[0048] 图8不同风速下风力机输出功率 $P_m-\omega$ 关系曲线;

[0049] 图9风速跟踪控制框图;

[0050] 图10为功率扰动算法控制流程图;

[0051] 图11蓄电池的最大功率限制控制示意图;

[0052] 图12为便携式太阳能充电系统组成框图;

[0053] 图13为太阳能充电模块电路;

[0054] 图14为便携式太阳能充电系统控制流程图。

具体实施方式

[0055] 以下结合附图对本发明的原理和特征进行描述,所举实例只用于解释本发明,并非用于限定本发明的范围。

[0056] 一种便携式风光互补储供电系统,包括第一供电系统和第二供电系统,如图1所示,所述第一供电系统包括风力发电机、光伏组件、控制逆变器;

[0057] 所述风力发电机,用于进行风力发电以产生电能;

[0058] 所述光伏组件,用于进行光伏发电以产生电能;

[0059] 所述控制逆变器,与所述风力发电机和所述光伏组件连接,用于分别跟踪风力发电和光伏发电的最大功率点,并分别以最大功率将风力发电机和光伏组件产生的电能输出;

[0060] 所述第二供电系统为太阳能充电系统。

[0061] 所述控制逆变器包括第一控制电路和控制模块,所述风力发电机通过所述第一控制电路与所述控制模块连接;

[0062] 所述第一控制电路包括整流桥、第一滤波电容和第一MPPT控制电路;所述整流桥并联第一滤波电容后电连接所述第一MPPT控制电路,所述第一MPPT控制电路还与所述控制模块连接;

[0063] 所述风力发电机产生的三相交流电经过所述整流桥整流以及所述第一滤波电容滤波后,转化为风力发电直流电并输出至所述第一MPPT控制电路,所述控制模块对所述风力发电直流电进行电压采样和电流采样,并根据采样结果调整所述第一MPPT控制电路的PWM占空比以跟踪风力发电的最大功率

[0064] 点,并控制第一MPPT控制电路以风力发电的最大功率输出电能。

[0065] 所述控制逆变器还包括第二控制电路,所述光伏组件通过所述第二控制电路与所述控制模块连接;

[0066] 所述第二控制电路包括防反二极管、第二滤波电容和第二MPPT控制电路;所述防反二极管并联第二滤波电容后电连接所述第二MPPT控制电路,所述第二MPPT控制电路还与所述控制模块连接;

[0067] 所述光伏组件产生的光伏电经过所述防反二极管以及所述第二滤波电容后,转化为光伏直流电并输出至所述第一MPPT控制电路,所述控制模块对所述光伏发电直流电进行电压采样和电流采样,并根据采样结果调整所述第二MPPT控制电路的PWM占空比以跟踪风力发电的最大功率点,并控制第二MPPT控制电路以光伏发电的最大功率输出电能。

[0068] 所述控制逆变器还包括电能输出控制电路,所述电能输出控制电路包括直流母线、充放电控制电路和逆变电路,所述直流母线与充放电控制电路、逆变电路、第一MPPT控制电路和第二MPPT控制电路均电连接;

[0069] 所述第一MPPT控制电路和第二MPPT控制电路将电能输送至直流母线,直流母线将电能输送至充放电控制电路和逆变电路;

[0070] 所述充放电控制电路用于根据控制模块的控制对外接蓄电池的充放电进行控制;

[0071] 所述逆变电路用于根据控制模块的控制向外接交流负载输出电能。

[0072] 本发明还包括并联在整流桥和第一MPPT控制电路之间的卸荷电路,所述卸荷电路还连接至控制模块的一个PWM端口。

[0073] 所述第一MPPT控制电路采用功率扰动控制方法进行MPPT跟踪控制。

[0074] 所述第二MPPT控制电路采用电导增量方法进行MPPT跟踪控制。

[0075] 所述充放电控制电路对蓄电池进行充放电的过程包括以下三个阶段：

[0076] 限流充电阶段：充放电控制电路控制充电电流小于预设电流最大上限值 $I_{\max}$ ，当蓄电池容量达到95%时，恒压充电阶段；

[0077] 恒压充电阶段：充放电控制电路控制蓄电池的充电电压为预设恒定值，直到蓄电池电量达到电池容量上限时，进入浮充阶段；

[0078] 浮充阶段：充放电控制电路使蓄电池电压保持浮充充电。

[0079] 所述充放电控制电路对蓄电池采取最大功率限制控制，在蓄电池快接近于放电深度时限制放电功率，蓄电池电量达到电池容量下限时停止向外放电，在蓄电池电量接近电池容量上限时，限制充电功率，蓄电池电量达到电池容量上限时停止进行充电。

[0080] 所述光伏组件为多块或一块太阳能电池组成。

[0081] 所述便携式太阳能充电系统包括主体太阳能电池和拓展太阳能电池，所述拓展太阳能电池为柔性非晶硅薄膜太阳能电池。

[0082] 采用上述进一步方案的有益效果是：用户可根据需要选择是否使用拓展太阳能电池，增大充电功率，拓展太阳能充电电池为薄膜可折叠型，携带方便。

[0083] 第一控制系统的工作过程为：

[0084] 本实施例的控制模块采用MCU，风力发电机输入三相交流电，经过三相不可控整流桥整流，由第一滤波电容滤波转化成直流电。对此直流电进行电压和电流采样，MCU根据测量值调整风力发电机MPPT控制电路的PWM占空比进行风力发电机的最大功率点跟踪，最终风力发电机产生的电能被输送到直流母线上。

[0085] 光伏组件产生的直流电首先通过一个防反二极管，再利用第二滤波电容进行滤波。防反二极管的主要作用是在夜晚光伏组件不发电时，防止直流母线上的电流倒灌入光伏组件。MCU对经过电容滤波后的光伏直流电进行电压和电流采样，并根据测量值调整光伏组件MPPT控制电路的PWM占空比进行光伏发电的最大功率点跟踪，最终光伏组件产生的电能被输送到直流母线上。

[0086] MCU采样蓄电池的电压和充放电电流，根据蓄电池的电荷状态调整充放电控制电路的PWM占空比，对蓄电池进行保护性充放电。

[0087] MCU为逆变电路提供1路SPWM脉冲信号，同时采样逆变电路输出的交流电压有效值，根据交流电压调整SPWM脉冲的调制度，稳定逆变电路输出的交流电压。

[0088] 根据总的输入功率和负载的总功率及蓄电池的荷电状态，判断是否需要开启卸荷电路或者切除负载。当风速过大时，风力发电功率超出了系统的额定功率，就启动卸荷电路，降低大风对控制逆变器的冲击。当负载的总功率超出系统额定功率时或者超出直流母线上所能够提供的功率时，就需要切除负载，防止长时间过载运行损坏控制逆变器。

[0089] 一、光伏发电控制部分设计

[0090] 1.1太阳能电池功率输出特性

[0091] 1.太阳能电池的I-V特性

[0092] 太阳能电池发电功率输出是基于光生伏的效应，研究表明发现：即使在太阳能辐射强度和太阳能电板组件温度一致的情况下，电池板功率输出是一种非线性的输出，电池板既不能等同于恒流源，也非恒压源。在某一日照强度和温度下，太阳能电池输出电流一电

压—功率的特性曲线如图2所示,图中, I_{sc} 为短路电流,即外接电阻 $R=0$ 时,在给定温度日照条件下所能输出的最大电流; V_{oc} 为开路电压,在给定温度日照强度下所能输出的最大电压; I_m 为最大功率点上的电流; V_m 为最大功率点上的电压; P_m 为在给定温度日照下能输出的最大功率。

[0093] 通过调节接入电阻 R ,使电阻从零开始连续增加,太阳能电池板输出电压 V 从零开始不断增加。电池板输出功率起初也不断的增大,当电压 V 增加到一定值后,电池板的输出功率迅速减少,并逐渐减小至零;在这个过程中,电池板输出的功率会存在一个最大值,即为该特定日照强度和温度下的最大值输出功率 P_m 。

[0094] 1.2温度和太阳能辐射强度对太阳能电池组件输出特性的影响

[0095] 温度对晶体硅太阳能电池组件输出特性的影响,表现出随着太阳能温度的增加,开路电压减少,在 $20^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ 范围,大约每升高 1°C ,每片电池的电压减少2毫伏;大约每升高 1°C 每片电池的光电流增加千分之一,或 $0.03\text{毫安}/(^{\circ}\text{C}\times\text{cm}^2)$ 。总的来说温度升高太阳能电池的功率下降,典型功率温度系数为 $-0.35\%/^{\circ}\text{C}$ 。温度对太阳能电池光电压和光电流的影响如图3所示。

[0096] 辐射强度与太阳板电池输出的电流成正比,温度固定不变的条件下,强度在 $100\text{W}/\text{m}^2\sim 1000\text{W}/\text{m}^2$ 范围内,电流与辐射强度成正线性关系,辐射强度对输出的电压影响很小;当辐射强度在 $400\text{W}/\text{m}^2\sim 1000\text{W}/\text{m}^2$ 范围内变化,太阳能电池板的开路电压基本保持恒定。因此辐射强度对太阳能电池板输出功率的影响也是线性的,太阳能电池板输出功率与辐射强度成正比。如图4所示,太阳能电池的峰值功率随辐射强度的变化呈现一条垂直线。

[0097] 因此,由太阳能光伏电池板的输出特性可以知道,蓄电池的输出特性是非线性的,不同于电压源和电流源。保证光伏电池板工作在其最大功率点和最大功率点附近,不但能充分利用太阳能电池板的产能,还能减少工程中太阳能电池列阵的容量,提高系统的经济性。光伏电池板的输出功率除了与日照和温度有关外,还与太阳能电池板输出的工作电压有关。对太阳能发电系统的MPPT研究,就是研究如何实现太阳能电池板的电压输出为最大功率点的电压,从而实现太阳能光伏电池板最大功率的输出。

[0098] 1.3太阳能电池列阵MPPT原理

[0099] 从上面分析可以得到,欲实现太阳能电池板的MPPT跟踪,必须实现对太阳能发电系统最大输出功率对应的最佳工作电压 V_m 的跟踪,使太阳能电池板及时的工作在最佳电压或其附近。太阳能MPPT控制建立在对太阳能电池的输出功率实时测量基础上,通过改变接入系统的电阻大小,创造太阳能电池板最大功率输出的条件。太阳能电池板MPPT的工作原理如图5所示。

[0100] 曲线1和曲线2为不同环境温度和光照强度下的太阳能电池板输出, $I-V$ 特性曲线,曲线1和曲线2相应光照强度和温度下的最大功率点为A点和B点,假设在曲线1日照强度和温度下电池板工作在A点,当光照强度和温度由曲线1向曲线2变化时,在保持接入系统的阻抗不变时,有欧姆定律可知:电流和电压的关系为线性正比关系,电池板将沿着 AA' 的直线从A点到达 A' 点,而曲线2的温度和日照强度下B点为最大功率输出的工作点,电池工作在非最大功率输出点。如果保持电池板在曲线2状态下的功率输出为最大,应将接入系统的负载1变化为负载2,使电池板工作在B点,实现光照强度和温度变化后MPPT跟踪。

[0101] 1.4太阳能电池列阵MPPT跟踪方法

[0102] 国内外研究太阳能电池板列阵的最大功率跟踪提出了很多方法,例如直线近似法,扰动测量法、爬坡法、导通增量法、模糊控制法等这些方法的区别在于算法复杂性,收敛性和可实现性、系统检测的量、成本以及跟踪的效果与及时性等方面。

[0103] 1. 扰动测量和爬坡法

[0104] 扰动测量法和爬坡法的优点是原理简单,实现起来比较容易,是当前研究最多MPPT方法。其中爬坡法是给控制器驱动信号的占空比一个扰动,扰动测量法直接给电池板的工作电压一个扰动,其实控制器驱动信号的占空比发生变化时,相应的电池板电压也发生改变,两种方法是一样的思路,只是实现方法不同。

[0105] 图6是太阳能P-V示意图,从图中可以看出,太阳能电池列阵输出功率与其工作电压的关系是凸函数,当太阳能电池板工作在最大功率点左侧时,增大太阳能电池板列阵电压,使其输出功率增大,不断的逼近最大功率点;反之,太阳能电池列阵工作在最大功率点右侧时,减小电池板的工作电压,从而增加了电池板列阵的输出功率,靠近最大功率输出点。不断的重复上述过程,使工作点不断的靠近最大功率输出工作点。

[0106] 扰动测量法和爬坡法也存在缺陷,电池板输出功率即使达到最大工作点后,依旧在最大功率点附近震荡,而且不适应环境变化过快的情况。如图12,假定电池板工作在P2对应的功率曲线下,当环境不变时,由于扰动测量法的输出电压变大,到达B点,功率输出减少;若此时环境突然变化,有P2对应的日照强度和温度变化为P1对应的日照强度和温度,P1曲线对应的最佳工作点为C点,此时太阳能C点输出的功率明显大于A点的功率,但这两种方法会使输出电压向左移动,会误以为P1输出曲线下的最大功率点在C点的左侧,产生误判,使功率电池板偏离了最大功率工作点。为了克服系统的误判,提出了一种利用扰动后的输出功率值和前两次的功率相比较的方法,从而避免上述误判现象的产生;另外也可以通过对步长的优化来克服这种现象。

$$\begin{aligned}
 & \frac{dP}{dV} = 0 && MPPT \\
 [0107] \quad & \frac{dP}{dV} > 0 && LEFT \\
 & \frac{dP}{dV} < 0 && RIGHT
 \end{aligned} \tag{1}$$

[0108] 由于:

$$[0109] \quad \frac{dP}{dV} = \frac{d(VI)}{dV} = I + V \frac{dI}{dV} = I + V \frac{\Delta I}{\Delta V} \tag{2}$$

[0110] 于是式(1)可以写成:

$$\begin{aligned}
 & \frac{\Delta I}{\Delta V} = -\frac{I}{V} && MPPT \\
 [0111] \quad & \frac{\Delta P}{\Delta V} > -\frac{I}{V} && LEFT \\
 & \frac{\Delta P}{\Delta V} < -\frac{I}{V} && RIGHT
 \end{aligned} \tag{3}$$

[0112] 导通电量法通过比较电导 I/V 和增量导 $\Delta I/\Delta V$ 的大小,实现对太阳能MPPT的跟踪。

[0113] 该方法需要具有电压和电流传感器,同时利用单片机等微控芯片来计算和控制跟踪的算法,电导增量算法的优点控制效果的稳定性好,缺点是控制算法复杂,成本高,同时对系统的设计要求高。

[0114] 2. 模糊控制

[0115] 模糊控制策略是根据模糊原理实现太阳能电池板MPPT跟踪,模糊控制一般分为三步:模糊化,查表,解模糊化。在模糊化阶段,输入的数字量根据隶属度函数转化为模糊语句。通常模糊语言选取3、5、7个,例如(负,零,正)、(负大,负小,零,正小,正大)、(负大,负中,负小,零,正小,正中,正大)等,然后根据模糊集定义其隶属函数,并依据问题的不同取均匀间隔或非均匀间隔,以及采用单点模糊集方法进行模糊化。

[0116] 模糊规则通常选择一个误差E和误差增量 ΔE ,当系统工作在最大功率点时, $dP/dV=0$ 。误差和误差增量的计算采用:

$$[0117] \quad E(n) = \frac{P(n) - P(n-1)}{V(n) - V(n-1)} \quad (4)$$

$$[0118] \quad \Delta E = E(n) - E(n-1) \quad (5)$$

[0119] 通过对误差E和误差增量的计算,然后将其转化为语义量,通过查找模糊控制规则表1,可以得到模糊化的输出,通常是用来控制占空比的变化情况。在解模糊阶段,根据隶属函数,将模糊控制输出的语义变量转化为数字量。

[0120] 表1 模糊控制规则表

ΔE E					
	NB	NS	ZE	PS	PB
NB	ZE	ZE	NB	NB	NB
NS	ZE	ZE	NS	NS	NS
ZE	NS	ZE	ZE	ZE	PS
PS	PS	PS	PS	ZE	ZE
PB	PB	PB	PB	ZE	ZE

[0122] 模糊控制方法不需要高精度的输入参数值,而且不需要知道精确的太阳能电池列阵的数学模型,能很好的避免处理非线性算法,并且能够很好的跟踪天气变化时的最大功率点,但对设计者的要求较高,需要设计者能够较好的定义误差函数和模糊控制规则表。

[0123] 3. 导通增量法

[0124] 导通增量方法通过检测电流和电压两个信号,并对信号进行技术,通过上次检测的电压、电流值与本次检测的电压、电流进行比较,判断MPPT跟踪的方向。

[0125] 1.5 电导增量控制方法设计

[0126] 综合考虑各种MPPT控制方法,本项目采用太阳能电池MPPT跟踪控制采用电导增量方法,该方法不需要增加用于控制的设备,检测参数少。图7为太阳能电池采用电导增量法实现MPPT跟踪的控制流程图。

[0127] V_{ref} 为参考电压,根据这个参考电压控制器驱动信号的占空比将会做出改变。当工作在最大功率点时 V_{ref} 就等于 V_{Max} 。跟踪在最大功率后, V_{ref} 将一直保持为此值,直到检测出 $\Delta I \neq 0$,才会通过改变 V_{ref} 重新跟踪系统新的最大功率点。 V_{ref} 的变化大小决定了系统的跟踪快慢,同样跟踪过快会在最大功率点附近引起波动。利用直线近似法,然后将太阳能的I-V曲线分为两个区域,将太阳能电池板列阵的工作点快速的设定在最大功率点附近,然后根据电导增量法跟踪最大功率点。

[0128] 二、风机发电MPPT控制部分设计

[0129] 2.1风力发电机组工作原理

[0130] 风力发电机组是风光储互补发电系统的核心设备之一,其作用是对风能进行吸收和转化,最终输出电能。从风力发电机组的结构上来看,其主要由风力机(风轮)、发电机、立杆组成;从能量转换的角度考虑,风力发电机由风力机和发电机组成,风力机是利用其风轮对风能的捕捉吸收,完成风能到机械能的转化,发电机将风轮捕捉转化来的机械能转化电能。因此风力发电机的功率输出特性是由风力机特性和发电机特性共同决定;其中风力机对风能的捕捉或吸收利用的能力通常用风轮风能利用系数 C_p 表示。

[0131] 2.2风力发电机功率控制策略

[0132] 1.风力发电机输出功率特性

[0133] 即使风速一定的情况下,由于风轮的转速不同,风力机轴上输出的功率也会不同,风轮输出功率与风轮的转速相关,即存在一个最佳转速 ω ,该转速下对应的减速比称为最佳减速比 λ_{opt} ,此时风轮捕捉到最大的风能,获得最大的轴上输出功率。风速不同的情况下,风力机输出功率不同,不同风速对应的最佳转速也不相同,不同风速对应的风力机的输出功率 $P_m-\omega$ 关系见图8。

[0134] 如图8, V_3 、 V_2 风速下的最大输出功率点分别为A点和C点,在 V_3 风速下风机稳定的工作在A点,实现 V_3 风速下的最大功率输出,当风速由 V_3-V_2 突然变大时,必然引起风机输出功率会增加,起初由于惯性作用,风轮的转速不会突然增加,风力机的工作点由A点移动到B点运行,风机输出的机械转矩、功率增加,发电机输入功率和转矩大于其电磁功率和转矩,使风力发电机转速上升,在转速增加过程中,风力机和发电机分别沿着BC和AC不同的曲线运行。当风力机功率曲线和最佳功率曲线相交时,功率达到新的平衡。

[0135] 从风力机的输出特性可见:风力机想获得最大的输出功率,必须根据风速的变化对风力机的转速进行相应的变化,即最大功率跟踪控制的结果就产生了变速发电的模式。

[0136] 2.风力发电控制方法

[0137] (1)风速自动跟踪控制

[0138] 风机风速自动跟踪控制,如图9所示,是依据测风装置观测到的风速 V ,按照风速的最佳功率曲线得到的最佳功率 P ,与实际运行中检测到风力机的输出功率 P_t 相比较得到误差量 ΔP ,通过PI调节器给出风力机的可调参数值,调节风力机的输出电流大小,最终实现发电机的输出功率调节。该方法根据测量得到的风速及时的调整风力机输出的电流,从而调整发电机输出功率,风速自动跟踪控制方法思路简单方便,需要知道风力机的功率输出特性,还需要实时的对风速进行测量,并建立风速与电流调节量之间复杂的数学模型。

[0139] (2)风机转速反馈控制

[0140] 风机转速反馈控制,是依据发电机发电的转速以及风轮的特征参数求解出给定的

功率,与实际运行中观测得到的发电机输出功率相比,得到两者之间的差值,经过PI调节器调节风力机的可调参数,改变风力发电机的输出电流值,来实现风力机的功率输出调节。

[0141] 该方法不需要知道风轮特性,也不需要测风装置,是在风速跟踪方案的基础上略作改动,它与风速控制方案的不同之处在于将输出功率与风速之间的关系转换为输出功率与发电机之间的关系,当风机风轮的 C_p 和减速比确定后,转化为转速与输出功率之间的关系。

[0142] (3)功率扰动控制

[0143] 功率扰动控制方案不同于上述两种控制方案,其主要原理是利用离散迭代算法实现控制。风轮在某一特定风速下的功率特性是凸函数,因此可以在系统处于稳态时,加上与前次同符号的扰动量,直到输出功率变化量开始小于零才改下一次扰动量的符号,如此反复的进行,风轮机的工作点会不断的靠近不断变化的最佳功率点,并保持一定的波动。

[0144] 该方法的特点:不需要测风装置;不需要知道风轮或风力发电机明确的功率特性;即使风速稳定时,风力发电机输出功率也会有小幅度的波动,需要设置合理的扰动控制量,其输出没有必要也不可能为很小的误差,要风机在稳定状态下过度动作,从而增加磨损和消耗费用。

[0145] 2.3风力发电功率扰动控制方法设计

[0146] 综合考虑以上三种控制方法,本系统采用的是功率扰动控制方法,该方法控制原理简单,无需测风仪器装置,也不需要明确掌握的功率特性,只需要根据风力机 $P_m-\omega$ 输出曲线,对风轮转速进行控制。

$$\begin{aligned}
 & (P_{\omega+\Delta\omega} - P_{\omega}) / \Delta\omega > 0 & \omega \uparrow \\
 [0147] \quad & (P_{\omega+\Delta\omega} - P_{\omega}) / \Delta\omega = 0 & \omega \\
 & (P_{\omega+\Delta\omega} - P_{\omega}) / \Delta\omega < 0 & \omega \downarrow
 \end{aligned} \tag{6}$$

[0148] 式中: $P_{\omega+\Delta\omega}$ 、 P_{ω} —分别为风力机转速为 $\omega + \Delta\omega$ 、 ω 输出的功率; $\omega \uparrow$ —表示风力机转速改变方向与 $\Delta\omega$ 方向一致; $\omega \downarrow$ —表示风力机转速改变方向与 $\Delta\omega$ 方向相反。风力发电机功率扰动法控制流程图如图10所示。

[0149] 三、蓄电池能量管理设计

[0150] 蓄电池是风光互补型太阳能储供电系统的重要器件,它的主要功能是把风力发电机、光伏发电设备产生的电能即时储存到蓄电池中,兼有稳定电压的作用。

[0151] 为了节省蓄电池的容量,优化蓄电池的运行,同时保证各种蓄电池都在合理的范围内运行,在利用储能平抑功率波动控制过程中,采用最大功率限制控制。

[0152] 3.1最大功率限制控制

[0153] 为了保护蓄电池,防止过度充放电,对充放电功率进行了上下限的限制,即在惯性过滤器外部设置充放电指令的阈值。如图11所示,在蓄电池电量较少时限制其放电功率,达到电量下限时停止向外放电,而蓄电池电量较多时,限制充电功率,达到电量上限时,不再向其充电,从而达到在保护蓄电池和双向变换器的同时,最大限度地维持平抑效果。

[0154] 图中11中,1代表蓄电池最大输出功率限制;2代表蓄电池电量接近下限时,仅限制放电功率;3代表最小剩余电量;4代表最大剩余电量;5代表蓄电池电量接近上限时,仅限制充电功率;6代表蓄电池最大输出功率限制。

[0155] 3.2 蓄电池容量

[0156] 蓄电池的容量选择,主要考虑负载功率、气候、温度、系统控制的规律等因素。首先考虑负载功率,即每天的放电量 p ;其次考虑蓄电池的单独工作天数 t ,一般取7~15天(具体根据气候和温度等确定);然后选定有利于保护电池的放电深度 D (通常为75%)。这样,容量 C 的计算公式为:

$$[0157] \quad C = Q \times t / D \quad (7)$$

[0158] 3.3 蓄电池控制策略

[0159] 与光伏发电相比,风力发电波动性比较大。因此将光伏发电的充电电流 I_{solar} 作为蓄电池充电电流的基础部分,在充电过程中优先选用光伏充电,在光伏充电电流 I_{solar} 的基础上,控制风力发电充电电流 I_{wind} ,使得满足蓄电池充电电流 I_{battery} 要求:

$$[0160] \quad I_{\text{battery}} = I_{\text{solar}} + I_{\text{wind}}$$

[0161] 结合几种蓄电池充电策略,给出本系统采用的三阶段充电控制方法:

[0162] (1)限流充电阶段:蓄电池第一阶段充电采用限流充电,其电流最大上限 I_{max} 可以设定为理想恒流充电电流值,或略高一点。此工作状态下,光伏发电系统和风力发电系统均采用MPPT控制,使太阳能电池组件工作在最大功率点附近。

[0163] (2)恒压充电阶段:一般当蓄电池容量达到95%时,就要采取恒压充电。在此阶段,充放电控制电路可分别利用一个P I控制风力和光伏发电给蓄电池的充电电压为一恒定值。当蓄电池充电电流减小到电池容量时表明蓄电池已充满电。

[0164] (3)浮充阶段:在蓄电池充满电后,为了弥补蓄电池自放电造成的能量损失,充放电控制电路使蓄电池电压保持浮充充电,蓄电池进入充电的最后阶段。

[0165] 四、便携式太阳能充电系统设计

[0166] 4.1 组成

[0167] 便携式太阳能充电系统主要由太阳能电池组件、锂聚合物电池组件、电源控制器、多路DC/DC变换电源等组成,如图12所示。其中,太阳能电池组件主要完成太阳能发电,在光照充足时可直接为负载供电,也可将多余的电能通过电源控制器输送到锂聚合物电池储存;储能电池采用高容量锂聚合物电池,主要完成在有太阳光时储存电能,在无太阳光时向负载放电,实现对负载的持续供电;电源控制器主要实现对锂聚合物电池的充放电控制和保护,以保证电池组件安全可靠的工作;多路DC/DC变换电源主要针对各型小功率电动工具、照明设施和生活电器的供电电压需求进行电压变换。

[0168] 4.2 太阳能电池组件

[0169] 太阳能电池组件是直接将太阳能转换为电能的装置。太阳能电池的功率必须与储能电池的功率大小相匹配才不至于影响太阳能的利用效率和储能电池的使用寿命。

[0170] 便携式太阳能充电系统分考虑野外恶劣环境,在兼顾充电效率和便携性两方面因素的情况下,设计了两块太阳能电池组件。在便携式太阳能充电电池主机面板上选择硬面单晶硅电池作为太阳能光伏发电组件。该组件的面积为80mm×120mm,功率4W,充满前述6Ah锂聚合物电池需要约18小时。由于便携式太阳能充电电池面板的尺寸有限,用面板上太阳能电池完成一次充电时间过长,因此项目组设计了三节柔性非晶硅薄膜太阳能电池作为拓展电池。拓展电池展开尺寸922mm×278mm,折叠尺寸278mm×200mm×25mm,最大功率为12W,输出标称电压与市电充电适配器输出相同,均为18V。当加挂拓展电池后光伏发电总功率达

到16W,此时充满6Ah锂聚合物电池仅需5小时。

[0171] 太阳能充电模块电路如图13所示。当太阳光照强度达到太阳能电池组件发电的最低阈值时电路向储能电池充电,此时绿色LED2指示灯点亮。电路首先通过整流二极管1N5404整流,然后经RC滤波电路滤波,最后通过稳压二极管1N47744将电压稳定在直流15V,再通过过充保护电路为储能够电池充电。稳压二极管1N47744最大功耗为1mW,稳定电压15V,最大电流是57mA。

[0172] 4.3电源控制器设计与实现

[0173] 电源控制系统的工作状态分为充电和放电两种运行模式。根据太阳能电池组件、储能电池及负载的工作状态,控制系统会自动切换运行模式。当太阳能电池组件的输出电压达到15V时,控制系统运行于充电模式,控制系统根据储能电池的电压大小,实时调整充电脉冲,使其工作在恒压充电、MPPT充电或浮充状态;当接入交流负载且储能电池电压高于11.5V时,控制系统运行于放电模式,控制系统根据负载的类型和大小,适时调整PWM,使多路DC/DC电源的输出电压达到设计要求。

[0174] 若太阳能电池组件的输出电压高于15V,储能电池的电压高于11.5V且接入交流负载,此时控制系统的两种工作模式都存在。控制系统的主程序流程图如图14所示。

[0175] 开机上电后,初始化DSP的系统寄存器及外设寄存器,根据太阳能电池组件、储能电池及负载的工作状态决定控制系统的运行模式,并按一定的采样周期读入采样电压和采样电流,根据采样信息和控制算法改变输出控制信号的波形以达到预期的控制目标。

[0176] 4.4多路DC/DC变换电源设计与实现

[0177] 多路DC/DC变换电源的作用是将不稳定的直流电压转换为电动工具和生活电器所需要的稳定的工作电压。本项目便携式太阳能充电电池的输出电压有两组:+3V和+12V。本项目采用LM2576系列集成开关稳压电路,该系列允许的输入电压高达57V,有固定±3V、±5V、±12V和±15V及可调电压多个型号产品,输出电流为2A,转换效率为80%。该型集成开关稳压器内部含有固定频率振荡器(52kHz)和基准稳压器,并具有完善的保护电路,包括电流限制及热关断电路等,利用该器件只需极少的外围器件就可以构成高效稳压电路。

[0178] 五、总体结构设计4.1第一供电系统结构设计

[0179] 综合考虑电池的储能容量、环境适应性,以及携运行形式,本发明的第一供电系统可采用两种实施方式,分别为车载式风光互补储供电系统和移动式风光互补储供电系统,两种系统发电功率、体积各不相同,可适应不同用户的需求。

[0180] 车载式风光互补储供电系统、移动式风光互补储供电系统采用免维护铅酸蓄电池作为储能设备,以提高样机的环境适应性。车载式风光互补储供电系统、移动式风光互补储供电系统样机采用的免维护铅酸蓄电池组作为储能元件,该蓄电池具有寿命长、自放电率极低、容量高、耐深放电、密封性能好、环境使用性强、安全可靠等特点。该蓄电池循环充放电次数多达1000次以上,正常使用情况下,浮充寿命可达3年;在25℃室温下,静置28天,自放电率小于1.8%,免维护;可在-40~+65℃的温度范围内使用,采用独特的合金配方和铅膏配方,在低温下仍有优良的放电性能,在高温下具有强耐腐蚀性能;全密封防水防潮,无渗漏、无腐蚀,安全环保;具有安全可靠的防爆排气系统,可使蓄电池在非正常使用时,消除由于压力过大造成电池外壳鼓胀的现象。电池容量指标如下表所示。

[0181]

名 称	类型	容量	电压	电池数量及连接方式
车载式风光互补储供电系统	铅酸蓄电池	225Ah	6V	8块 串联
移动式风光互补储供电系统	铅酸蓄电池	100Ah	12V	2块 串联

[0182] (1)车载式风光互补储供电系统设计

[0183] 车载式风光互补储供电系统的功能是实现太阳能、风能的互补充供电,并能提供直流24V和交流220V的输出电压供负载使用。车载式风光互补储供电系统由风力发电装置、太阳能发电装置及机柜两部分组成。太阳能平板下部为机柜,用于安装控制系统,存放蓄电池。在中央太阳能电池板下方,设有一个电池板俯仰角度控制开关,搬动开关,借助人力可对太阳能电池板俯仰角度进行调整。系统撤收时,折叠好的太阳能电池板,垂放于机柜四周。

[0184] 车载式风光互补储供电系统采用8块单晶硅太阳能电池并联作为发电元件,单块输出功率155W,总输出功率1395W;经控制系统进行转换,转换效率计为90%;最终对电池充电功率1255.5W。该系统采用8块、6V、225Ah的铅酸蓄电池串联作为储能元件,在基本照射条件下,充满蓄电池电量60%需要时间,为5.16小时。

[0185] (2)移动式风光互补储供电系统设计

[0186] 移动式风光互补储供电系统的功能是实现太阳能、风能的互补充供电,并能提供直流24V和交流220V的输出电压供负载使用。移动充电系统总体结构由风机和移动推车组成。风机安装后整体高度可达3m左右,太阳能板为可拆卸式放置,取用方便;车体分两层,上层放置充供电控制器,下层放置蓄电池;太阳能电池、风机通过上面板连接座与控制器相连,所有的充电显示及控制开关以及输出电压接口均在前面板上。蓄电池可根据使用者充电要求进行匹配更换,实现给其他车载电瓶充电的目的。

[0187] 移动式风光互补储供电系统采用1块单晶硅太阳能电池作为发电元件,输出功率150W;经控制系统进行转换,转换效率计为90%;最终对电池充电功率135W。该系统采用2块、12V、100Ah的铅酸蓄电池串联作为储能元件,在基本照射条件下,充满蓄电池电量60%需要时间为10.7小时。

[0188] 太阳能板倾角设计

[0189] 太阳能板放置的支架角度是根据武汉地区纬度粗略确定固定太阳能电池板的倾角:纬度 $0^{\circ} \sim 25^{\circ}$,倾角等于纬度;纬度 $26^{\circ} \sim 40^{\circ}$,倾角等于纬度加 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$;纬度 $41^{\circ} \sim 55^{\circ}$,倾角等于纬度加 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$;纬度 $>55^{\circ}$,倾角等于纬度加 $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 。武汉处于北纬 31° ,因此本系统支架倾角为 45° 。

[0190] 市电补充充电设计

[0191] 为实现电瓶充电的多样化,又设计了市电下的充电功能,其显示在面板的右边部

分,可以切换12V或24V的电瓶进行充电,同时显示充电电量。因此本系统既是风光互补储供电系统,又是一个市电的电瓶充电器。

[0192] 4.2第二供电系统结构设计

[0193] 便携式太阳能充电系统由主机、拓展太阳能电池、供电电缆和交流充电电缆组成。

[0194] 主机是便携式太阳能充电电池储能和供电的主体,其内安装有储能电池、电源控制器和多路DC/DC变换电源,主机面板上安装有主体太阳能电池,即单晶硅太阳能电池组件。

[0195] 拓展太阳能电池为SPCA-12.0型柔性非晶硅薄膜太阳能电池。

[0196] 供电电缆和交流充电电缆分别完成便携式太阳能充电电池向外供电和用市电向内充电。

[0197] 综上所述,本发明可提供车载式风光互补储供电系统、移动式风光互补储供电系统和便携式太阳能充电系统三种充电系统供用户选择,三种充电系统体积和充电功率分别为大、中、小三种类型,用户可根据不同使用环境需要,选择合适的充电系统。

[0198] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

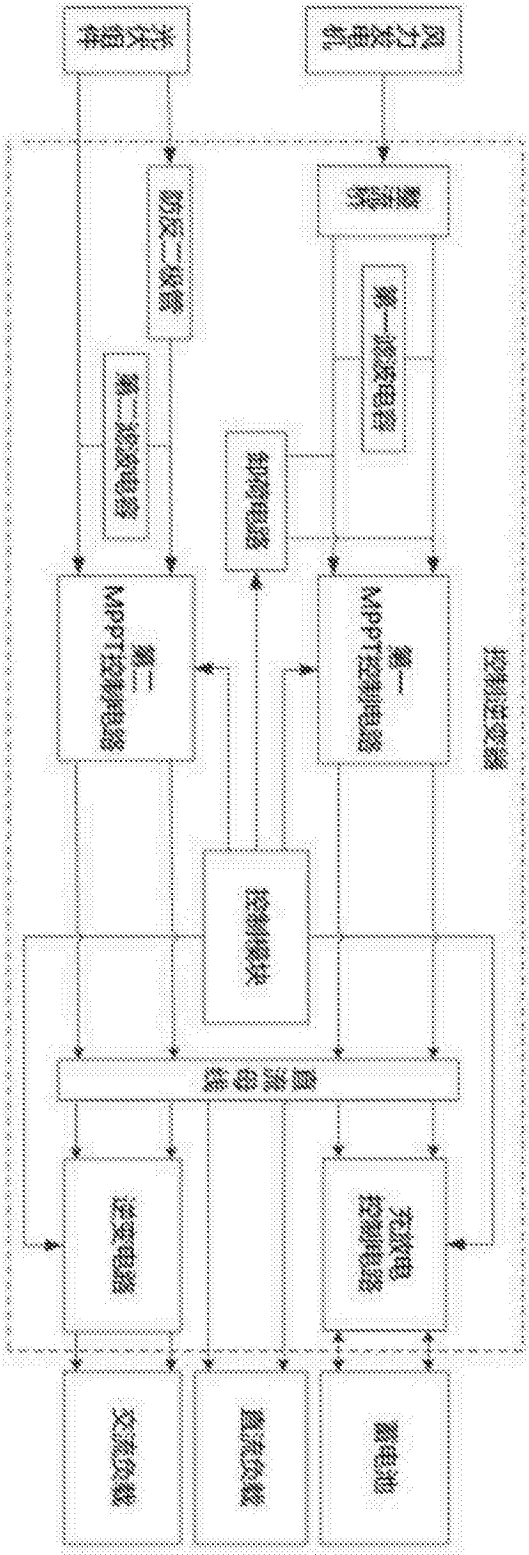


图1

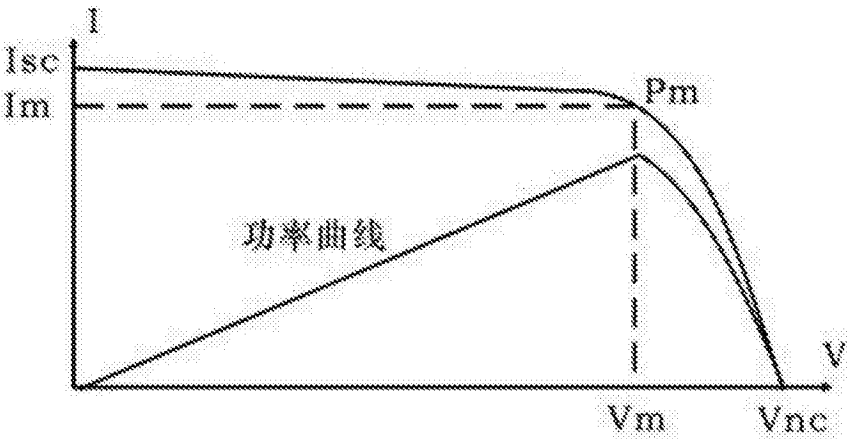


图2

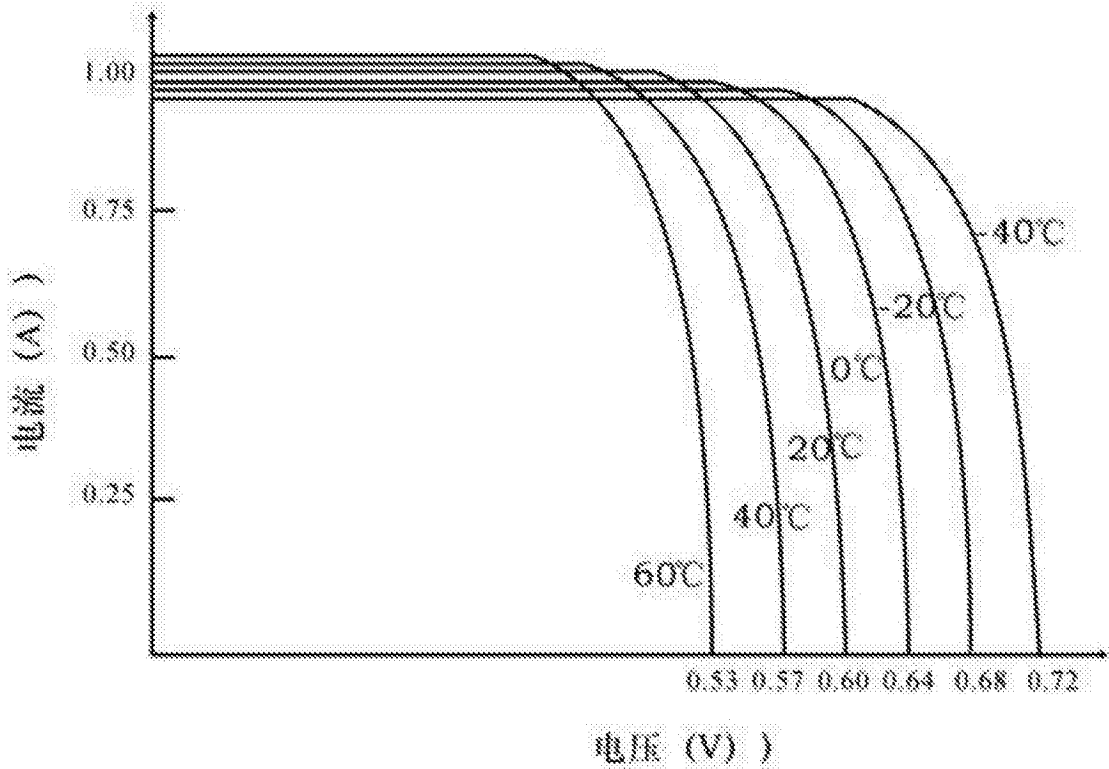


图3

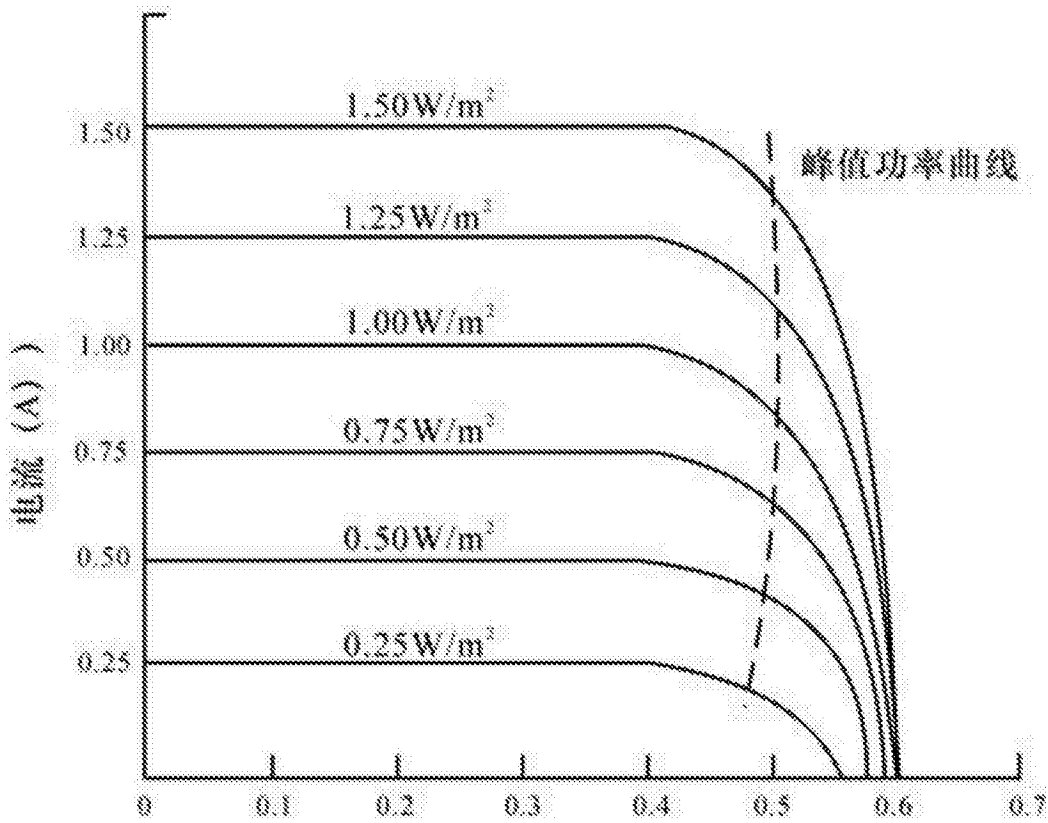


图4

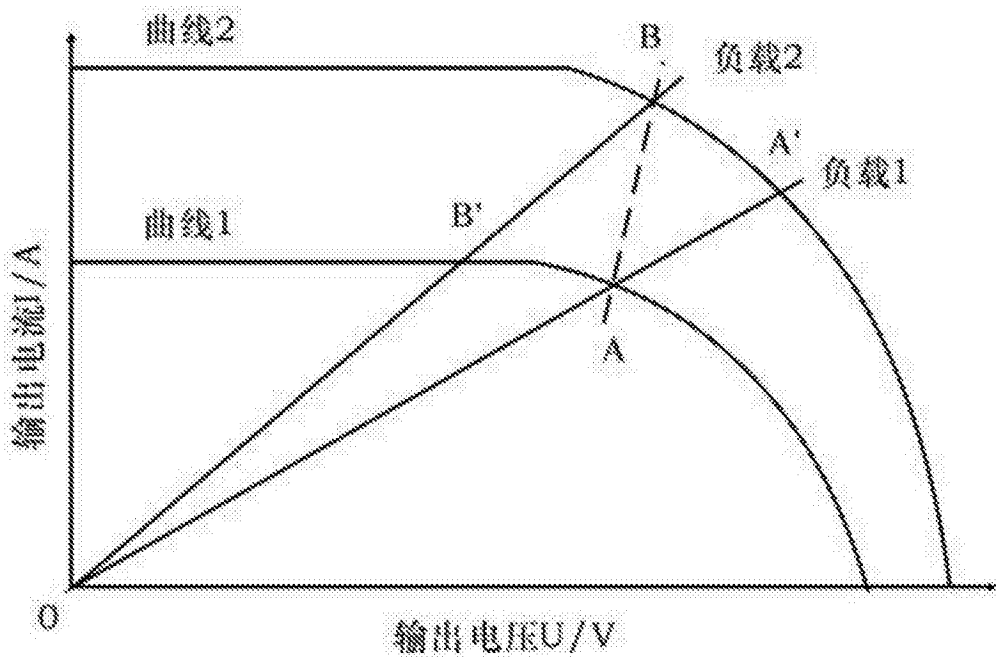


图5

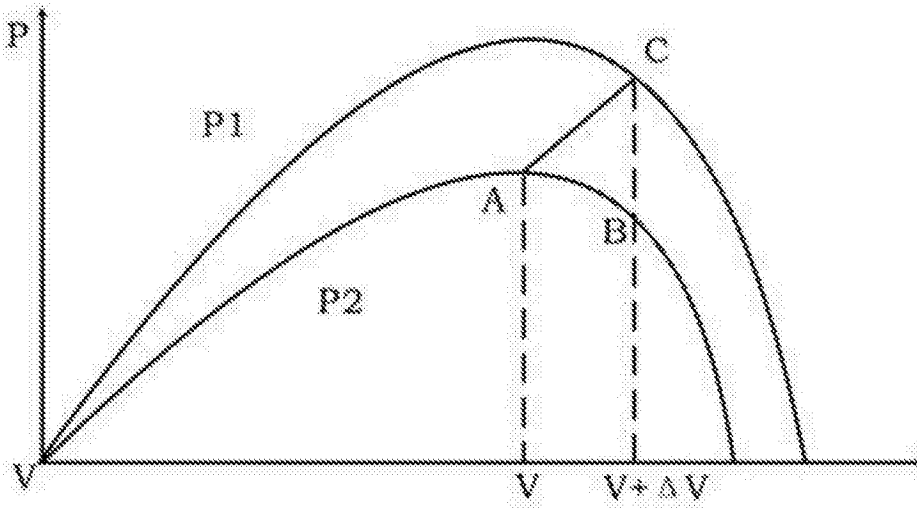


图6

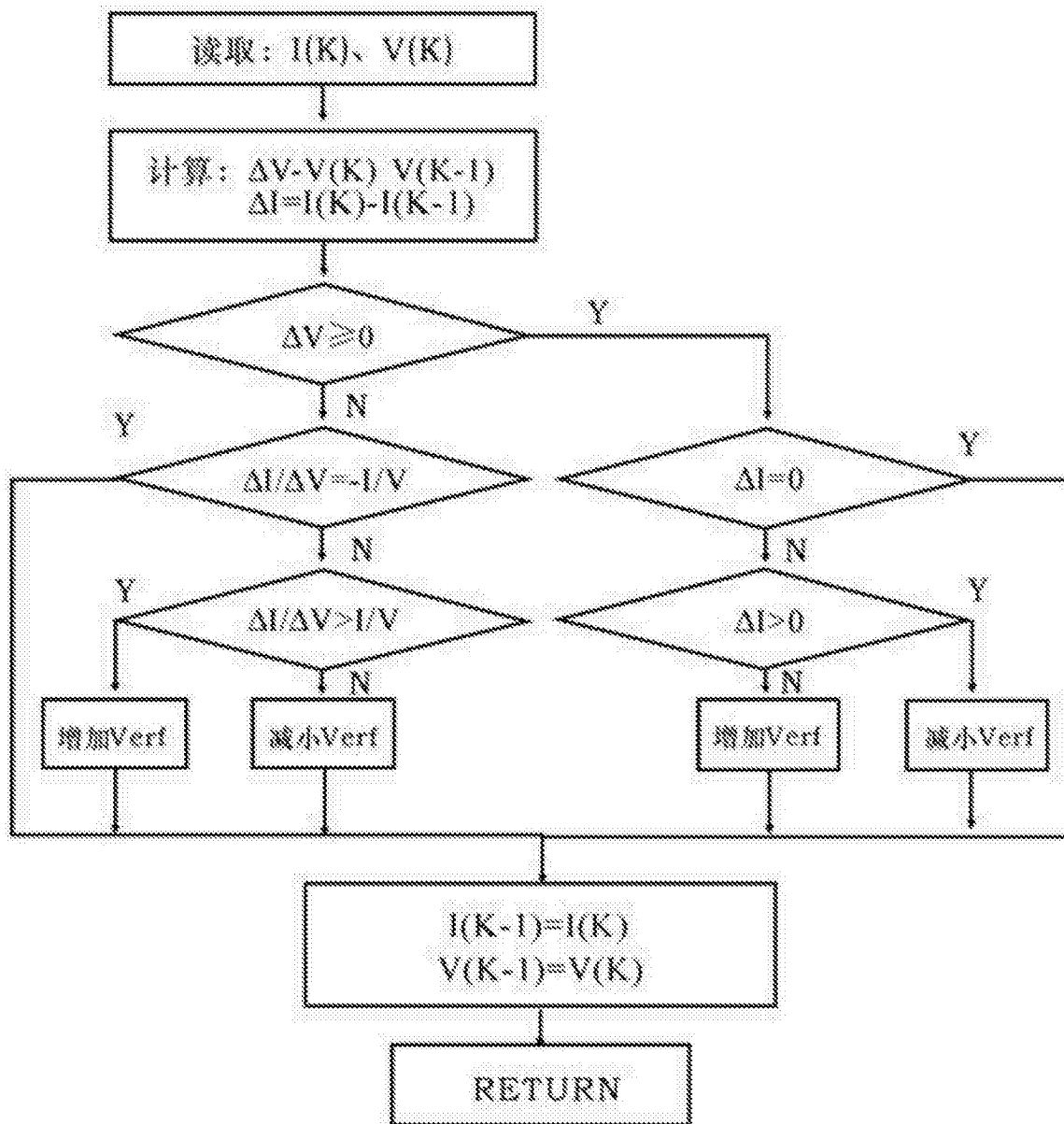


图7

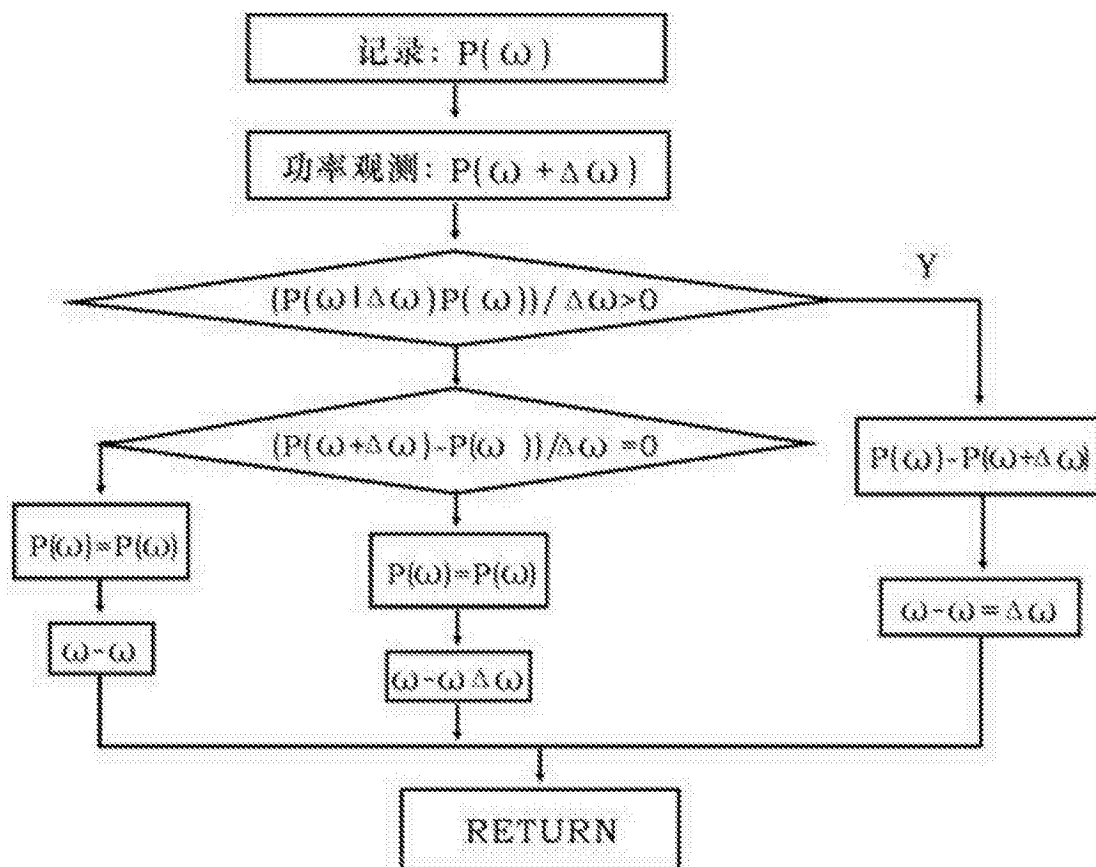


图10

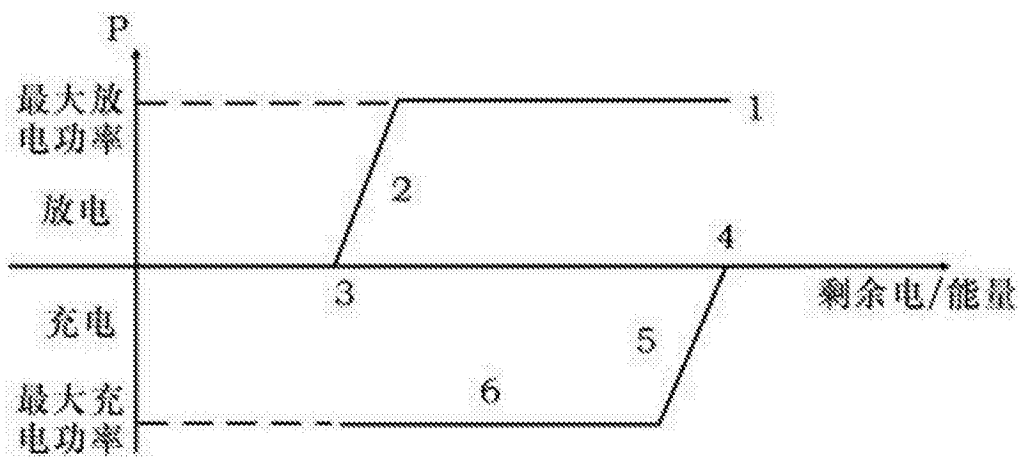


图11

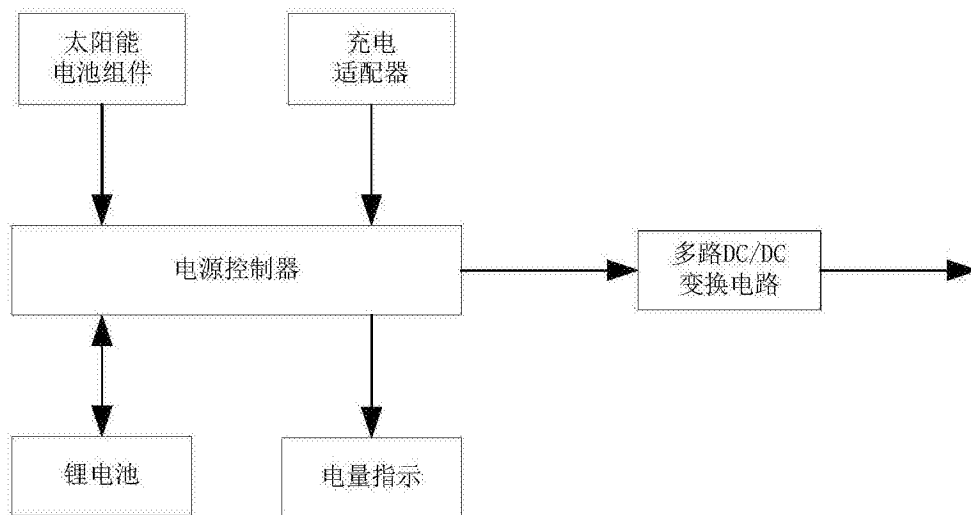


图12

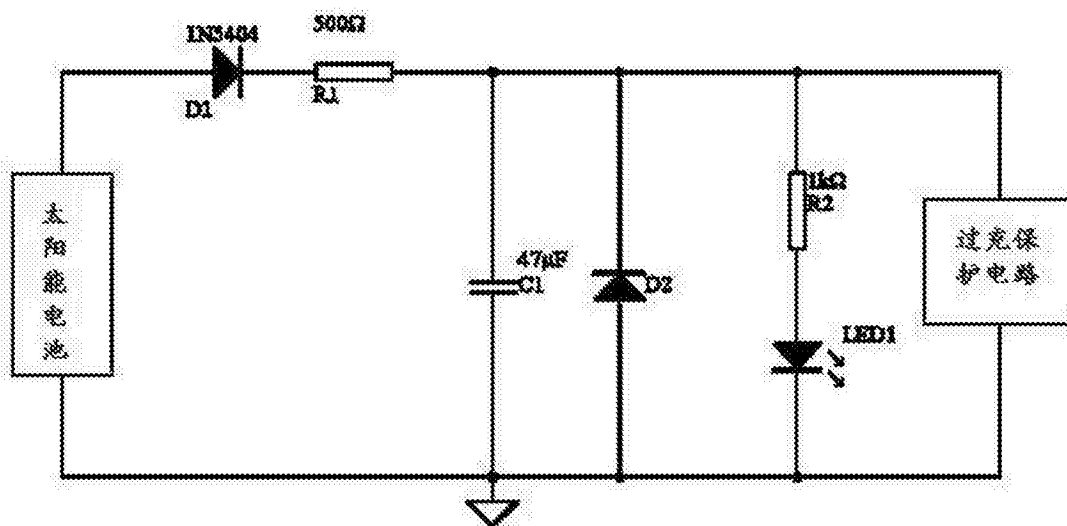


图13

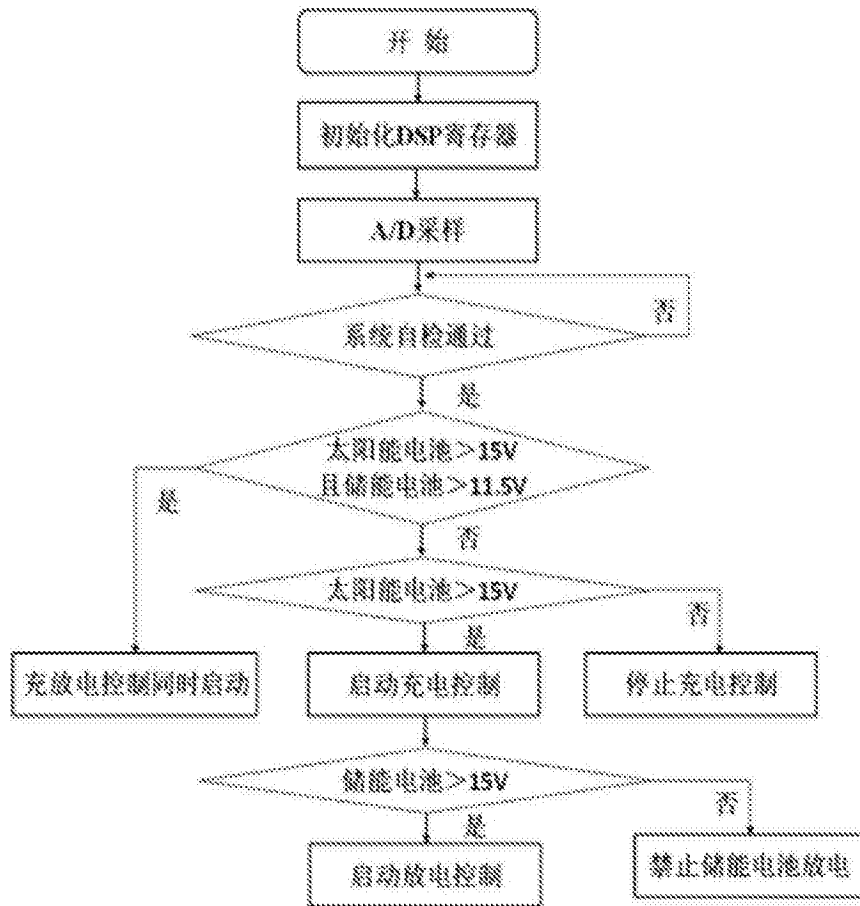


图14