



[12] 实用新型专利说明书

[21] ZL 专利号 200320131510. X

[45] 授权公告日 2005 年 1 月 19 日

[11] 授权公告号 CN 2672938Y

[22] 申请日 2003. 12. 29

[21] 申请号 200320131510. X

[73] 专利权人 中国科学院电工研究所

地址 100080 北京市海淀区中关村北二条 6 号

[72] 设计人 武 鑫 赵 斌 许洪华 江燕兴
刘光启

[74] 专利代理机构 北京科迪生专利代理有限责任
公司

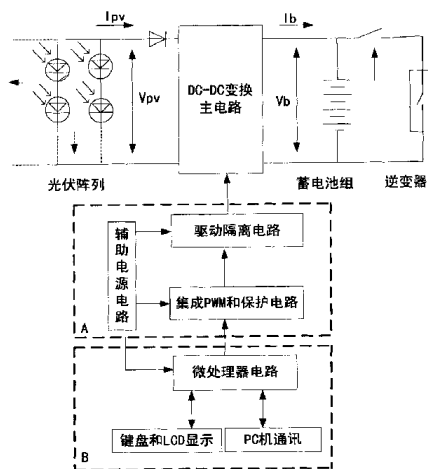
代理人 刘秀娟 关 玲

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 4 页

[54] 实用新型名称 一种独立运行太阳能光伏电站
控制器

[57] 摘要

一种独立运行太阳能光伏电站控制器，由主电路和控制驱动电路两部分组成：主电路采用 DC - DC 变换电路，控制驱动电路采用模拟和数字混合电路，模拟部分实现主电路的驱动和保护，数字部分则实现充电管理算法，在此充电过程中实现最大功率跟踪技术，由充电算法给出模拟部分的驱动信号。同时本实用新型具有液晶显示和键盘操作以及通讯功能。本实用新型的优点是：模块化设计思路，可任意扩展光伏电站容量，适宜批量生产；模拟、数字混合电路，结构紧凑，功能齐全，可靠性较高；根据太阳能电池的特性，有效控制蓄电池充电过程；充分利用太阳能资源，提高充电效率，降低系统成本；有效管理蓄电池充电过程，提高蓄电池使用寿命。



1、一种独立运行太阳能光伏电站控制器，其特征在于它由 DC-DC 变换主电路[1]、驱动隔离电路[2]、集成 PWM 及保护电路[3]、微处理控制电路[4]以及辅助电源电路[5]组成；DC-DC 变换主电路[1]分别与驱动隔离电路[2]连接，DC-DC 变换主电路[1]的后端输出电压[19]、输出电流[14]分别连接集成 PWM 及保护电路[3]的电路[20]和电路[6]；DC-DC 变换主电路[1]的前端输入电压[18]、输入电流[17]分别连接微处理控制电路[4]的电路[7]的[a]、[b]，蓄电池电压[15]和蓄电池电流[16]分别连接微处理控制电路[4]的电路[7]的[c]、[d]；驱动隔离电路[2]分别与 DC-DC 变换主电路[1]、辅助电源电路[5]连接，驱动隔离电路[2]的[22]电路和[23]电路连接 DC-DC 变换主电路[1]的电路[21]，连接辅助电源电路[5]的[9]、[10]电路；集成 PWM 及保护电路[3]分别与驱动隔离电路[2]、微处理器控制电路[4]、辅助电源电路[5]连接，集成 PWM 及保护电路[3]的[24]电路连接驱动隔离电路[2]的[22]电路、[23]电路和辅助电源电路[5]的电路[11]，集成 PWM 及保护电路[3]的[24]电路和微处理控制电路[4]的[26]、[27]电路相连，连接 PI 调节电路[20]、电流放大电路[6]；微处理控制电路[4]分别与辅助电源电路[5]、采集蓄电池电压[15]、蓄电池电流[16]、光伏阵列电压[17]、光伏阵列电流[18]连接；微处理控制电路[4]的[25]电路与辅助电源电路的[12]连接，微处理控制电路[4]的[25]电路分别与 A/D 转换限幅电路[7]，隔离输入电路[26]、隔离输出电路[27]、PC 机通讯电路、键盘操作与 LCD 显示电路、LED 显示电路连接，同时电路[25] I/O 输出过放控制电路 e 连接蓄电池输出控制电路[46]。

20 2、按照权利要求 1 所说的一种独立运行太阳能光伏电站控制器，其特征在于 DC-DC 变换主电路[1]由两组 DC-DC 变换电路[21]共负极组成，DC-DC 变换电路[21]由功率开关管[28]、二极管[29]、滤波电感[30]、滤波电容[31]组成；由驱动波形驱动功率开关管[28]的导通、关断来控制输出电压和输出电流，二极管[29]续流作用，滤波电感[30]使功率开关管工作电流连续和断续，滤波电感[31]滤掉输出纹波。

25 3、按照权利要求 1 或 2 所述的一种独立运行太阳能光伏电站控制器，其特征在于驱动隔离电路[2]由隔离放大电路[22]和[23]组成，隔离放大电路[22]和[23]分别连接两个主电路的功率器件驱动端，采用光藕和辅助电源提供的+15V 电源进行隔离放大；集成 PWM 及保护电路[3]是由集成 PWM 电路[24]、电流放大电路[6]、主电路输出采样电压电路[19]和电压调节电路[20]组成；集成 PWM 电路[24]由辅助电源提供+15V 电源电压，接

收来自微处理器发出的电压调节信号，由分流器[14]采集的主回路输出电流经电流放大电路[6]送至集成 PWM 电路监测电流的变化，对过流、短路作出反应；由采样电压电路[19]采集主电路输出电压，经 PI 调节电路[20]送至集成 PWM 电路[24]，通过电压反馈调节功率开关管进行稳压输出。辅助电源电路[5]是多路输出的反激式开关电源，由稳压电路[9]、[10]、[11]、[12]和主电路[13]组成；稳压电路[9]、[10]、[11]、[12]提供高质量的电源，稳压电路[9]连接驱动隔离电路[2]的隔离放大电路[22]，稳压电路[10]连接驱动隔离电路[2]的隔离放大电路[23]，稳压电路[11]连接集成 PWM 及保护电路[3]的集成 PWM 电路[24]，稳压电路[12]连接微处理器控制电路[4]的微处理器及其扩展电路[25]，主电路[13]由蓄电池电压提供电源；其中主电路[13]由短路、过流保护电路[28]、单路输入多路输出工频变压器电路[30]、整流电路[50]、[51]、[52]、[53]，滤波电路[54]、[55]、[56]、[57]，功率开关管[31]、PWM 控制电路[29]组成；过流保护[28]连接蓄电池输入，滤波电路[54]、[55]、[56]、[57]分别连接稳压电路[9]、[10]、[11]、[12]，输出所需的直流电压。

4、按照权利要求 1 至 3 的任何一项所述的一种独立运行太阳能光伏电站控制器，其特征微处理器控制电路[4]是由微处理器及其扩展电路[25]、模拟量输入限幅电路[7]、模拟量输出 PWM 隔离滤波电路[27]、保护电路反馈隔离输入电路[26]以及 PC 机通讯串口、键盘、LCD 显示组成；

微处理器控制电路[4]的微处理器及其扩展电路[25]由主控制器 Intel 芯片 4080C196MC、两片地址扩展总线芯片[36]、[37]、数据总线芯片[38]、RAM 扩展芯片[35]和 ROM 扩展芯片[39]、键盘和 LCD 显示扩展芯片[40]，A/D 转换电路[32]、D/A 转换电路[33]（PWM0）、LED 显示扩展芯片[41]组成，还包括输入、输出 I/O 电路[48]、[47]，与 PC 机通讯串口电路[45]；D/A 转换电路[33]（PWM0）连接模拟量输出 PWM 隔离滤波电路[27]，A/D 转换电路[32]连接模拟量输入限幅电路[7]，键盘和 LCD 显示扩展芯片[40]连接键盘[42]和 LCD [43]，LED 显示扩展芯片[41]连接 LED 显示[44]，输出 I/O 电路[48]与保护电路反馈隔离输入电路[26]连接，由两片 8 位地址扩展总线芯片[36]、[37]组成 16 位地址总线连接 RAM 扩展芯片[35]和 ROM 扩展芯片[39]，数据总线芯片[38]分别与 RAM 扩展芯片[35]、ROM 扩展芯片[39]、键盘和 LCD 显示扩展芯片[40]、LED 显示扩展芯片[41]连接。

一种独立运行太阳能光伏电站控制器

技术领域

- 5 本实用新型涉及太阳能光伏电站控制器，特别是涉及独立运行的太阳能光伏电站控制器。

背景技术

- 10 随着我国光伏事业的发展，运用独立运行的太阳能光伏发电系统解决远离电网的边远地区、海岛居民生活用电，通讯设施供电、输油管道阴极保护以及边防部队生活用电问题发挥日益重要的作用。控制器是独立运行太阳能光伏发电系统的重要组成部分，其性能的好坏将直接影响太阳能光伏发电系统的使用效果。控制器的主要功能是实现蓄电池充、放电管理，维持光伏系统的供电平衡，维护系统配套设备的安全性，充分利用太阳能资源，提高光伏电源的使用效率，延长配套设备的使用寿命。

- 15 国外设计研制的控制器较为小型化，有的控制器只有控制电路部分，而主电路部分往往需要另外配置，而且多数电路采用通断控制的方式，有的控制器根据太阳能光电池的特点实现了最大功率跟踪，但电压等级较低，且较为小型化，不易扩展，只适合小型户用光伏电源系统。而国内使用的控制器广泛采用的主要有两种控制技术，其一是由简单的模拟电路采取多路控制的方式控制继电器。主要通过检测蓄电池电压来实现蓄电池的充、放电控制，当太阳能电池方阵充电使蓄电池达到允许上限值时，切断充电；当负
20 载放电使蓄电池电压下降至保护值时，切断输出。这种控制技术的缺点是由于蓄电池电压的波动，会造成继电器开关频繁切换，故障率较高，蓄电池充电过程难以实现，充电效率较低，没有考虑太阳能电池的性能；其二是采用 MOSFET 或 IGBT 等功率器件，通过判断蓄电池电压控制功率器件开通、关断对蓄电池进行充电，当充电电流较大时运用 PWM 脉宽调制限制电流。这种方法虽然对蓄电池充电管理进行了改进，但由于太阳能电池受
25 温度、日照强度以及负载等影响，是不稳定的供电系统，该控制器没有充分考虑太阳能电池的特点来进行充电管理和利用有限的太阳能资源来提高充电效率，降低系统成本，因此该控制方法也存在明显的缺点。

实用新型内容

本实用新型的目的是提供一种新型的独立运行太阳能光伏电站控制器，优化目前太

5 太阳能光伏电站控制器的设计。该控制器采用模块化设计，不需要设计不同容量的控制器，可以任意扩展光伏电站容量。本实用新型主要由主电路和控制驱动电路两部分组成：主电路采用 DC-DC 变换电路，控制驱动电路采用模拟和数字混合电路，模拟部分实现主电路的驱动和保护，数字部分则实现充电管理算法，在此充电过程中实现最大功率跟踪技术，由充电算法给出模拟部分的驱动信号。同时本实用新型具有液晶显示和键盘操作以及通讯功能。

与上述控制器电路相比本实用新型具有以下优点：

- 1、模块化设计思路，可任意扩展光伏电站容量，适宜批量生产；
- 2、模拟、数字混合电路，结构紧凑，功能齐全，可靠性较高；
- 10 3、根据太阳能电池的特性，有效控制蓄电池充电过程；
- 4、充分利用太阳能资源，提高充电效率，降低系统成本；
- 5、有效管理蓄电池充电过程，提高蓄电池使用寿命。

15 本实用新型不仅完成了控制器需要实现的基本功能，而且根据太阳能光伏发电系统的特点，硬件电路采用混合电路结构，实现了最大功率点跟踪，解决了上述光伏电站控制器存在的不足。

附图说明

图 1 为太阳能光伏系统原理框图。

图 2 为本实用新型控制器原理框图。

图 3 为本实用新型控制器具体实施方式电路图。

20 图 4 为本实用新型主电路控制部分原理图。

图 5 为本实用新型微处理器及其扩展部分原理图。

图 6 为本实用新型辅助电源部分原理图。

图 7 为本实用新型蓄电池充电管理与最大功率跟踪协调原理框图。

具体实施方式

25 下面结合附图和具体实施方式对本实用新型作进一步描述。

图 1 为太阳能光伏电站系统原理图。如图所示，光伏阵列由太阳电池组件组成，它在太阳光的照射下产生直流电，经控制器向蓄电池充电，同时向逆变器供电，在光辐射较弱时或无太阳光的照射下，蓄电池通过控制器向逆变器直接供电，逆变器把直流电变成交流电向负载供电。控制器主要功能是调节控制光伏电压、电流向蓄电池充电，同时
30 具备对蓄电池进行过充、过放等保护功能。

本实用新型控制器原理框图如图 2 所示：主要由 DC-DC 变换主电路、驱动隔离电路、

集成 PWM 及保护电路、微处理控制电路以及辅助电源电路组成。主电路采用 DC-DC 变换电路，驱动隔离主要用于功率器件的驱动放大、隔离，集成 PWM 及保护电路主要用于功率器件的驱动和过流保护以及反馈给微处理器过流故障；微处理控制电路通过采集蓄电池电压、电流，估算蓄电池容量，结合最大功率跟踪输出 PWM 波形进行蓄电池充电管理。

5 将驱动隔离电路、集成 PWM 和保护电路以及辅助电源电路构成模拟控制部分，微处理器电路、键盘显示电路和通讯电路构成数字控制电路，如图 2 控制器原理框图所示的 A 部分和 B 部分。

本实用新型控制器具体实施方式电路如图 3 所示：由 DC-DC 变换主电路 1、驱动隔离电路 2、集成 PWM 及保护电路 3、微处理控制电路 4 以及辅助电源电路 5 组成。DC-DC 变换主电路 1 分别与驱动隔离电路 2 连接，DC-DC 变换主电路 1 的输出端输出电压 19、输出电流 14 分别连接集成 PWM 及保护电路 3 的电路 20 和电路 6，DC-DC 变换主电路 1 分别与驱动隔离电路 2 连接，DC-DC 变换主电路 1 的输入端输入电压 18、输入电流 17 分别连接微处理控制电路 4 的限幅电路 7 的 a 和 b，蓄电池电压 15 和蓄电池电流 16 分别连接微处理控制电路 4 的电路 7 的 d、c。驱动隔离电路 2 分别与 DC-DC 变换主电路 15 1、辅助电源电路 5 连接，驱动隔离电路 2 的 22 电路和 23 电路连接 DC-DC 变换主电路 1 的电路 21，连接辅助电源电路 5 的 9、10 电路。集成 PWM 及保护电路 3 分别与驱动隔离电路 2、微处理器控制电路 4、辅助电源电路 5 连接，集成 PWM 及保护电路 3 的电路 24 连接驱动隔离电路 2 的电路 22、电路 23 和辅助电源电路 5 的电路 11，集成 PWM 及保护电路 3 的 24 电路和微处理控制电路 4 的 26、27 电路相连，连接 PI 调节电路 20、电流放大电路 6。微处理控制电路 4 分别与辅助电源电路 5、采集蓄电池电压 15、蓄电池电流 16、主电路输入电压电路 17（光伏阵列电压）、主电路输入电流电路 18（光伏阵列电流）连接。微处理控制电路 4 的 25 电路与辅助电源电路的 12 连接，微处理控制电路 4 的 25 电路分别与 A/D 转换限幅电路 7，隔离输入电路 26、隔离输出电路 27、PC 机通讯电路、键盘操作与 LCD 显示电路、LED 显示电路连接，同时电路 25 I/O 输出过放控制 25 电路 e 连接蓄电池输出控制电路 46。

如图 4 所示所述的 DC-DC 变换主电路 1 由两组 DC-DC 变换电路 21 共负极组成，DC-DC 变换电路 1 由功率开关管 28、二极管 29、滤波电感 30、滤波电容 31 组成，两组电路共有两对功率开关管 28、二极管 29、滤波电感 30、滤波电容 31。由驱动波形驱动功率开关管 28 的导通、关断来控制输出电压和输出电流，二极管 29 续流作用，滤波电感 30 使功率开关管工作在电感电流连续和断续状态，滤波电感 31 滤掉输出纹波。主电路输入端为太阳能光电池，输出端进入蓄电池。

如图3所示所述的驱动隔离电路2由隔离放大电路22和23组成,隔离放大电路22和23分别连接两个主电路的功率器件驱动端,隔离放大电路光藕22和23由辅助电源9、10分别提供+15V电源进行放大驱动。

如图3所示所述的集成PWM及保护电路3是由集成PWM电路24、电流放大电路6、主电路输出采样电压电路19和电压调节电路20组成。集成PWM电路24是核心器件,可以实现较多的功能,其中由集成PWM电路24通过反馈的监测电压和电流信号去实现主电路保护功能,由辅助电源11提供的+15V电源电压供给集成PWM电路24电源,接收来自微处理器发出的电压调节信号27,由分流器14采集的主回路输出电流经电流放大电路6送至集成PWM电路24通过内部比较电路监测电流的变化,对过流、短路作出反应;由采样电压电路19采集主电路输出电压,经PI调节电路20送至集成PWM电路24,通过电压反馈由集成PWM电路24调节功率开关管的导通时间进行稳压输出。

如图3所示所述的微处理器控制电路4是由微处理器及其扩展电路25、模拟量输入限幅电路7、模拟量输出PWM隔离滤波电路27、由集成PWM电路24构成的保护电路反馈经隔离输入电路26以及PC机通讯串口、键盘、LCD显示组成。微处理器及其扩展电路25分别连接模拟量输入限幅电路7、模拟量输出PWM隔离滤波电路27、反馈隔离输入电路26以及PC机通讯串口、键盘、LCD显示。

如图5所示所述的微处理器控制电路4的微处理器及其扩展电路25由主控制器Intel芯片40 80C196MC、两片地址扩展总线芯片36、37、数据总线芯片38、RAM扩展芯片35和ROM扩展芯片39、键盘和LCD显示扩展芯片40, A/D转换电路32、D/A转换电路33 (PWM0)、LED显示扩展芯片41组成。另外还包括输入、输出I/O电路48、47,与PC机通讯串口电路45。上述电路中,通常由主控芯片连接扩展地址总线、数据总线、键盘和LCD扩展, D/A转换电路,本身带有A/D和D/A转换电路、输入、输出I/O电路。A/D转换电路33 (PWM0)连接模拟量输出PWM隔离滤波电路27, D/A转换电路32连接模拟量输入限幅电路7,键盘和LCD显示扩展芯片40连接键盘42和LCD43, LED显示扩展芯片41连接LED显示44,输入I/O电路48与保护电路反馈隔离输入电路26连接,由两片8位地址扩展总线芯片36、37组成16位地址总线连接RAM扩展芯片35和ROM扩展芯片39,数据总线芯片38分别与RAM扩展芯片35、ROM扩展芯片39、键盘和LCD显示扩展芯片40、LED显示扩展芯片41连接。

如图3所示所述的辅助电源电路5是多路输出的反激式开关电源,由稳压电路9、10、11、12和主电路13组成。稳压电路9、10、11、12和主电路13连接,提供高质量的电源,稳压电路9连接驱动隔离电路2的隔离放大电路22,稳压电路10连接驱动隔

离电路 2 的隔离放大电路 23, 稳压电路 11 连接集成 PWM 及保护电路 3 的集成 PWM 电路 24, 稳压电路 12 连接微处理器控制电路 4 的微处理器及其扩展电路 25, 主电路 13 原边由蓄电池电压提供电源, 副边经整流滤波后连接稳压电路 9、10、11、12。

如图 6 所示所述的辅助电源电路 5 的主电路 13 由短路、过流保护电路 28、单路输入多路输出工频变压器电路 30、整流电路 50、51、52、53, 滤波电路 54、55、56、57, 功率开关管 31、PWM 控制电路 29 组成。PWM 控制电路 29 是核心器件, 本身具备多种功能, 通过起调节功率开关管 31, 让变压器输出稳定的交流电压, 其外围需扩展检测和 PI 调节电路实现其强大的功能。过流保护 28 连接蓄电池输入, 然后连接到工频变压器电路 30 的原边, 工频变压器电路 30 的原边下端连接功率开关管 31, 功率开关管 31 连接 PWM 控制电路 29, 工频变压器电路 30 的副边输出连接整流电路 50、51、52、53, 整流输出之后经滤波电路 54、55、56、57 分别连接稳压电路 9、10、11、12, 最后输出所需的直流电压。

下面进一步对本发明的工作过程进行描述:

由两路共负极的太阳能电池组正端经防反二极管后输入主电路, 主电路由两个 BUCK 电路共负极连接而成。主电路功率开关管 28 由驱动电路 22、23 驱动工作, 驱动电路驱动按照专用 PWM 集成电路 24 的输出去驱动主电路, 专用 PWM 集成电路 24 的输出由微处理器电路 25 的 A/D 电路 33 给出给定值进行调整, 主电路按照设计的输出电压电流值进行工作。下面将图 2 控制器原理框图所示的 A 部分和 B 部分工作过程进行详细阐述。

A 部分即模拟控制部分以专用 PWM 集成电路 24 为核心, 由专用 PWM 集成电路 24 输出两路驱动信号, 输出经光耦 22、23 隔离放大后驱动每个 BUCK 支路中的开关器件 28。专用 PWM 集成电路 24 由辅助电源电路 9 提供, 由微处理器 25 输出的 PWM 波形经滤波电路, 光耦进行隔离, PI 调节稳压后送至专用 PWM 集成电路 24, 通过调整功率开关管的导通时间来调节输出电压电流, 调整输出电压到给定值。同时检测主电路反馈电压和反馈电流, 反馈电压由输出电压经电路 19 电阻分压后, 得到控制电压与周期波形比较后输出脉宽调制波, 整形放大后经 PI 调节电路 20 给驱动专用 PWM 集成电路 24, 实现输出电压稳定。反馈电流检测采用分流器 14 经 LM358 电路 6 放大后送至专用 PWM 集成电路 24。PWM 集成电路 24 有比较电路, 当电流超过设定值, 专用 PWM 集成电路 24 会立刻进行保护, 封锁 PWM 输出, 同时通过隔离电路 26 通知微处理器停止 PWM 输出, 保护主电路功率开关管 28。模拟控制部分的辅助电源较为重要, 有较多路输出电压, 主回路采用单端反激式开关电源, 输入端由保险管作短路保护电路 28, 选用电流型控制芯片 UC3845 作为 PWM 控制芯片 29, 功率开关器件采用 MOSFET 31, 通过反激单路输入多路输出的工频变压器 30, 在副边输出有 3 路直流,

经半波整流电路50、51、52、53、经滤波电容54、55、56、57后，经7812芯片9、10、11稳压后输出3路15伏直流电源，经7805芯片12稳压后输出1路5伏直流电源，供后面的专用PWM集成电路24和驱动放大电路22、23工作，以及供给微处理器电路25做电源使用。集成PWM及保护电路3采用SG3525A，光藕22、23采用TLP250，分流器为FLQ88-30A/47mA。

5 数字控制部分B采用Intel公司80C196MC 16位微处理器作为主控制器芯片，该处理器不仅有多路A/D转换电路，具有6路输出的波形发生器(WG)，特别适应于控制三相交流电机和各种桥式逆变电路，还具有两种PWM输出，另外，80C196MC具有外部保护中断功能，对主电路的过流、短路、过压作实时保护，并具有可编程的死区时间设定功能，只要将脉宽调制信号所对应的脉冲宽度输入相应的寄存器，即可实现脉宽调制。

10 本实用新型数字控制部分B采用Intel80C196芯片40作为控制核心，配置扩展RAM36和扩展ROM39，8255芯片40扩展键盘和LCD显示，由霍尔元件采集光伏电压17和光伏电流18和由LEM模块采集汇流排蓄电池电压15和电流16，都转换为标准电压信号，经限幅电路7后送至D/A口32进行采集计算。I/O口输出控制线连接LCD显示43，以及输出开关量控制直流接触器防止蓄电池过放发生，I/O口48输入模拟控制部分经隔离电
15 路26提供的故障信号，来封锁输出信号，实现保护功能，同时LCD上显示报警。LED44显示控制器工作正常(绿)，出现故障(红)，由74LS377扩展芯片41连接，80C196MC芯片40通过D/A转换33得到的蓄电池电压、蓄电池电流、光伏电压、光伏电流、环境温度等蓄电池状态，通过A/D转换33输出可调的PWM波形，同时软件编程实现蓄电池充电过程的控制算法(包括最大功率跟踪控制算法)，将充电算法转化为PWM输出，由
20 自身带有的A/D转换电路33输出PWM控制波形，输出的波形经6N136芯片27滤波，光藕隔离，控制集成PWN芯片24输出去驱动主电路，调整主电路输出电压到给定值。80C196芯片还配置MAX232通讯接口芯片45与PC机进行通讯，通过键盘操作42选择查看当前运行数据，修改蓄电池保护点设置，通过LCD电路43查看运行参数和历史数据。

下面介绍蓄电池充电过程控制算法，按三个阶段分别进行详细描述：

25 (1)当检测蓄电池电压低于某一值亏电时，控制器开始充电，在这个过程中，微处理器采用最大功率跟踪，保证太阳能电池最大功率输出。采用固定电压跟踪点的办法，首先确定出太阳能电池工作在最大功率点时太阳电池的输出电压值 V_{ref} ，然后改变太阳电池对蓄电池的充电电流使太阳电池稳定在 V_{ref} ，实现了最大功率跟踪(在后面介绍)。同时实时监测蓄电池电压和蓄电池充电电流，通过蓄电池电流估算蓄电池容量，
30 当蓄电池电压达到一定值和蓄电池充电电流降低到一定程度时，停止最大功率跟踪转入下一个阶段充电过程。当光照强烈时，蓄电池电压上升很快，监测蓄电池充电电流，这

时蓄电池充电电流仍较大，表明这时蓄电池充电容量未达到要求，需要 PWM 调制限制充电电流，将蓄电池电压降下来，继续充电，这样避免了仅检测蓄电池电压虚高而切断输入，造成能量的浪费和蓄电池的充电不足。

(2) 在这个阶段，不能再进行最大功率跟踪，只是限制蓄电池电压不能超过过充电电压而充电，同时检测充电电流，当检测到电流为很小时，说明蓄电池已接近充满，转入下一过程。

(3) 在这个阶段，将蓄电池浮充电压恒压，维持蓄电池自身放电的需要，当蓄电池电压降到一定程度时，将重复开始上面第一个过程。

蓄电池放电过程控制：

10 在蓄电池放电过程中，需要监测蓄电池的电压，当电压低于一定值时，要切断向外输出，当负载容量较大导致放电电流很大时，引起蓄电池电压大幅度下降，通过监测蓄电池的电流需要调节功率开关器件导通角，减小输出电流，提升蓄电池电压的保护点而防止过早切断。

15 值得一提的是，蓄电池各阶段保护电压值由蓄电池生产厂家来提供，但蓄电池电压容易受温度影响而发生变化，应根据温度的变化设置蓄电池充、放电电压保护点。温度补偿的计算方法是：

$$V_b(T) = [V_{25} + a_t(T - 25)] N_c$$

$V_b(T)$ 表示蓄电池在 $T^\circ\text{C}$ 下的电压；

V_{25} 表示蓄电池在 25°C 下的电压（标准）；

20 a_t 表示蓄电池温度系数（由厂家提供）；

N_c 表示蓄电池数量；

下面描述最大功率跟踪控制算法：

1、最大功率点跟踪原理：

25 最大功率点跟踪是一个自寻优过程，采用“爬山法”即可跟踪最大功率点。通过对光伏电池当前输出电压和电流的检测，得到当前光伏电池的输出功率，再与已存储的前一时刻光伏电池功率作比较，舍小存大，再检测，再比较。如此不停地周而复始，便可使光伏电池动态地工作在最大功率点上。光伏电池的 I-V 输出特性 $I=f(U)$ 关系是一个单值函数，因此，只要保持光伏电池的输出电压 V_{pv} ，在任何太阳辐照度及温度下，都能实时地保持相应的最大功率点所对应的电压值，就可以保证在任何瞬间都输出其最大
30 功率。

2、最大功率点跟踪算法：

本控制器通过控制 V_{ref} 的值来跟踪光伏电池的最大功率点，具体的方法是通过采取周期的增减光伏电池输出参考电压 V_{ref} ，光伏电池的实际输出电压 V_{pv} 通过闭环控制跟踪 V_{ref} 来使工作点跟踪最大功率点。

设测得光伏电池当前的输出功率为 $P(k)$ ，被存储的前一时刻的记忆功率为 $P(k-1)$ ， $a(k-1)$ 和 $a(k)$ 分别为前一时刻和当前时刻 V_{ref} 的电压增量。若测得有： $P(k) > P(k-1)$ ，则继续判断前一时刻 V_{ref} 的增量 $a(k-1)$ 值的符号。若 $a(k-1) > 0$ 则说明系统工作在 $P-V$ 曲线上最大功率点的左侧。为接近最大功率点，置当前时刻 V_{ref} 的增量 $a(k) = dV$ ，则 $V_{ref}(k) = V_{ref}(k-1) + dV$ 。若 $a(k-1) < 0$ ，则说明系统工作在 $P-V$ 曲线上最大功率点的右侧。为接近最大功率点，置 $a(k) = dV$ ，则 $V_{ref}(k) = V_{ref}(k-1) - dV$ 。反之，若测得有： $P(k) > P(k-1)$ ，同理进行相反的操作。从而，可实时跟踪光伏电池的最大输出功率点并动态保持。

图 7 提供了本实用新型蓄电池充电管理与最大功率跟踪协调原理框图，蓄电池充电过程控制算法中已进行了详细阐述。

本实用新型太阳能光伏电站控制器有如下积极效果：

- 15 1、结构简单，功能齐全，易于扩展功能；
- 2、数、模电路结合，充分发挥各自优势；
- 3、采用模块化结构，可靠性较高，适合批量生产；
- 4、可操作性好，能适应较差的运行环境。

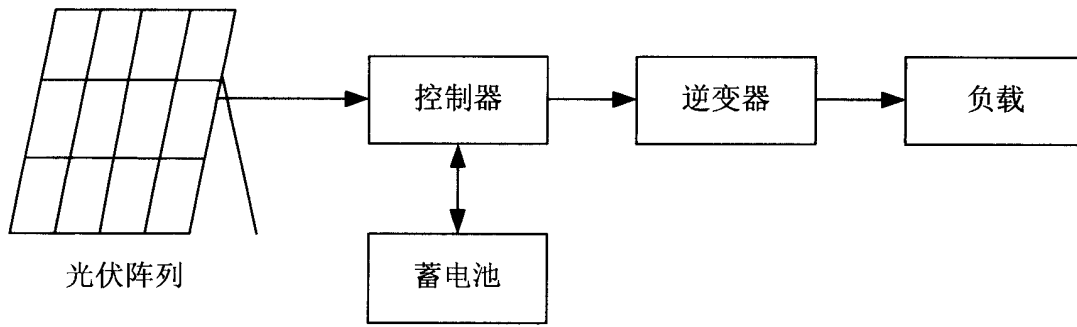


图 1

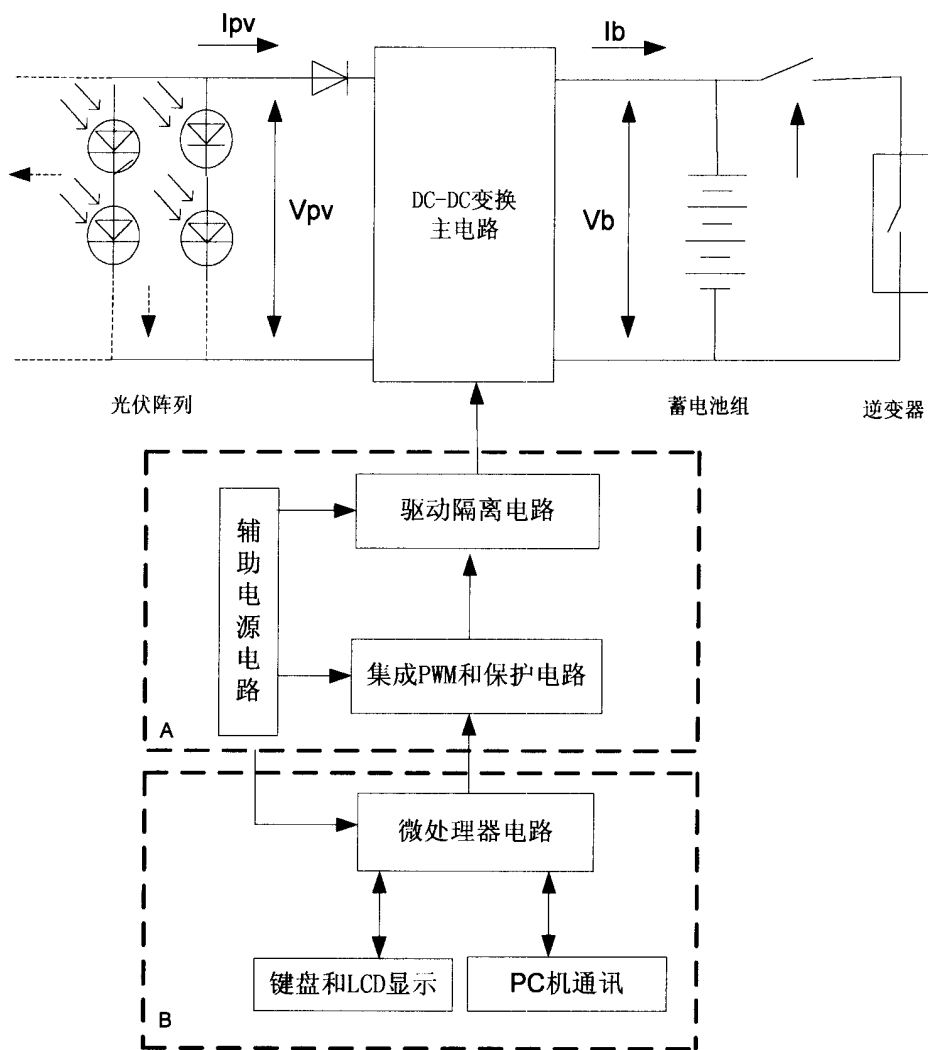


图2

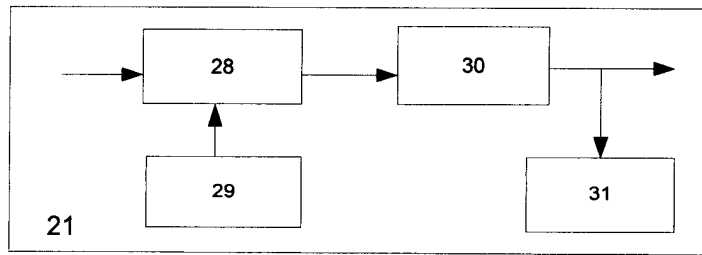


图4

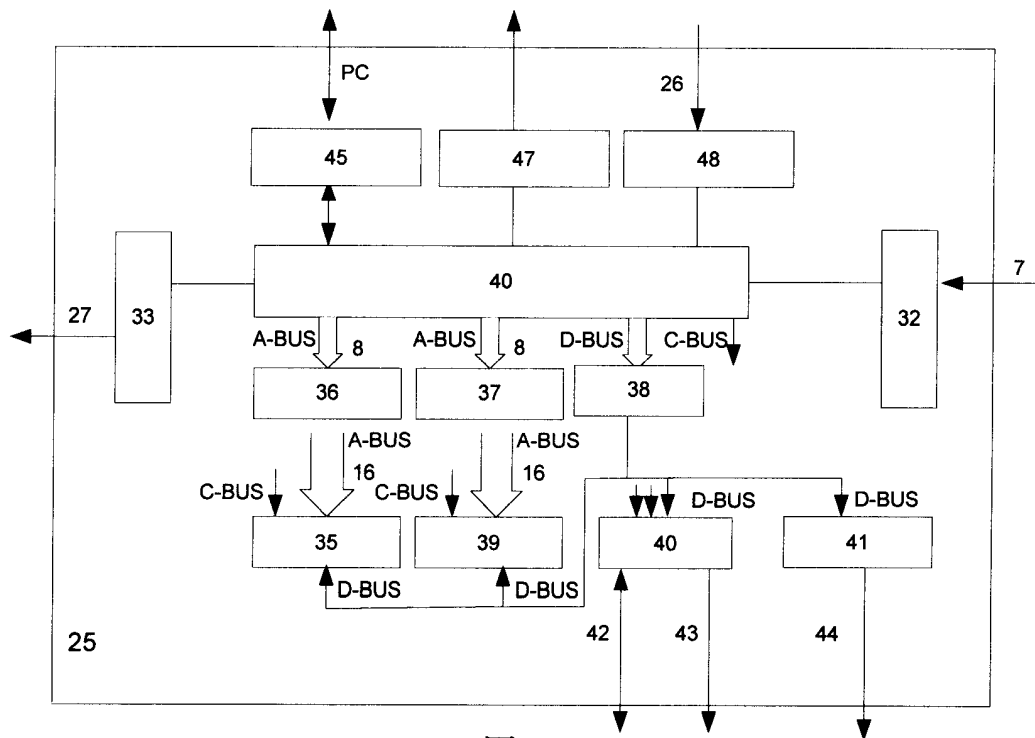


图5

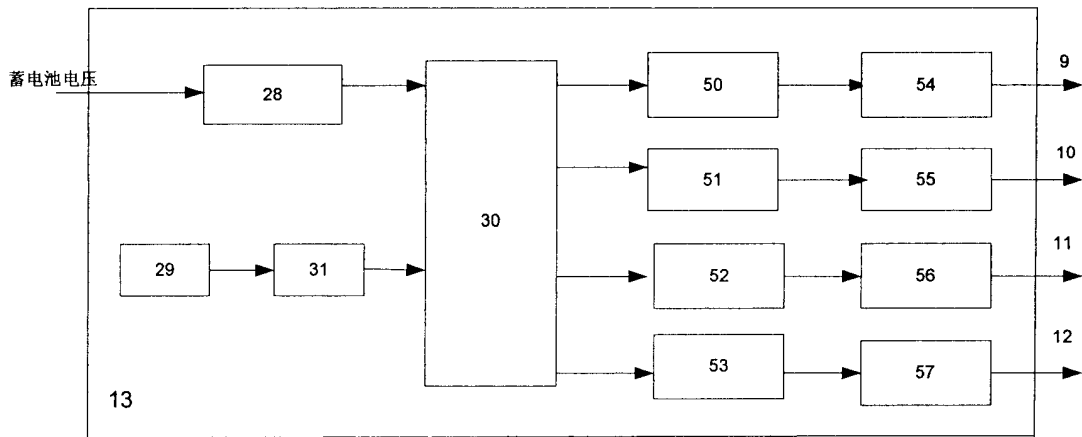
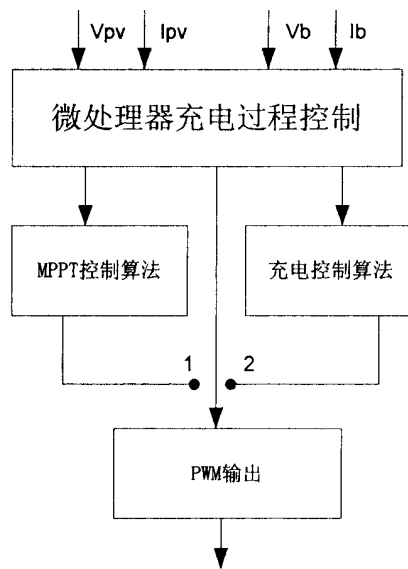


图6



蓄电池充电控制与最大功率跟踪算法实现切换

图 7