



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103972959 B

(45) 授权公告日 2016.03.30

(21) 申请号 201410174864.5

(22) 申请日 2014.04.29

(73) 专利权人 厦门科华恒盛股份有限公司

地址 361006 福建省厦门市火炬高新区火炬园马垄路 457 号

(72) 发明人 崔福军 陈四雄 游玉香 洪开慧

(74) 专利代理机构 福州元创专利商标代理有限公司 35100

代理人 蔡学俊

(51) Int. Cl.

H02J 7/00(2006.01)

(56) 对比文件

CN 101953017 A,2011.01.19,全文.

US 6433522 B1,2002.08.13,全文.

CN 103036281 A,2013.04.10,全文.

审查员 王鸿

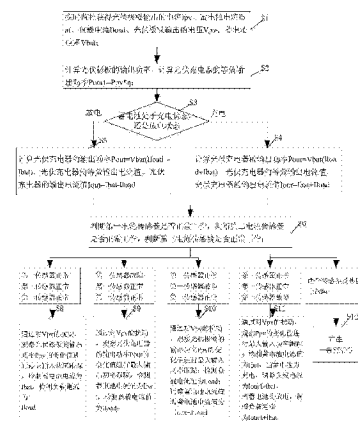
权利要求书3页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

光伏充电器容错控制方法及应用该方法的光伏充电器

(57) 摘要

本发明涉及一种光伏充电器容错控制方法及应用该方法的光伏充电器，该方法通过在某一个电流传感器故障情况下，利用其它电压和电流信息对有故障的电流进行信息重构，保证光伏充电器的正常工作，同时作出故障告警。



1. 一种光伏充电器容错控制方法,其特征在于:按如下步骤实现:

步骤 1:实时监控获得光伏极板输出的电流信号 I_{pv} 、蓄电池电流信号 I_{bat} 、负载电流信号 I_{load} 、光伏极板输出的电压信号 V_{pv} 、蓄电池电压信号 V_{bat} ;其中 I_{pv} 由第一电流传感器采集, I_{bat} 由第二电流传感器采集, I_{load} 由第三电流传感器采集;

步骤 2:计算光伏极板的输出功率 $P_{pv} = V_{pv} \times I_{pv}$,即光伏充电器的输入功率,利用光伏充电器输入输出效率关系和光伏极板的输出电压电流参数计算光伏充电器的等效输出功率 $P_{out1} = P_{pv} \times \eta = V_{pv} \times I_{pv} \times \eta$,其中 η 为光伏充电器的效率;

步骤 3:利用蓄电池电流信号 I_{bat} ,判断蓄电池处于充电状态,还是放电状态,若蓄电池处于充电状态,进入步骤 4,若蓄电池处于放电状态,进入步骤 5;

步骤 4:利用光伏充电器的输出电压电流参数计算光伏充电器的输出功率 $P_{out} = V_{bat} \times (I_{load} + I_{bat})$,利用光伏充电器输入输出效率关系和光伏充电器的输出电压电流参数计算光伏充电器的等效输出电流值 $I_{out1} = P_{out1} / V_{bat}$,即 $I_{out1} = V_{pv} \times I_{pv} \times \eta / V_{bat}$,利用光伏充电器的输出参数计算光伏充电器的输出电流值 $I_{out} = I_{bat} + I_{load}$,其中 η 为光伏充电器的效率,进入步骤 6;

步骤 5:利用光伏充电器的输出电压电流参数计算光伏充电器的输出功率 $P_{out} = V_{bat} \times (I_{load} - I_{bat})$,利用光伏充电器输入输出效率关系和光伏充电器的输出电压电流参数计算光伏充电器的等效输出电流值 $I_{out1} = P_{out1} / V_{bat}$,即 $I_{out1} = V_{pv} \times I_{pv} \times \eta / V_{bat}$,利用光伏充电器的输出参数计算光伏充电器的输出电流值 $I_{out} = I_{load} - I_{bat}$,其中 η 为光伏充电器的效率,进入步骤 6;

步骤 6:判断第一、二、三电流传感器是否正常工作;

步骤 7:当第一至第三电流传感器均正常工作时,则利用扰动观察法,通过对光伏极板的电压 V_{pv} 的扰动,观察光伏极板的输出功率 P_{pv} 的变化值进行最大输入功率跟踪,检测蓄电池电流为 I_{bat} ,检测负载电流为 I_{load} ;

当第一电流传感器故障、第二电流传感器与第三电流传感器正常工作时,则利用扰动观察法,通过对光伏极板的电压 V_{pv} 的扰动,观察光伏充电器的输出功率 P_{out} 的变化值进行最大输出功率跟踪,检测蓄电池电流值为 I_{bat} ,检测负载电流值为 I_{load} ;

当第二电流传感器故障、第一电流传感器与第三电流传感器正常工作时,则利用扰动观察法,通过对光伏极板的电压 V_{pv} 的扰动,观察光伏极板的输出功率 P_{pv} 的变化值进行最大输入功率跟踪;检测负载电流值为 I_{load} ;调整蓄电池电流值为 $|I_{out1} - I_{load}|$,即 $I_{bat} = |V_{pv} \times I_{pv} \times \eta / V_{bat} - I_{load}|$;

当第三电流传感器故障、第一电流传感器与第二电流传感器正常工作时,则利用扰动观察法,通过对光伏极板的电压 V_{pv} 的扰动,观察光伏极板的输出功率 P_{pv} 的变化值进行最大输入功率跟踪;检测蓄电池电流值为 I_{bat} ,当蓄电池为充电状态,调整负载电流为 $I_{out1} - I_{bat}$,当蓄电池为放电状态,调整负载电流为 $I_{out1} + I_{bat}$;

当第一至第三电流传感器出现两个异常时,则产生一告警信号;

其中 η 为光伏充电器的效率。

2. 根据权利要求 1 所述的一种光伏充电器容错控制方法,其特征在于:步骤 6 中,判断第一电流传感器是否正常工作,包括如下步骤:

步骤 S21,若光伏输入电压 $V_{pv} > k \times V_{bat}$,其中 $k > 1$, V_{bat} 为蓄电池电压,进入步骤

S22, 否则结束 ;

步骤 S22, 判断第一电流传感器用于采样光伏极板输出的电流信号 I_{pv} 是否持续一段时间为 0, 若是, 则进入步骤 S23, 否则将第一电流传感器的状态设置为正常工作状态 ;

步骤 S23, 判断光伏充电器的 PWM 驱动信号是否开启, 若光伏充电器的 PWM 驱动信号开启, 将第一电流传感器的状态设置为故障状态, 否则将第一电流传感器的状态设置为正常工作状态。

3. 根据权利要求 1 所述的一种光伏充电器容错控制方法, 其特征在于 : 步骤 6 中, 判断第二电流传感器是否正常工作, 包括如下步骤 :

步骤 S30, 判断第二电流传感器用于采样蓄电池的电流信号 I_{bat} 是否持续一段时间为 0, 若是, 则进入步骤 S31, 否则进入步骤 S37 ;

步骤 S31, 判断光伏充电器的 PWM 驱动信号是否开启, 若光伏充电器的 PWM 驱动信号开启, 则进入步骤 S33, 否则进入步骤 S32 ;

步骤 S32, 判断蓄电池电压 V_{bat} 是否会持续降低, 若蓄电池电压 V_{bat} 持续降低, 则进入步骤 S39 ; 否则进入步骤 S37 ;

步骤 S33, 关闭光伏充电器的 PWM 驱动信号, 进入步骤 S34 ;

步骤 S34, 判断第二电流传感器用于采样蓄电池的电流信号 I_{bat} 是否持续一段时间为 0, 若是, 则进入步骤 S35, 否则, 进入步骤 S36 ;

步骤 S35, 判断蓄电池电压 V_{bat} 是否会持续降低, 若蓄电池电压 V_{bat} 持续降低, 则进入步骤 S38 ; 否则进入步骤 S36 ;

步骤 S36, 打开光伏充电器的 PWM 驱动信号, 进入步骤 S37 ;

步骤 S37, 将第二电流传感器的状态设置为正常工作状态, 并结束 ;

步骤 S38, 打开光伏充电器的 PWM 驱动信号, 进入步骤 S39 ;

步骤 S39, 将第二电流传感器的状态设置为故障状态, 并结束。

4. 根据权利要求 1 所述的一种光伏充电器容错控制方法, 其特征在于 :

步骤 6 中, 判断第三电流传感器是否正常工作, 包括如下步骤 :

步骤 S41, 判断第三电流传感器用于采样蓄电池的电流信号 I_{load} 是否持续一段时间为 0, 若是, 则进入步骤 S42, 否则进入步骤 S47 ;

步骤 S42, 判断光伏充电器的 PWM 驱动信号是否开启, 若光伏充电器的 PWM 驱动信号开启, 则进入步骤 S44, 否则进入步骤 S43 ;

步骤 S43, 判断蓄电池电压 V_{bat} 是否会持续降低, 若蓄电池电压 V_{bat} 持续降低, 则进入步骤 S49 ; 否则进入步骤 S47 ;

步骤 S44, 关闭光伏充电器的 PWM 驱动信号, 进入步骤 S44 ;

步骤 S45, 判断蓄电池电压 V_{bat} 是否会持续降低, 若蓄电池电压 V_{bat} 持续降低, 则进入步骤 S48 ; 否则进入步骤 S46 ;

步骤 S46, 打开光伏充电器的 PWM 驱动信号, 进入步骤 S47 ;

步骤 S47, 将第三电流传感器的状态设置为正常工作状态, 并结束 ;

步骤 S48, 打开光伏充电器的 PWM 驱动信号, 进入步骤 S49 ;

步骤 S49, 将第三电流传感器的状态设置为故障状态, 并结束。

5. 一种采用如权利要求 1 所述的光伏充电器容错控制方法的光伏充电器, 其输出分别

接至蓄电池和直流负载,其特征在于,所述光伏充电器包括 DC/DC 降压变换器、PWM 驱动电路、DSP 处理单元、告警电路、第一电流采样电路、第二电流采样电路、由第三电流采样电路、第一电压采样电路以及第二电压采样电路;其中 DC/DC 降压变换器起着能量转换的作用, PWM 驱动电路连接 DC/DC 降压变换器和 DSP 处理单元;

所述的第一电流采样电路由第一电流传感器和第一采样电路构成,用于采样光伏极板输出的电流信号 I_{pv} ,即光伏充电器输入的电流信号,所述的第一采样电路将第一电流传感器的电流信号转成电压信号输入 DSP 处理单元;

所述的第二电流采样电路由第二电流传感器和第二采样电路构成,用于采样蓄电池电流信号 I_{bat} ,包括电流值和电流方向;第二采样电路将第二电流传感器的电流信号的电流值转换成电压信号输入 DSP 处理单元, DSP 处理单元判断蓄电池处于放电状态还是充电状态;

所述的第三电流采样电路由第三电流传感器和第三采样电路构成,用于采样负载电流信号 I_{load} ,第三采样电路将第三电流传感器的电流信号转成电压信号输入 DSP 处理单元;

所述第一电压采样电路用于采样光伏极板输出的电压信号 V_{pv} ,即光伏充电器输入的电压信号,所述第二电压采样电路用于采样蓄电池电压信号 V_{bat} 。

光伏充电器容错控制方法及应用该方法的光伏充电器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种光伏充电器的控制技术领域,特别涉及一种光伏充电器容错控制方法及应用该方法的光伏充电器。

背景技术

[0002] 光伏充电器是光伏发电设备与储能装置(如蓄电池等)连接的重要设备,起着能量转换和对蓄电池智能管理的作用。光伏充电器通常分为具有 MPPT 功能和不带 MPPT 功能,不带 MPPT 功能的光伏充电器基本是恒压控制模式,对光伏的利用率会偏低,导致能量损失。

[0003] 最大功率跟踪(MPPT:Maxium Power Point Tracking)是光伏系统最重要的功能,保证光伏组件能输出最大功率。常用的 MPPT 算法是扰动观察法(Perturb and Observe),其做法是采集光伏电压和光伏电流,计算光伏功率,每隔一段时间扰动一下光伏电压,观察光伏功率变化,如果功率变大就往刚才扰动的方向继续扰动,如果功率变小,则往相反的方向扰动。MPPT 算法是为了最大效率的利用光伏能量,提高光伏组件的到后备电池和直流设备的转换效率。

[0004] 同时光伏充电器需要对电池实行智能管理,根据后备蓄电池容量配置情况,实时调节充放电电流,防止过充或者过放,造成对电池的损坏,降低电池使用时间;另外光伏充电器需要监控负载输出情况,对光伏充电器超负荷工作,需要及时作出过流告警或者过流保护,不要损害光伏充电器和蓄电池。

[0005] 通常光伏充电器包括三个霍尔电流传感器,分别采样光伏极板输出电流 I_{pv} 、蓄电池电流 I_{bat} 、负载电流 I_{load} ,3 个电流采样值 I_{pv} 、 I_{bat} 、 I_{load} 在控制系统中起着重要的作用,(1)在进行 MPPT 算法时需要用到光伏电压和光伏电流计算光伏功率,如果光伏电流传感器发生故障,则无法得到实际真实功率,无法在进行 MPPT 算法跟踪,导致系统无法充电或者光伏利用率降低的问题。(2)、在充放电过程中,需要根据电池容量的配置情况,需要根据采集的电池电流,通过闭环控制防止电池过充、过放,如果电池电流传感器发生故障,则无法进行电池过充、过放的保护。(3)、实时采集负载输出电流,对负载输出电流进行监控,当输出电流超过系统对输出电流设定范围时,需要告警或者作出相应的保护,如果负载电流传感器发生故障,则无法进行输出过流告警和过流保护。

[0006] 光伏充电器的控制系统的安全性将直接影响太阳能充电系统的正常可靠运行,其中电流传感器的故障问题又是控制系统故障问题不可忽视的一部分,一旦涉及控制系统功能的电流传感器发生故障,将直接导致现有控制系统的不稳定,甚至造成电池或者光伏充电器本身的安全性,因此如何在某个电流传感器发生故障时,及时作出相应措施,保证系统正常运行对太阳能充电控制系统可靠性和安全性具有重要的意义。

发明内容

[0007] 本发明提出了一种光伏充电器容错控制方法,充分考虑了在某一个电流传感器发

生故障时,利用其他电压电流参数进行信息重构,保证系统正常工作,同时作出故障告警。

[0008] 本发明采用以下方案实现:一种光伏充电器容错控制方法,其特征在于:按如下步骤实现:

[0009] 步骤1:实时监控获得光伏极板输出的电流信号 I_{pv} 、蓄电池电流信号 I_{bat} 、负载电流信号 I_{load} 、光伏极板输出的电压信号 V_{pv} 、蓄电池电压信号 V_{bat} ;其中 I_{pv} 由第一电流传感器采集, I_{bat} 由第二电流传感器采集, I_{load} 由第三电流传感器采集;

[0010] 步骤2:计算光伏极板的输出功率 $P_{pv} = V_{pv} \times I_{pv}$,即光伏充电器的输入功率,利用光伏充电器输入输出效率关系和光伏极板的输出电压电流参数计算光伏充电器的等效输出功率 $P_{out1} = P_{pv} \times \eta = V_{pv} \times I_{pv} \times \eta$,其中 η 为光伏充电器的效率;

[0011] 步骤3:利用蓄电池电流信号 I_{bat} ,判断蓄电池处于充电状态,还是放电状态,若蓄电池处于充电状态,进入步骤4,若蓄电池处于放电状态,进入步骤5;

[0012] 步骤4:利用光伏充电器的输出电压电流参数计算光伏充电器的输出功率 $P_{out} = V_{bat} \times (I_{load} + I_{bat})$,利用光伏充电器输入输出效率关系和光伏充电器的输出电压电流参数计算光伏充电器的等效输出电流值 $I_{out1} = P_{out1} / V_{bat}$,即 $I_{out1} = V_{pv} \times I_{pv} \times \eta / V_{bat}$,利用光伏充电器的输出参数计算光伏充电器的输出电流值 $I_{out} = I_{bat} + I_{load}$,其中 η 为光伏充电器的效率,进入步骤6;

[0013] 步骤5:利用光伏充电器的输出电压电流参数计算光伏充电器的输出功率 $P_{out} = V_{bat} \times (I_{load} - I_{bat})$,利用光伏充电器输入输出效率关系和光伏充电器的输出电压电流参数计算光伏充电器的等效输出电流值 $I_{out1} = P_{out1} / V_{bat}$,即 $I_{out1} = V_{pv} \times I_{pv} \times \eta / V_{bat}$,利用光伏充电器的输出参数计算光伏充电器的输出电流值 $I_{out} = I_{load} - I_{bat}$,其中 η 为光伏充电器的效率,进入步骤6;

[0014] 步骤6:判断第一、二、三电流传感器是否正常工作;

[0015] 步骤7:当第一至第三电流传感器均正常工作时,则利用扰动观察法,通过对光伏极板的电压 V_{pv} 的扰动,观察光伏极板的输出功率 P_{pv} 的变化值进行最大输入功率跟踪,检测蓄电池电流为 I_{bat} ,检测负载电流为 I_{load} ;

[0016] 当第一电流传感器故障、第二电流传感器与第三电流传感器正常工作时,则利用扰动观察法,通过对光伏极板的电压 V_{pv} 的扰动,观察光伏充电器的输出功率 P_{out} 的变化值进行最大输出功率跟踪,检测蓄电池电流值为 I_{bat} ,检测负载电流值为 I_{load} ;

[0017] 当第二电流传感器故障、第一电流传感器与第三电流传感器正常工作时,则利用扰动观察法,通过对光伏极板的电压 V_{pv} 的扰动,观察光伏极板的输出功率 P_{pv} 的变化值进行最大输入功率跟踪;检测负载电流值为 I_{load} ;调整蓄电池电流值为蓄电池电流值为 $|I_{out1} - I_{load}|$,即 $I_{bat} = |V_{pv} \times I_{pv} \times \eta / V_{bat} - I_{load}|$;

[0018] 当第三电流传感器故障、第一电流传感器与第二电流传感器正常工作时,则利用扰动观察法,通过对光伏极板的电压 V_{pv} 的扰动,观察光伏极板的输出功率 P_{pv} 的变化值进行最大输入功率跟踪;检测蓄电池电流值为 I_{bat} ,当蓄电池为充电状态,调整负载电流为 $I_{out1} - I_{bat}$,当蓄电池为放电状态,调整负载电流为 $I_{out1} + I_{bat}$;

[0019] 当第一至第三电流传感器出现两个异常时,则产生一告警信号;

[0020] 其中 η 为光伏充电器的效率。

[0021] 在本发明一实施例中,所述步骤6中,判断第一电流传感器是否正常工作,包括如

下步骤：

[0022] 步骤 S21,若光伏输入电压 $V_{pv} > k \times V_{bat}$,其中 $k > 1$, V_{bat} 为蓄电池电压,进入步骤 S22,否则结束；

[0023] 步骤 S22,判断第一电流传感器用于采样光伏极板输出的电流信号 I_{pv} 是否持续一段时间为 0,若是,则进入步骤 S23,否则将第一电流传感器的状态设置为正常工作状态；

[0024] 步骤 S23,判断光伏充电器的 PWM 驱动信号是否开启,若光伏充电器的 PWM 驱动信号开启,将第一电流传感器的状态设置为故障状态,否则将第一电流传感器的状态设置为正常工作状态。

[0025] 在本发明一实施例中,所述步骤 6 中,判断第二电流传感器是否正常工作,包括如下步骤：

[0026] 步骤 S30,判断第二电流传感器用于采样蓄电池的电流信号 I_{bat} 是否持续一段时间为 0,若是,则进入步骤 S31,否则进入步骤 S37；

[0027] 步骤 S31,判断光伏充电器的 PWM 驱动信号是否开启,若光伏充电器的 PWM 驱动信号开启,则进入步骤 S33,否则进入步骤 S32；

[0028] 步骤 S32,判断蓄电池电压 V_{bat} 是否会持续降低,若蓄电池电压 V_{bat} 持续降低,则进入步骤 S39 ;否则进入步骤 S37；

[0029] 步骤 S33,关闭光伏充电器的 PWM 驱动信号,进入步骤 S34；

[0030] 步骤 S34,判断第二电流传感器用于采样蓄电池的电流信号 I_{bat} 是否持续一段时间为 0,若是,则进入步骤 S35,否则,进入步骤 S36；

[0031] 步骤 S35,判断蓄电池电压 V_{bat} 是否会持续降低,若蓄电池电压 V_{bat} 持续降低,则进入步骤 S38 ;否则进入步骤 S36；

[0032] 步骤 S36,打开光伏充电器的 PWM 驱动信号,进入步骤 S37；

[0033] 步骤 S37,将第二电流传感器的状态设置为正常工作状态,并结束；

[0034] 步骤 S38,打开光伏充电器的 PWM 驱动信号,进入步骤 S39；

[0035] 步骤 S39,将第二电流传感器的状态设置为故障状态,并结束。

[0036] 在本发明一实施例中,所述步骤 6 中,判断第三电流传感器是否正常工作,包括如下步骤：

[0037] 步骤 S41,判断第三电流传感器用于采样蓄电池的电流信号 I_{load} 是否持续一段时间为 0,若是,则进入步骤 S42,否则进入步骤 S47；

[0038] 步骤 S42,判断光伏充电器的 PWM 驱动信号是否开启,若光伏充电器的 PWM 驱动信号开启,则进入步骤 S44,否则进入步骤 S43；

[0039] 步骤 S43,判断蓄电池电压 V_{bat} 是否会持续降低,若蓄电池电压 V_{bat} 持续降低,则进入步骤 S49 ;否则进入步骤 S47；

[0040] 步骤 S44,关闭光伏充电器的 PWM 驱动信号,进入步骤 S44

[0041] 步骤 S45,判断蓄电池电压 V_{bat} 是否会持续降低,若蓄电池电压 V_{bat} 持续降低,则进入步骤 S48 ;否则进入步骤 S46；

[0042] 步骤 S46,打开光伏充电器的 PWM 驱动信号,进入步骤 S47；

[0043] 步骤 S47,将第三电流传感器的状态设置为正常工作状态,并结束；

[0044] 步骤 S48,打开光伏充电器的 PWM 驱动信号,进入步骤 S49；

[0045] 步骤 S49,将第三电流传感器的状态设置为故障状态,并结束。

[0046] 本发明的另一目的是提供一种采用上述方法的光伏充电器装置,其输出分别接至蓄电池和直流负载,其特征在于,所述光伏充电器装置包括 DC/DC 降压变换器、PWM 驱动电路、DSP 处理单元、告警电路、第一电流采样电路、第二电流采样电路、由第三电流采样电路、第一电压采样电路以及第二电压采样电路;其中 DC/DC 降压变换器起着能量转换的作用,PWM 驱动电路连接 DC/DC 降压变换器和 DSP 处理单元;

[0047] 所述的第一电流采样电路由第一电流传感器和第一采样电路构成,用于采样光伏极板输出的电流信号 I_{pv} ,即光伏充电器输入的电流信号,所述的第一采样电路将第一电流传感器的电流信号转成电压信号输入 DSP 处理单元;

[0048] 所述的第二电流采样电路由第二电流传感器和第二采样电路构成,用于采样蓄电池电流信号 I_{bat} ,包括电流值和电流方向;第二采样电路将第二电流传感器的电流信号的电流值转换成电压信号输入 DSP 处理单元,DSP 处理单元识判断蓄电池处于放电状态还是充电状态;

[0049] 所述的第三电流采样电路由第三电流传感器和第三采样电路构成,用于采样负载电流信号 I_{load} ,第三采样电路将第三电流传感器的电流信号转成电压信号输入 DSP 处理单元;

[0050] 所述第一电压采样电路用于采样光伏极板输出的电压信号 V_{pv} ,即光伏充电器输入的电压信号,所述第二电压采样电路用于采样蓄电池电压信号 V_{bat} 。

[0051] 与现有技术相比,本发明的有益效果在于:

[0052] (1)、当第一电流传感器发生故障,光伏充电器将无法进行最大输入功率跟踪,利用负载电流 I_{load} 、蓄电池电流 I_{bat} 和蓄电池电压 V_{bat} 进行计算得到光伏充电器输出功率 $P_{out} = V_{bat} \times (I_{load} + I_{bat})$ 或 $P_{out} = V_{bat} \times (I_{load} - I_{bat})$,利用扰动观察法通过对光伏极板电压 V_{pv} 的扰动,观察输出功率的变化,从而保证最大功率跟踪算法的实现,保证最大限度的利用光伏能量。

[0053] (2)、当第二电流传感器发生故障时,利用光伏极板输出的电压信号 V_{pv} 、光伏极板输出的电流信号 I_{pv} 计算的光伏充电器的输入功率和 DC/DC 降压变换器的转换效率得出输出功率,在利用蓄电池电压得出输出电流,通过和负载电流进行比较,得出电池的充放电状态及其电池电流,进行闭环控制,防止电池过充或过放。

[0054] (3)、当负载电流传感器发生故障时,利用光伏电压、光伏电流计算的光伏功率和 DC/DC 降压变换器的转换效率得出输出功率,在利用蓄电池电压得出输出电流,和已知的电池充放电状态和电池电流,计算得到负载电流,保证对负载电流进行监控,对输出过流实时进行过流告警或者过流保护。

附图说明

[0055] 图 1 为本发明一种光伏充电器的容错控制方法的流程示意图;

[0056] 图 2 为判断第一电流传感器是否正常工作的流程示意图;

[0057] 图 3 为判断第二电流传感器是否正常工作的流程示意图;

[0058] 图 4 为判断第三电流传感器是否正常工作的流程示意图;

[0059] 图 5 是本发明一种光伏充电器原理框图。

具体实施方式

[0060] 为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下将通过具体实施例和相关附图,对本发明的实施做进一步阐述。

[0061] 请参见图 1,本实施例一种光伏充电器容错控制方法,包括如下步骤:

[0062] 步骤 1:实时监控获得光伏极板输出的电流信号 I_{pv} 、蓄电池电流信号 I_{bat} 、负载电流信号 I_{load} 、光伏极板输出的电压信号 V_{pv} 、蓄电池电压信号 V_{bat} ;

[0063] 步骤 2:计算光伏极板的输出功率 $P_{pv} = V_{pv} \times I_{pv}$,即光伏充电器的输入功率,利用光伏充电器输入输出效率关系和光伏极板的输出电压电流参数计算光伏充电器的等效输出功率 $P_{out1} = P_{pv} \times \eta = V_{pv} \times I_{pv} \times \eta$;

[0064] 步骤 3:利用蓄电池电流信号 I_{bat} ,判断蓄电池处于充电状态,还是放电状态,若蓄电池处于充电状态,进入步骤 4,若蓄电池处于放电状态,进入步骤 5;

[0065] 步骤 4:利用光伏充电器的输出电压电流参数计算光伏充电器的输出功率 $P_{out} = V_{bat} \times (I_{load} + I_{bat})$,利用光伏充电器输入输出效率关系和光伏充电器的输出电压电流参数计算光伏充电器的等效输出电流值 $I_{out1} = P_{out1} / V_{bat}$,即 $I_{out1} = V_{pv} \times I_{pv} \times \eta / V_{bat}$,利用光伏充电器的输出参数计算光伏充电器的输出电流值 $I_{out} = I_{bat} + I_{load}$,其中 η 为光伏充电器的效率,进入步骤 6;

[0066] 步骤 5:利用光伏充电器的输出电压电流参数计算光伏充电器的输出功率 $P_{out} = V_{bat} \times (I_{load} - I_{bat})$,利用光伏充电器输入输出效率关系和光伏充电器的输出电压电流参数计算光伏充电器的等效输出电流值 $I_{out1} = P_{out1} / V_{bat}$,即 $I_{out1} = V_{pv} \times I_{pv} \times \eta \div V_{bat}$,利用光伏充电器的输出参数计算光伏充电器的输出电流值 $I_{out} = I_{load} - I_{bat}$,其中 η 为光伏充电器的效率,进入步骤 6;

[0067] 步骤 6:判断第一电流传感器是否正常工作,判断第二电流传感器是否正常工作,判断第三电流传感器是否正常工作;

[0068] 步骤 7:当第一至第三电流传感器均正常工作时,进入步骤 8,当第一电流传感器故障、第二电流传感器与第三电流传感器正常工作时,则进入步骤 9;

[0069] 当第二电流传感器故障、第一电流传感器与第三电流传感器正常工作时,则进入步骤 10;

[0070] 当第三电流传感器故障、第一电流传感器与第二电流传感器正常工作时,则进入步骤 11;

[0071] 当第一至第三电流传感器出现两个异常时,则进入步骤 12;

[0072] 步骤 8:利用扰动观察法,通过对光伏极板的电压 V_{pv} 的扰动,观察光伏极板的输出功率 P_{pv} 的变化值进行最大输入功率跟踪,检测蓄电池电流为 I_{bat} ,检测负载电流为 I_{load} ;

[0073] 步骤 9:利用扰动观察法,通过对光伏极板的电压 V_{pv} 的扰动,观察光伏充电器的输出功率 P_{out} 的变化值进行最大输出功率跟踪,检测蓄电池电流值为 I_{bat} ,检测负载电流值为 I_{load} ;

[0074] 步骤 10,利用扰动观察法,通过对光伏极板的电压 V_{pv} 的扰动,观察光伏极板的输出功率 P_{pv} 的变化值进行最大输入功率跟踪;检测负载电流值为 I_{load} ;调整蓄电池电流值

为 $|I_{out1}-I_{load}|$, 即 $I_{bat} = |V_{pv} \times I_{pv} \times \eta / V_{bat} - I_{load}|$;

[0075] 步骤 11, 利用扰动观察法, 通过对光伏极板的电压 V_{pv} 的扰动, 观察光伏极板的输出功率 P_{pv} 的变化值进行最大输入功率跟踪; 检测蓄电池电流值为 I_{bat} , 当蓄电池为充电状态, 调整负载电流为 $I_{out1}-I_{bat}$, 当蓄电池为放电状态, 调整负载电流为 $I_{out1}+I_{bat}$;

[0076] 步骤 12: 产生一告警信号;

[0077] 其中 η 为光伏充电器的效率。

[0078] 本发明的电流传感器故障一般指电流传感器断路, 例如信号采集线断路或者传感器供电电源断路导致采集的电流为 0。

[0079] 请参见图 2, 图 2 为判断第一电流传感器是否正常工作的流程示意图, 其中, 步骤 S6 中判断第一电流传感器是否正常工作, 按如下步骤 S21 至步骤 S25:

[0080] 步骤 S21, 若光伏输入电压 $V_{pv} > k \times V_{bat}$, 其中 $k > 1$, V_{bat} 为蓄电池电压, 进入步骤 S22, 否则结束;

[0081] 步骤 S22, 判断第一电流传感器用于采样光伏极板输出的电流信号 I_{pv} 是否持续一段时间为 0, 若是, 则进入步骤 S23, 否则进入步骤 25;

[0082] 步骤 S23, 判断光伏充电器的 PWM 驱动信号是否开启, 若光伏充电器的 PWM 驱动信号开启, 进入步骤 S24, 否则进入步骤 S25

[0083] 步骤 S24, 将第一电流传感器的状态设置为故障状态, 并结束;

[0084] 步骤 S25, 将第一电流传感器的状态设置为正常工作状态, 并结束;

[0085] 请参见图 3, 图 3 为判断第二电流传感器是否正常工作的流程示意图, 其中, 步骤 6 中, 判断第二电流传感器是否正常工作, 按如下步骤 S30 至步骤 S39:

[0086] 步骤 S30, 判断第二电流传感器用于采样蓄电池的电流信号 I_{bat} 是否持续一段时间 (本实施例优选 5min) 为 0, 若是, 则进入步骤 S31, 否则进入步骤 S37;

[0087] 步骤 S31, 判断光伏充电器的 PWM 驱动信号是否开启, 若光伏充电器的 PWM 驱动信号开启, 则进入步骤 S33, 否则进入步骤 S32;

[0088] 步骤 S32, 判断蓄电池电压 V_{bat} 是否会持续降低, 若蓄电池电压 V_{bat} 持续降低, 则进入步骤 S39; 否则进入步骤 S37;

[0089] 步骤 S33, 关闭光伏充电器的 PWM 驱动信号, 进入步骤 S34;

[0090] 步骤 S34, 判断第二电流传感器用于采样蓄电池的电流信号 I_{bat} 是否持续一段时间 (本实施例优选 30s) 为 0, 若是, 则进入步骤 S35, 否则, 进入步骤 S36;

[0091] 步骤 S35, 判断蓄电池电压 V_{bat} 是否会持续降低, 若蓄电池电压 V_{bat} 持续降低, 则进入步骤 S38; 否则进入步骤 S36;

[0092] 步骤 S36, 打开光伏充电器的 PWM 驱动信号, 进入步骤 S37;

[0093] 步骤 S37, 将第二电流传感器的状态设置为正常工作状态, 并结束;

[0094] 步骤 S38, 打开光伏充电器的 PWM 驱动信号, 进入步骤 S39;

[0095] 步骤 S39, 将第二电流传感器的状态设置为故障状态, 并结束;

[0096] 请参见图 4, 图 4 为判断第三电流传感器是否正常工作的流程示意图; 其中, 步骤 6 中, 判断第三电流传感器是否正常工作, 按如下步骤 S41 至步骤 S49: 第三电流传感器异常判断过程, 如以下步骤实现:

[0097] 步骤 S41, 判断第三电流传感器用于采样蓄电池的电流信号 I_{load} 是否持续一段

时间（本实施例优选 5min）为 0，若是，则进入步骤 S42，否则进入步骤 S47；

[0098] 步骤 S42，判断光伏充电器的 PWM 驱动信号是否开启，若光伏充电器的 PWM 驱动信号开启，则进入步骤 S44，否则进入步骤 S43；

[0099] 步骤 S43，判断蓄电池电压 V_{bat} 是否会持续降低，若蓄电池电压 V_{bat} 持续降低，则进入步骤 S49；否则进入步骤 S47；

[0100] 步骤 S44，关闭光伏充电器的 PWM 驱动信号，进入步骤 S44；

[0101] 步骤 S45，判断蓄电池电压 V_{bat} 是否会持续降低，若蓄电池电压 V_{bat} 持续降低，则进入步骤 S48；否则进入步骤 S46；

[0102] 步骤 S46，打开光伏充电器的 PWM 驱动信号，进入步骤 S47；

[0103] 步骤 S47，将第三电流传感器的状态设置为正常工作状态，并结束；

[0104] 步骤 S48，打开光伏充电器的 PWM 驱动信号，进入步骤 S49；

[0105] 步骤 S49，将第三电流传感器的状态设置为故障状态，并结束；

[0106] 请参见图 5，图 5 是本发明采用上述方法的光伏充电器原理框图，该光伏充电器通常带 MPPT 功能的光伏充电器 1 的输入接至光伏极板 0，所述光伏充电器 1 的输出分别接至蓄电池 2 和直流负载 3，所述光伏充电器 1 包括 DC/DC 降压变换器 11、PWM 驱动电路 12、DSP 处理单元 13、告警电路 14，其中 DC/DC 降压变换器 11 起着能量转换的作用，转换效率为（也称光伏充电器的效率），PWM 驱动电路 12 连接 DC/DC 降压变换器 11 和 DSP 处理单元 13；DSP 处理单元 13 采集光伏电压 V_{pv} 和光伏电流 I_{pv} 进行最大输入功率跟踪（MPPT）算法，尽可能的提高光伏极板利用率；DSP 处理单元 13 采集蓄电池电压 V_{bat} 和蓄电池电流 I_{bat} ，进行电池充放电管理，防止电池过压、欠压、过充、过放等；DSP 处理单元 13 采集负载电流 I_{load} ，进行输出过流告警或者过流保护等功能。

[0107] 光伏充电器 1 还包括由第一电流采样电路 101、第二电流采样电路 102、第三电流采样电路 103、第一电压采样电路 104、第二电压采样电路 105；

[0108] 所述的第一电流采样电路 101 由第一电流传感器和第一采样电路构成，用于采样光伏极板输出的电流信号 I_{pv} ，即光伏充电器输入的电流信号，所述的第一采样电路将第一电流传感器的电流信号转成电压信号输入 DSP 处理单元 13；

[0109] 所述的第二电流采样电路 102 由第二电流传感器和第二采样电路构成，用于采样蓄电池电流信号 I_{bat} ，包括电流值和电流方向，第二采样电路将第二电流传感器的电流信号的电流值转换成电压信号输入 DSP 处理单元 13，DSP 处理单元 13 识判断蓄电池处于放电状态还是充电状态；

[0110] 所述的第三电流采样电路 103 由第三电流传感器和第三采样电路构成，用于采样负载电流信号 I_{load} ，第三采样电路将第三电流传感器的电流信号转成电压信号输入 DSP 处理单元 13；

[0111] 所述第一电压采样电路 104 用于采样光伏极板输出的电压信号 V_{pv} ，即光伏充电器输入的电压信号，所述第二电压采样电路 105 用于采样蓄电池电压信号 V_{bat} ，值得一提的是，本实施例中通过 DSP 处理单元实现采集信号的处理与指令的控制，其按照上述方法即可在某一个电流传感器发生故障时，利用其他电压电流参数进行信息重构，保证系统正常工作，同时作出故障告警。

[0112] 上列较佳实施例，对本发明的目的、技术方案和优点进行了进一步详细说明，所应

理解的是,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,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。

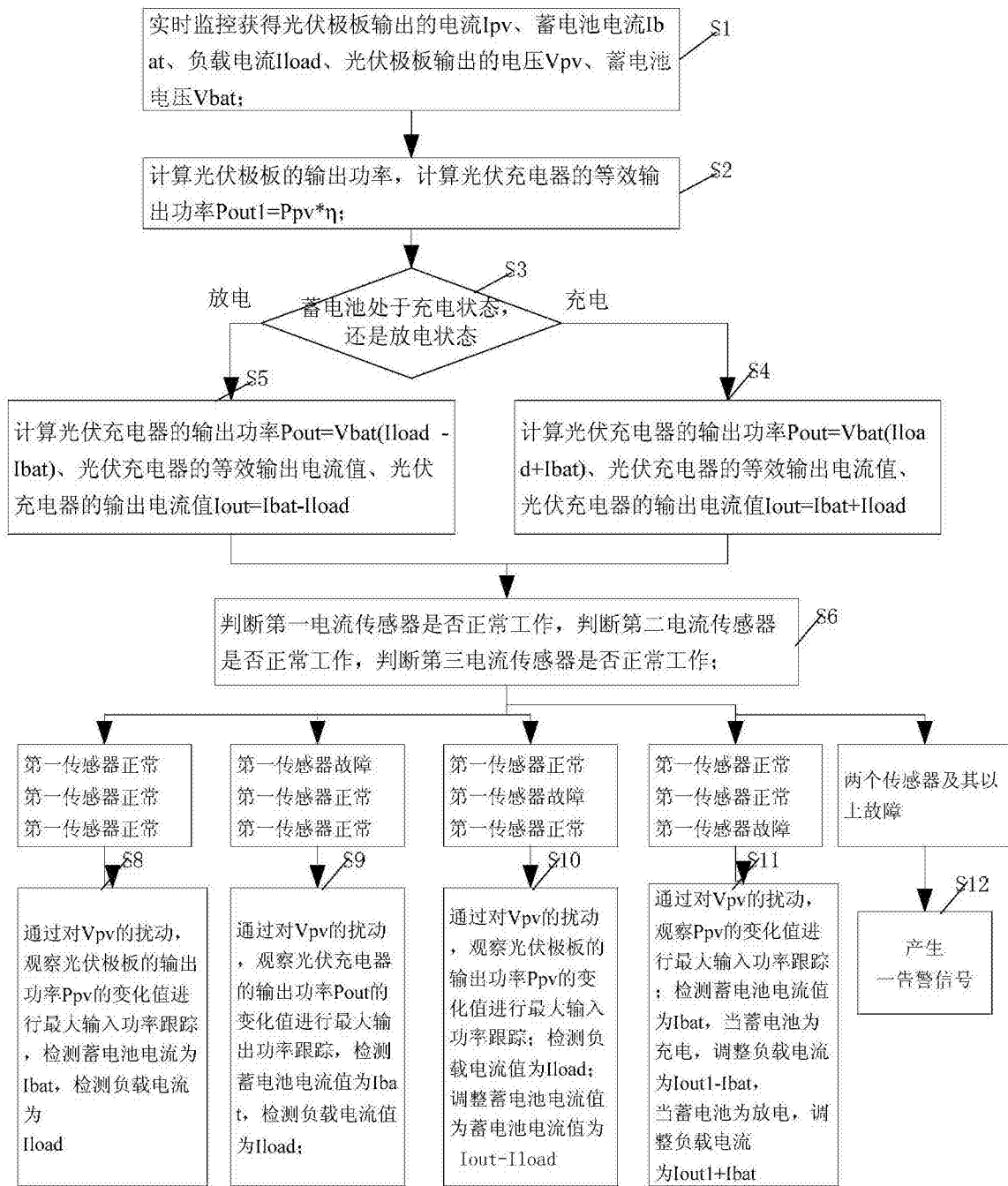


图 1

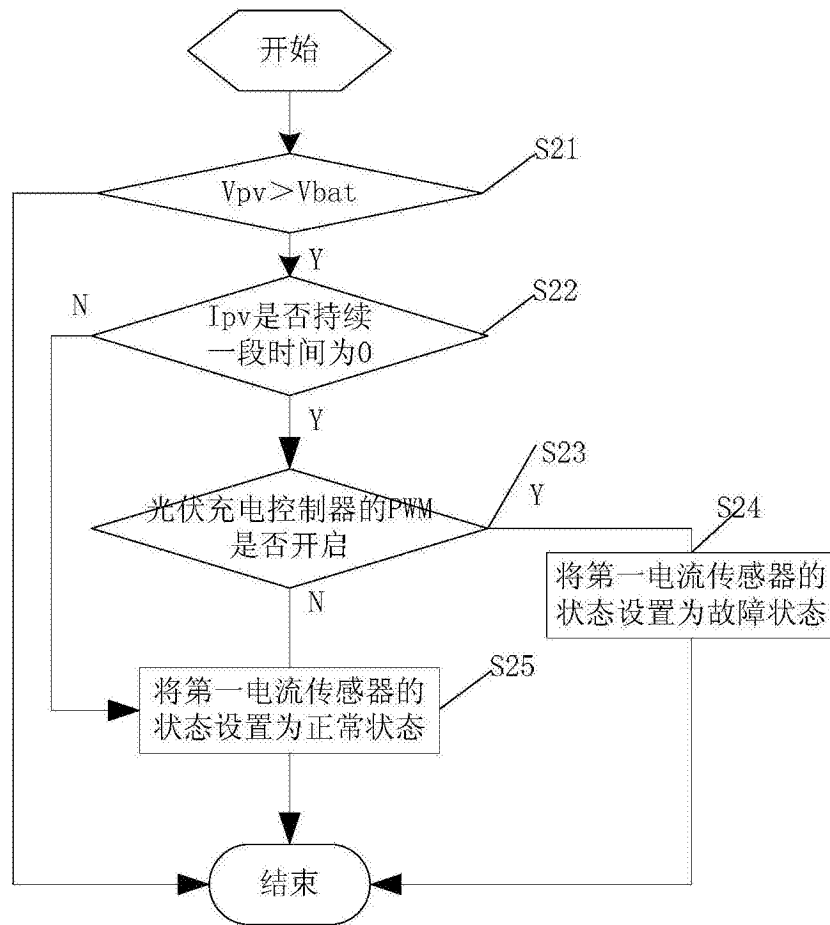


图 2

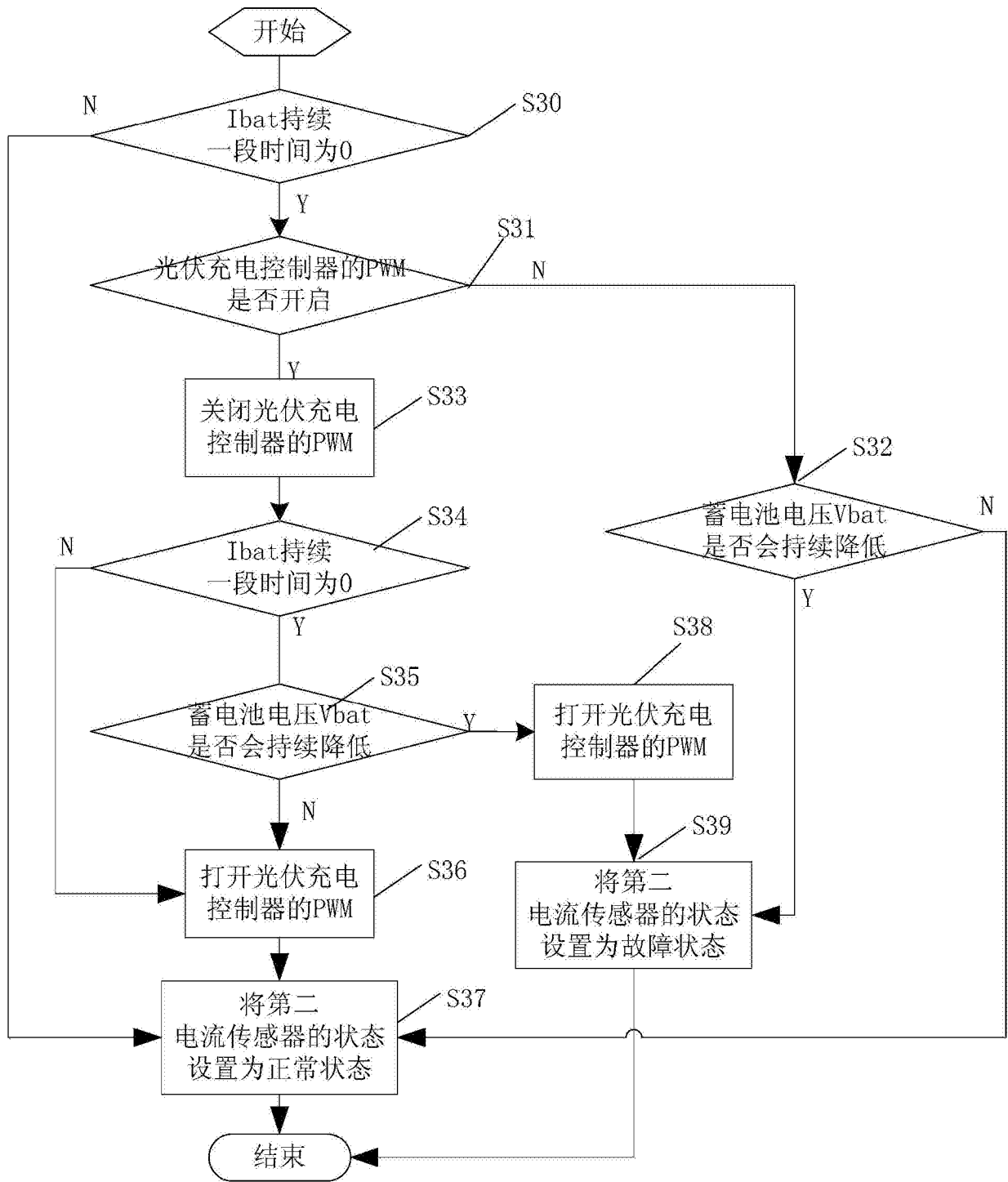


图 3

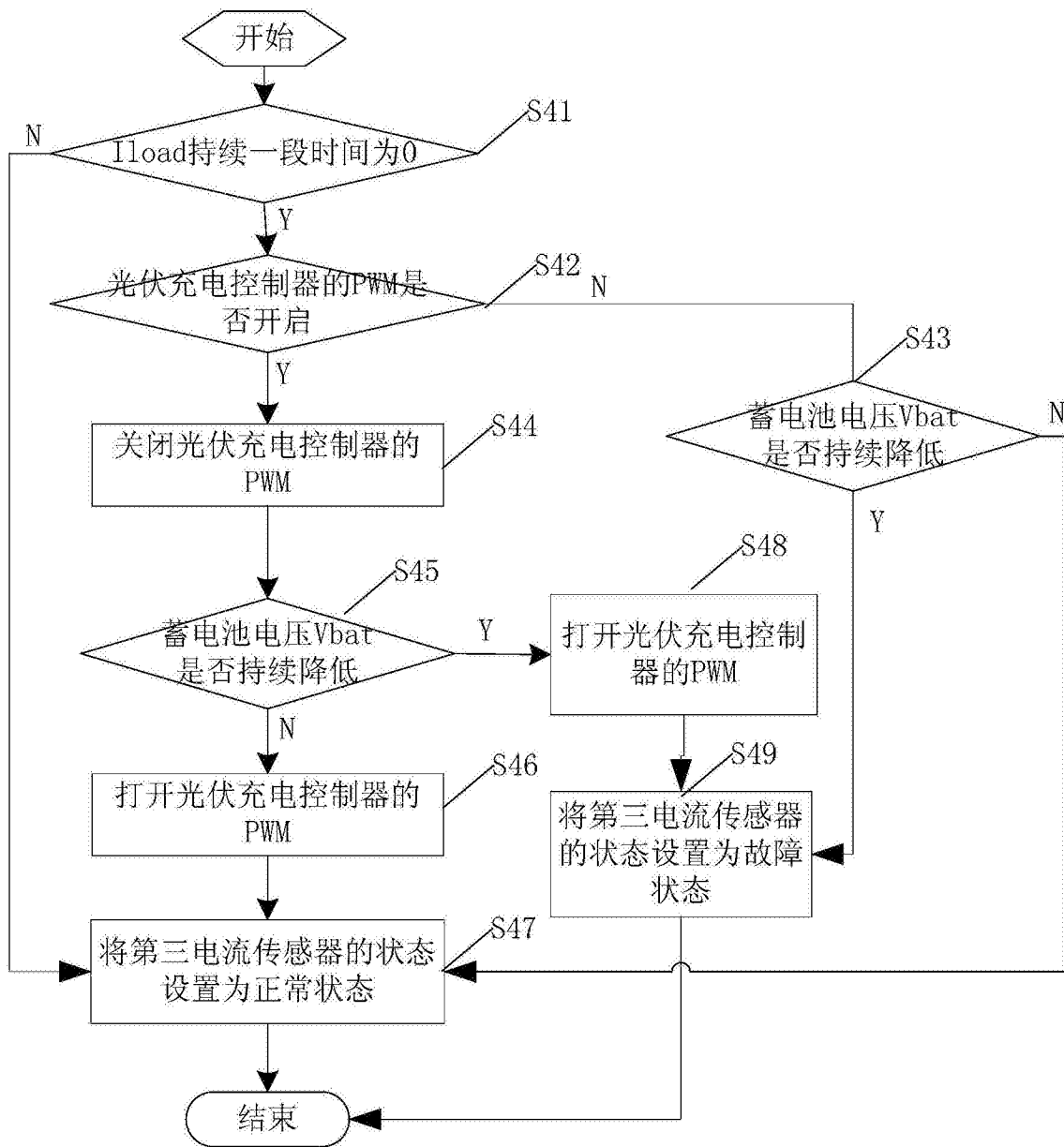


图 4

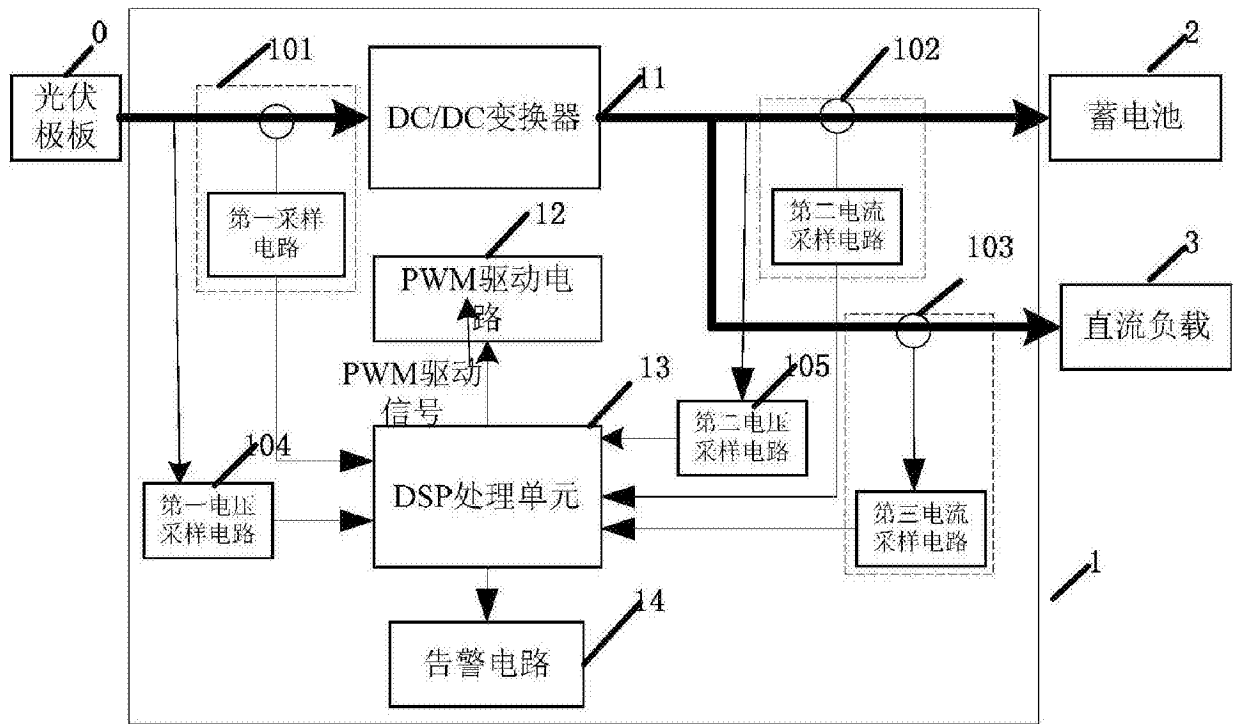


图 5