(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102148864 B
(45)授权公告日 2014.08.13

(21)申请号 201110030796.1
(22)申请日 2011.01.28
(73)专利权人 西安建筑科技大学
地址 710055 陕西省西安市雁塔路 13 号
(72)发明人 于军琪 徐文政 张燚雯 李梦 王睿
(74)专利代理机构 西安恒泰知识产权代理事务所 61216
代理人 李郑建
(51)Int.Cl.
H04L 29/08(2006.01)
H04W 84/18(2009.01)
H02J 3/38(2006.01)
H02J 13/00(2006.01)

(56)对比文件
CN 201608541 U,2010.10.13,
CN 101938142 A,2011.01.05,

审查员 杨颖

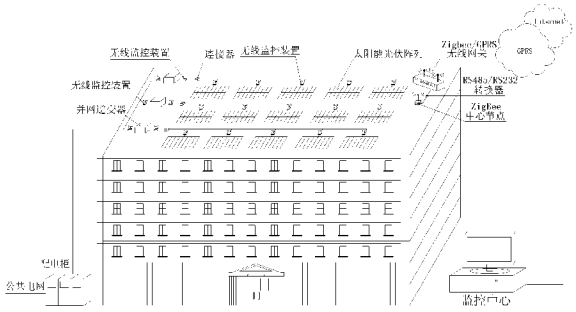
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种光伏发电与大型公共建筑一体化的无线监控系统

(57)摘要

本发明公开了一种光伏发电与大型公共建筑一体化的无线远程网络化监控系统，该系统在各组光伏阵列输出端及各组逆变器的输入、输出端安装智能无线监控装置，各个智能无线监控装置与 ZigBee 中心节点构成电量数据无线采集网络。将采集到的数据汇集到 ZigBee 中心节点，该节点通过 RS485/RS232 转换器与 ZigBee/GPRS 无线网关连接并与之相互通讯，实现了基于 GPRS/Internet 网络的电量数据无线远程实时传输。从而实现了在监控中心远程监控各光伏阵列所输出的电能信息及逆变器与公共电网并网工作时输出的电量信息；建立光伏发电系统的电量信息数据库，为可再生能源的科学利用打下了良好的信息化基础。



CN 102148864 B

1. 一种光伏发电与大型公共建筑一体化的智能无线监控系统，包括传统的光伏并网系统的并网逆变器、连接器和太阳能电池阵列，其特征在于：

在传统的光伏并网系统的各太阳能电池阵列输出端安装直流型智能无线监控装置；

在各组并网逆变器的输入端安装直流型智能无线监控装置，并网逆变器的输出端安装交流型智能无线监控装置；

所述的直流型和交流型智能无线监控装置将采集到的数据发送至 ZigBee 中心节点，ZigBee 中心节点通过 RS485/RS232 转换器与 ZigBee/GPRS 无线网关连接，ZigBee/GPRS 无线网关将数据信息通过 GPRS 无线网络和 Internet 网络上传至监控中心；

所述的直流型和交流型智能无线监控装置主要由电量检测电路（1）、两个 ADC 转换芯片（2、3），微处理器 MCU（4）、时钟芯片（5）、FLASH 存储芯片（6）以及 ZigBee 无线模块（7）组成；其中：

所述的直流型智能无线监控装置中的电量检测电路（1）包括直流电流检测电路和直流电压检测电路；

所述的 ADC 转换芯片（2、3）选择 MAX144 芯片；

所述的微处理器 MCU（4）选择 S3C2410 芯片；

所述的 FLASH 存储芯片（6）选择 AT49BV1614A 芯片；

所述的 ZigBee 无线模块（7）选择 CC2430 芯片；

所述的交流型智能无线监控装置中的电量检测电路（1）包括交流电压、电流信号采集电路和电压、电流信号整流电路；

所述的 ADC 转换芯片（2、3）同样选择 MAX144 芯片；

所述的微处理器 MCU（4）同样选择 S3C2410 芯片；

所述的 FLASH 存储芯片（6）同样选择 AT49BV1614A 芯片；

所述的 ZigBee 无线模块（7）同样选择 CC2430 芯片；

直流电流检测电路和直流电压检测电路采集太阳能电池阵列和并网逆变器的直流输入端直流电路中的电量信号，并将采集到的电量信号输入 ADC 芯片 MAX144，通过 MAX144 芯片将电量信号由模拟信号转换为数字信号，并将转换后的数字信号输入 MCU 芯片 S3C2410，MCU 芯片 S3C2410 作为处理单元将输入的数据进行计算、处理；AT49BV1614A 作为 FLASH 存储芯片为 MCU 芯片 S3C2410 提供数据处理，发送过程中所必须的数据存储空间；

交流型智能无线监控装置的工作原理与直流型智能无线监控装置类似，区别之处在于：由于交流型电量检测单元分布在逆变器的交流输出端，为检测交流电路中的电量信息信号，为其设计了交流型的电量检测电路和整流电路；由交流型检测电路检测三相交流电路中的电压，电流信号，并由多路转换电路将电压，电流各三相的交流电路转换为电压，电流各一相的直流电路，再通过整流电路对电压，电流信号处理后输入至 ADC 芯片 MAX144 中；之后的工作原理及执行过程与直流型智能无线监控装置相同。

2. 如权利要求 1 所述的光伏发电与大型公共建筑一体化的智能无线监控系统，其特征在于，所述的时钟芯片（5）选择 DS1302 芯片。

一种光伏发电与大型公共建筑一体化的无线监控系统

技术领域

[0001] 本发明属于可再生能源应用领域的一种智能无线监控系统，具体涉及一种太阳能光伏发电与大型公共建筑一体化的智能无线监控系统，该系统将无线监控技术和自动控制技术相结合，为大型公共建筑与新能源一体化应用提供无线监控解决方案。

背景技术

[0002] 大型公共建筑一般是指单体建筑面积在 2 万 m^2 以上、采用中央空调的办公、商业、旅游、科教文卫、通信以及交通枢纽等公共建筑。随着我国城市建设的飞速发展和经济水平提高，大型公共建筑在城镇建筑中的比例迅速增加，据文献资料表明，它占城镇建筑面积的比例不到 4％，但耗能却占到建筑能耗的 20％以上。因此，高耗能的大型公共建筑已成为我国建筑节能的关键问题，大型公共建筑的能耗监控及节能管理的研究也显得尤为迫切。结合目前全球化石能源的短缺严峻形势，如何增加能源供应、促进经济和社会的可持续发展，是世界各国面临的一项重大战略课题。为了突破常规能源的经济、环境双重桎梏，可再生能源便应运而生。

[0003] 已知的光伏发电系统包括各光伏阵列(太阳能电池阵列)、逆变器以及连接器组成，它和公共电网通过逆变器连接组成光伏并网系统。光伏发电并网系统结构图如图 2 所示。太阳能光伏发电系统的性能以及太阳能光伏发电系统的电能质量是决定太阳能光伏发电系统能否规模化应用的关键因素。随着《中华人民共和国可再生能源法》的施行，国家已将太阳能、风能的开发纳入新能源，大大地推动了我国光伏发电系统与建筑相结合的发展趋势。在光伏发电与大型公共建筑一体化系统中对光伏发电系统的实时监控已成为工作重点。

发明内容

[0004] 针对光伏发电与大型公共建筑一体化系统中电量数据具有分布式特点、采集节点之间布线困难、缺乏实时有效的监控手段，造成电量数据难以准确计量，无法评估其利用效率及整体节能效果的实际问题，本发明的目的在于，提供一种光伏发电与大型公共建筑一体化系统的无线远程实时监控系统，该系统基于光伏发电并网系统，内部集成 ZigBee 无线模块，对系统各部分线路中的电流、电压等电量参数进行采集。并与 ZigBee 中心节点组成 ZigBee 网状(MESH)网络，通过 ZigBee/GPRS 网关实现了基于 GPRS/Internet 网络的无线远程实时监控。

[0005] 为了实现上述任务，本发明采取如下的技术解决方案 ：

[0006] 一种光伏发电与大型公共建筑一体化的智能无线监控系统，包括传统的光伏并网系统的并网逆变器、连接器和太阳能电池阵列，其特征在于 ：

[0007] 在传统的光伏并网系统的各太阳能电池阵列输出端安装直流型智能无线监控装置 ；

[0008] 在各组并网逆变器的输入端安装直流型智能无线监控装置，并网逆变器的输出端

安装交流型智能无线监控装置；

[0009] 上述直流型 / 和或交流型智能无线监控装置内部集成有 ZigBee 无线模块；

[0010] 所述的直流型 / 和或交流型智能无线监控装置将采集到的数据发送至 ZigBee 中心节点，ZigBee 中心节点通过 RS485/RS232 转换器与 ZigBee/GPRS 无线网关连接，ZigBee/GPRS 无线网关将数据信息通过 GPRS 无线网络和 Internet 网络上传至监控中心。

[0011] 本发明的光伏发电与大型公共建筑一体化的智能无线监控系统，使用无线数据传输技术将数据上传至监控中心，实现了基于 GPRS/Internet 网络的无线远程实时监控。达到了对光伏发电系统电量的准确计量、信息化、科学化管理，使国家制订的有关可再生能源科学合理使用制度落到实处。具体技术效果体现在：

[0012] 1. 电量数据实时检测

[0013] 采用智能无线监控装置分别检测不同线路中的电压和电流数据。并将所采集的电压电流信号转化为脉冲信号，由 MCU 对脉冲信号进行计数，从而实现发电量数据的实时采集与存储，并可通过通信接口进行数据传输。

[0014] 2. 电量数据无线采集网络

[0015] 本装置内部集成 ZigBee 无线模块，分布式的智能无线监控装置与 ZigBee 中心节点构成电量数据无线采集网络，将采集到的数据汇集到 ZigBee 中心节点，并通过 RS485/RS232 转换器与 ZigBee/GPRS 无线网关连接。

[0016] 3. 无线远程传输技术

[0017] 本装置采用 ZigBee/GPRS 无线网关，在数据传输过程中将 GPRS 协议与其它协议进行转换。当能耗数据被采集完成后，数据经过 Zigbee 协议与 GPRS 协议的转换并通过 GPRS 基站，再经过 GPRS 协议与 TCP/IP 协议的转换就可实现 ZigBee/GPRS 网关基于 GPRS/Internet 网络的无线远程实时传输。服务支持节点（SGSN）和网关支持节点（GGSN）之间完成移动分组数据的发送和接收。GGSN 可以把 GPRS 分组数据包进行协议转换，从而将这些分组数据包传送到远端的 TCP/IP。

[0018] 4. 可扩展、低功耗技术

[0019] 本发明采用 ZigBee 网状（MESH）网络，由于 ZigBee 技术具有自组网、自愈合、低功耗的特点，与传统的有线网络或其他拓扑型无线网络相比，提高了网络可扩展性，延长了节点在网络中的使用时间，能够充分满足未来光伏发电系统的无线监控新需要。

附图说明

[0020] 图 1 光伏发电与大型公共建筑一体化结构示意图；

[0021] 图 2 并网光伏发电系统结构图；

[0022] 图 3 系统的网络通信结构图；

[0023] 图 4 无线数据采集网络与 GPRS/Internet 传输网络联网结构图；

[0024] 图 5 智能无线监控装置结构图；

[0025] 图 6 直流型无线监控装置电路设计图；

[0026] 图 7 交流型无线监控装置电路设计图；

[0027] 以下结合附图和发明人给出的实例对本发明作进一步的详细说明。

具体实施方式

[0028] 本发明的光伏发电与大型公共建筑一体化的智能无线监控系统，基于光伏并网系统，用于对系统中并网逆变器和太阳能光伏阵列进行精确可靠地实时监控。

[0029] 在传统的光伏并网系统的各太阳能电池阵列输出端安装直流型智能无线监控装置；在各组并网逆变器的输入端安装直流型智能无线监控装置，并网逆变器的输出端安装交流型智能无线监控装置；

[0030] 智能无线监控装置将采集到的数据发送至 ZigBee 中心节点，ZigBee 中心节点通过 RS485/RS232 转换器与 ZigBee/GPRS 无线网关连接，ZigBee/GPRS 无线网关将数据信息通过 GPRS 无线网络和 Internet 网络上传至监控中心。实时监控太阳能光伏阵列产生的电量数据以及并网逆变器输入、输出端的电量数据。

[0031] 光伏发电与大型公共建筑一体化系统如图 1 所示，系统的网络通信结构图如图 3 所示。

[0032] 在本发明中，上述智能无线监控装置结构如图 5 中所示。分为交流型和直流型两种，由电量检测电路（1）、ADC 转换芯片（2、3）、微处理器 MCU （4）、时钟芯片（5）、FLASH 存储芯片（6）以及 ZigBee 无线模块（7）组成。

[0033] 通过电量检测电路（1）（含电流检测电路和电压检测电路）检测其所在线路中的电压和电流数据（交流或直流）。ADC 芯片（2、3）将通道一、通道二所采集的电压电流信号转化为脉冲信号。由微处理器 MCU （4）对脉冲信号进行计数，从而实现电量信息的采集。

[0034] 智能无线监控装置（直流型）内部电量检测电路如图 6 中所示，主要包括直流电流检测电路、直流电压检测电路、MAX144 芯片、S3C2410 芯片、AT49BV1614A 芯片、CC2430 芯片。其工作原理是：通过直流型的电量检测电路（含电压检测电路及电流检测电路）采集太阳能光伏阵列和并网逆变器的直流输入端等直流电路中的电量信号，并将采集到的电量信号输入 ADC 芯片 MAX144，通过 MAX144 芯片将电量信号由模拟信号转换为数字信号，并将转换后的数字信号输入 MCU 芯片 S3C2410，S3C2410 作为处理单元将输入的数据进行计算、处理。AT49BV1614A 作为 FLASH 存储芯片为 MCU 芯片 S3C2410 提供数据处理，发送过程中所必须的数据存储空间。

[0035] 智能无线监控装置（交流型）内部的电量检测电路如图 7 中所示，主要包括交流电压、电流信号采集电路，电压，电流信号整流电路，MAX144 芯片、S3C2410 芯片、T49BV1614A 芯片、CC2430 芯片。其工作原理与直流型电量检测单元类似，区别之处在于：由于交流型电量检测单元分布在逆变器的交流输出端，为检测交流电路中的电量信息信号，为其设计了交流型的电量检测电路和整流电路。由交流型检测电路检测三相交流电路中的电压，电流信号，并由多路转换电路将电压，电流各三相的交流电路转换为电压，电流各一相的直流电路，再通过整流电路对电压，电流信号处理后输入至 ADC 芯片 MAX144 中。之后的工作原理及执行过程与直流型智能电量检测单元相同。

[0036] 依据本发明的技术要求，将智能无线监控装置安装在各组太阳能光伏阵列的输出端及各组并网逆变器的输入、输出端。将采集到的各组太阳能光伏阵列产生的电能电量数据最终上传至监控中心，以达到远程监控各光伏阵列实时运行状况的目的并用于能耗数据分析管理。在并网逆变器的输入端安装直流型智能无线监控装置，输出端安装交流型智能无线监控装置，可检测逆变器的输入输出电量数据，并传送至监控中心，用于实时监控逆变

器的工作状况，并记录数据(逆变器转换效率)用于分析管理。

[0037] 1. 无线的数据采集与传输技术

[0038] 本发明以 ZigBee 网络为基础构建了无线数据采集网络，并在系统中引入 ZigBee/GPRS 无线网关，实现了光伏发电与大型公共建筑一体化系统中电量数据的无线采集与数据的无线远程传输。在实际运行中，分布式的各智能无线监控装置与 ZigBee 中心节点共同组成了具有自组织，自愈合等特点的无线数据采集网络，将采集到的数据汇集到 ZigBee 中心节点。ZigBee 中心节点通过 RS485/RS232 转换器与 ZigBee/GPRS 无线网关连接。ZigBee/GPRS 无线网关具备网络协议(Ethernet)转换功能(ZigBee 无线网络与 GPRS 无线网络之间)，可将无线数据采集网络与 GPRS 无线网络连接起来，实现了基于 GPRS/Internet 网络的无线远程数据传输。

[0039] 2. 基于超低功耗的硬件设计

[0040] 依据本发明对超低功耗，自组织网络的设计需要，选用了 ZigBee 无线传输技术。

[0041] ZigBee 无线模块(7)采用 CC2430 射频芯片，它是一颗真正的系统芯片(SOC)CMOS 解决方案。它包括了一个高性能的 2.4GHz DSSS (直接序列扩频)射频收发核心和一颗工业级小巧高效的 8051 控制器。CC2430 具有休眠模式和转换到主动模式的超短时间的特性，特别适合那些要求电池寿命非常长的应用。该芯片体积小功率低，提供丰富的 I/O，并具有超低功耗特性，非常适合本发明。

[0042] ADC 芯片(2、3)使用了 MAX144 芯片，它是美国 MAXIM 公司生产的新型双通道 12 位串行模数转换器，它具有自动关断和快速唤醒功能，且内部集成采样 / 保持电路 ；同时具有转换速率高、功耗低等优点，特别适合于由电池供电且对体积和精度有较高要求的智能仪器仪表产品。其超低功耗的电气特性非常适合本发明。

[0043] MCU (4) 选用 S3C2410x 微处理器，它是一款由 Samsung 公司设计的低功耗、高集成度的基于 ARM920T 内核的微处理器。ARM920T 内核由 ARM920TDMI、存储器管理单元(MMU)和高速缓存三部分组成。MMU 可以管理虚拟内存，高速缓存由独立的 16KB 地址和 16KB 数据高速 Cache 组成。ARM920T 有两个内部协处理器 ：CP14 和 CP15。CP14 用于调试控制，CP15 用于存储器系统控制以及测试控制。它采用处理器通用的片上外设，大大减少了系统中处理器以外的元器件设备，从而使系统的成本大大降低，同时具有强大灵活的开发工具和启动引导功能，给程序的升级和维护提供了极大的方便，非常适合本发明。

[0044] 时钟芯片(5)向 MCU 和其他各功能芯片发送时钟信号，使这些芯片在时钟信号的控制下协调工作。采用 DS1302 芯片，DS1302 芯片是美国 DALLAS 公司推出的一种高性能、低功耗、带 RAM 的实时时钟电路，它可以对年、月、周、日、时、分、秒进行计时，具有闰年补偿功能，工作电压为 2.5V ～ 5.5V。采用三线接口与 CPU 进行同步通信，并可采用突发方式一次传送多个字节的时钟信号或 RAM 数据。

[0045] FLASH 存储芯片(6)选用 ATMEL 公司推出的 AT49BV1614A 芯片。

[0046] 3. 光伏发电与大型公建一体化无线远程监控系统

[0047] 太阳能光伏发电系统由于系统各组件分布散乱，缺乏对其进行实时监控的有效手段，不利于集中监控，为解决这些问题，依据本发明的设计思想，所有传送至监控中心的光伏发电系统运行信息将全部在组态软件中实时显示，以达到远程实时监控的目的。另外，通过检测到的光伏阵列发电量数据，可在监控中心计算出光电转换效率数据，用于光伏发电

系统电量数据统计工作。对并网逆变器输入，输出端检测的电量数据可以直接反应并网逆变器的能耗转换效率，这些转换效率的数据对于系统的能耗数据统计工作有着极其重要的作用。逆变器的输出电量数据还将用来与公网电量数据对比，以满足国家标准中对并网光伏发电系统的要求。

[0048] 在实际运行中，监控中心将通过本发明装置所监控的数据及时控制供电系统的工作模式，需要时可切换为公网供电，停止太阳能光伏阵列的运行，以保护光伏发电系统的使用寿命。另外，本装置解决了以往太阳能光伏发电系统中电量数据统计不明确的弊端，实现了光伏发电系统中电量信息的高精度无线监控，有着重要的经济价值。

[0049] 综上所述，本发明实现了对整个光伏发电并网系统的实时监控与数据统计功能，对光伏发电与大型公共建筑一体化趋势的发展有着极其重大的推广示范意义。

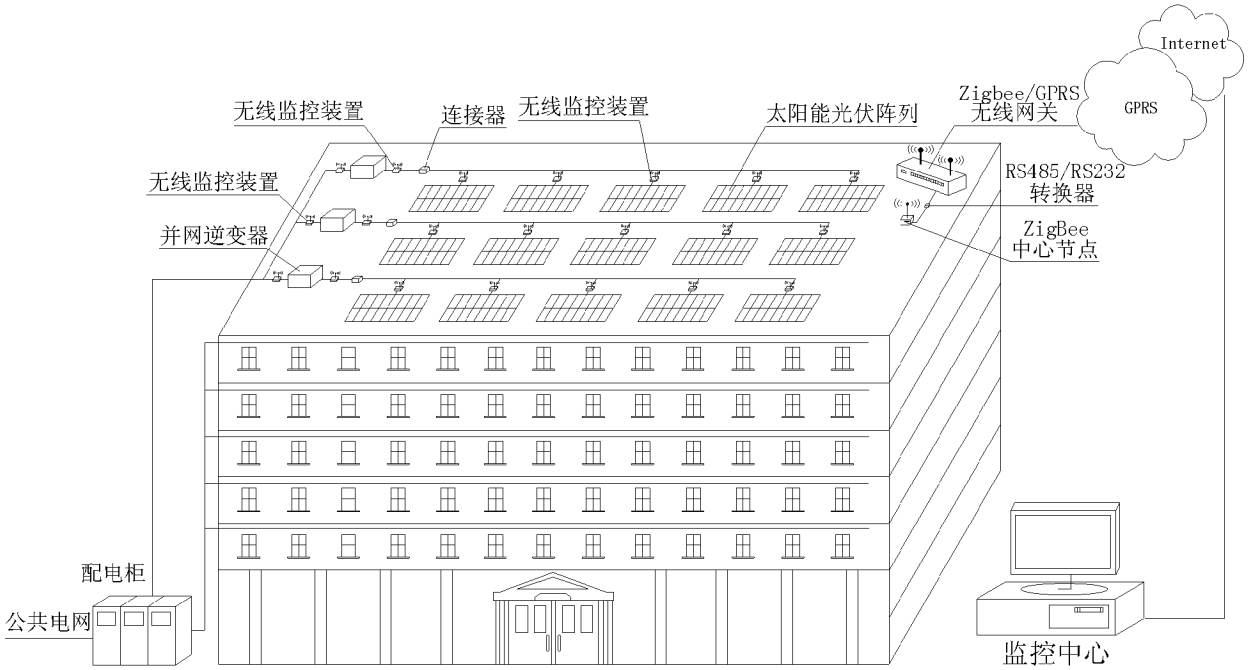

Internet
GPRS
Zigbee/GPRS
无线网关
无线监控装置
连接器
无线监控装置
太阳能光伏阵列
RS485/RS232
转换器
无线监控装置
并网逆变器
ZigBee
中心节点
配电柜
公共电网
监控中心

图 1

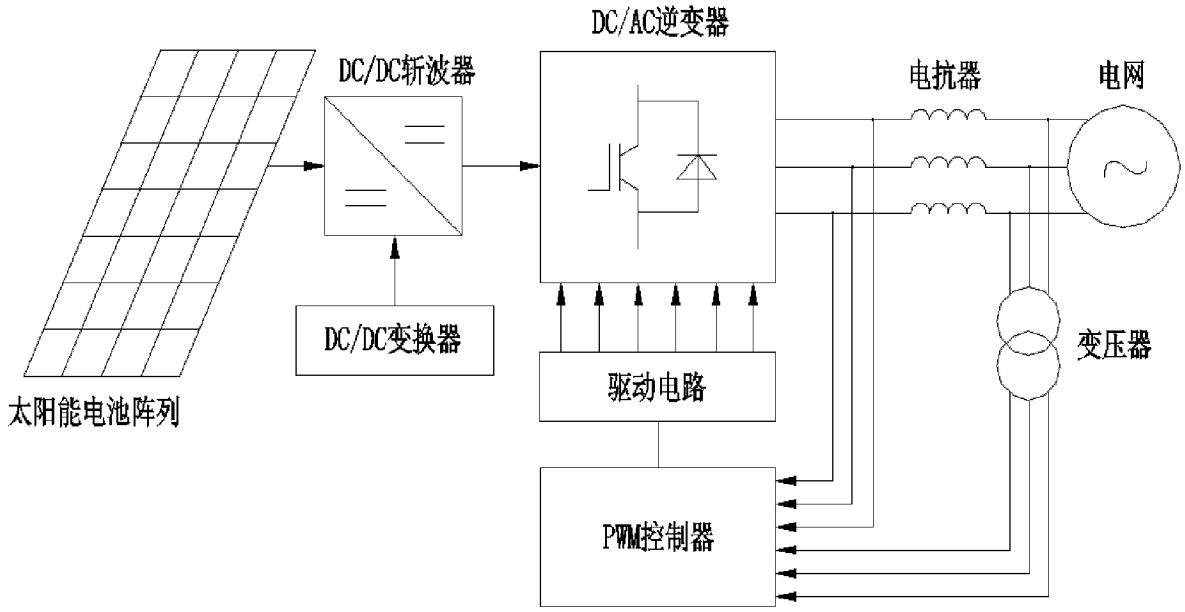

DC/AC逆变器
DC/DC斩波器
电抗器
电网
DC/DC变换器
变压器
驱动电路
太阳能电池阵列
PWM控制器

图 2

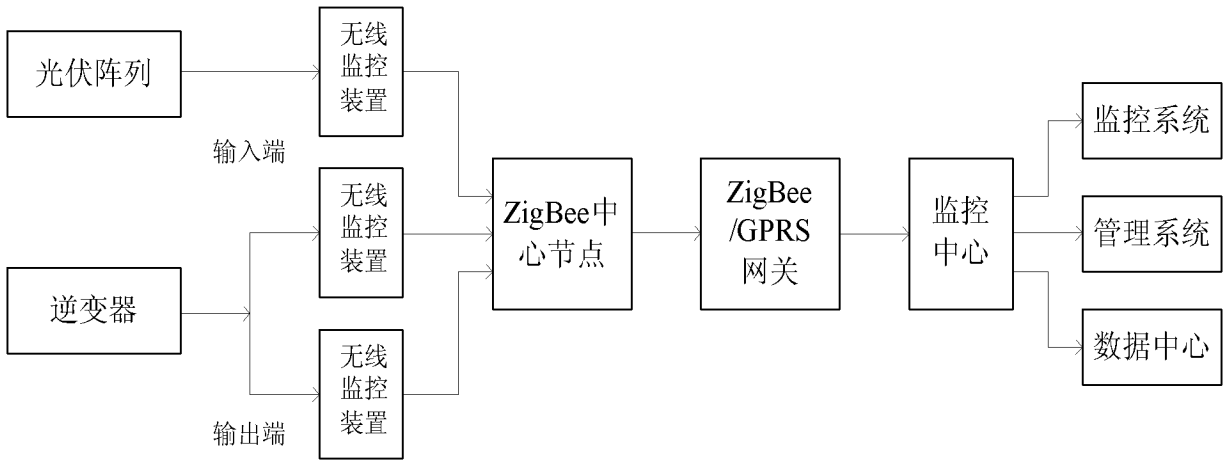

光伏阵列
输入端
逆变器
输出端
无线监控装置
无线监控装置
无线监控装置
ZigBee中心节点
ZigBee/GPRS网关
监控中心
监控系统
管理系统
数据中心

图 3

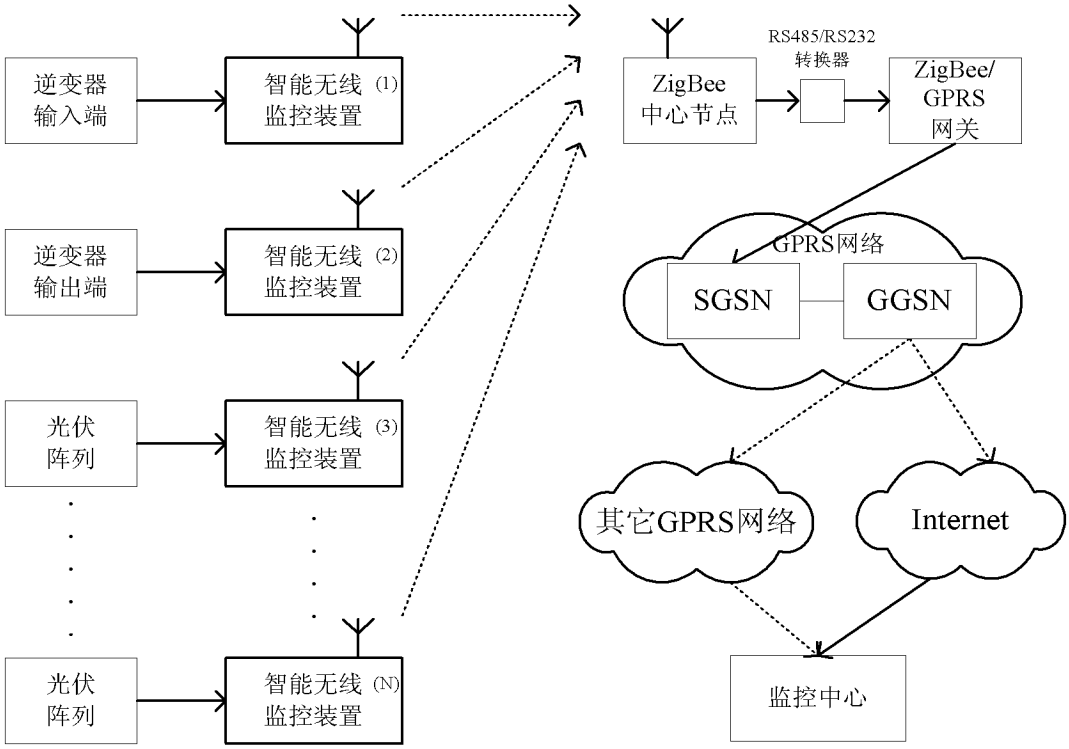

逆变器输入端
逆变器输出端
光伏阵列
光伏阵列
智能无线 (1) 监控装置
智能无线 (2) 监控装置
智能无线 (3) 监控装置
智能无线 (N) 监控装置
ZigBee中心节点
RS485/RS232转换器
ZigBee/GPRS网关
GPRS网络
SGSN
GGSN
其它GPRS网络
Internet
监控中心

图 4

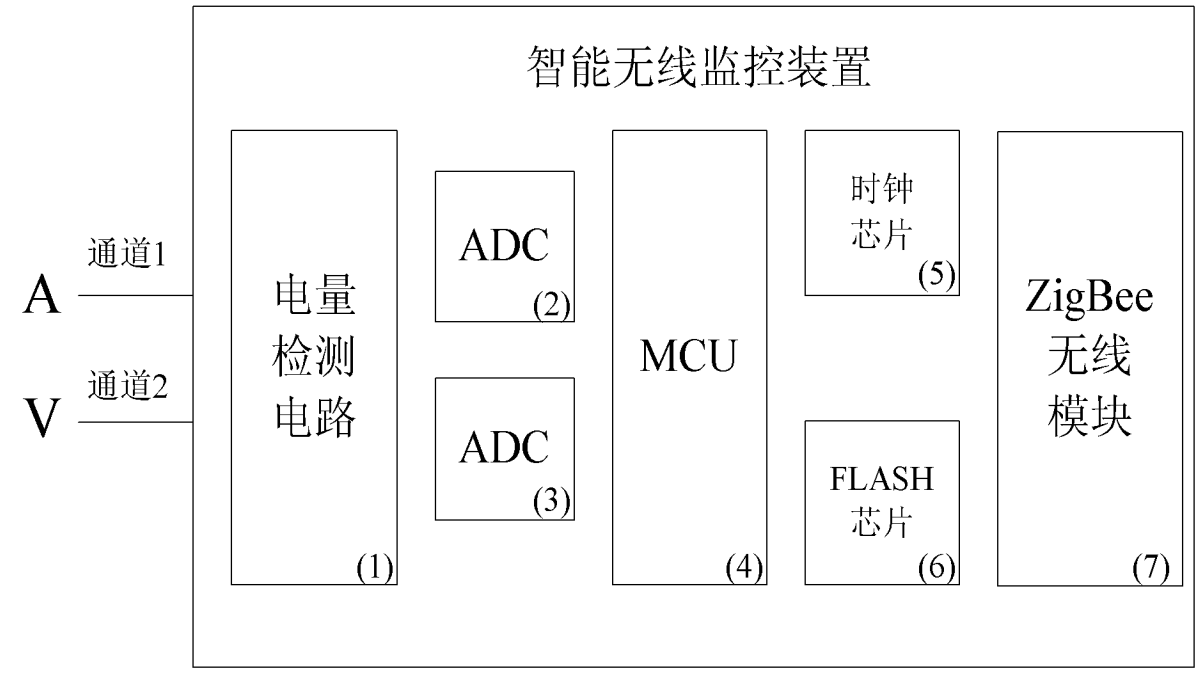

智能无线监控装置
A
通道1
V
通道2
电量检测电路
(1)
ADC
(2)
ADC
(3)
MCU
(4)
时钟芯片
(5)
FLASH芯片
(6)
ZigBee无线模块
(7)

图 5

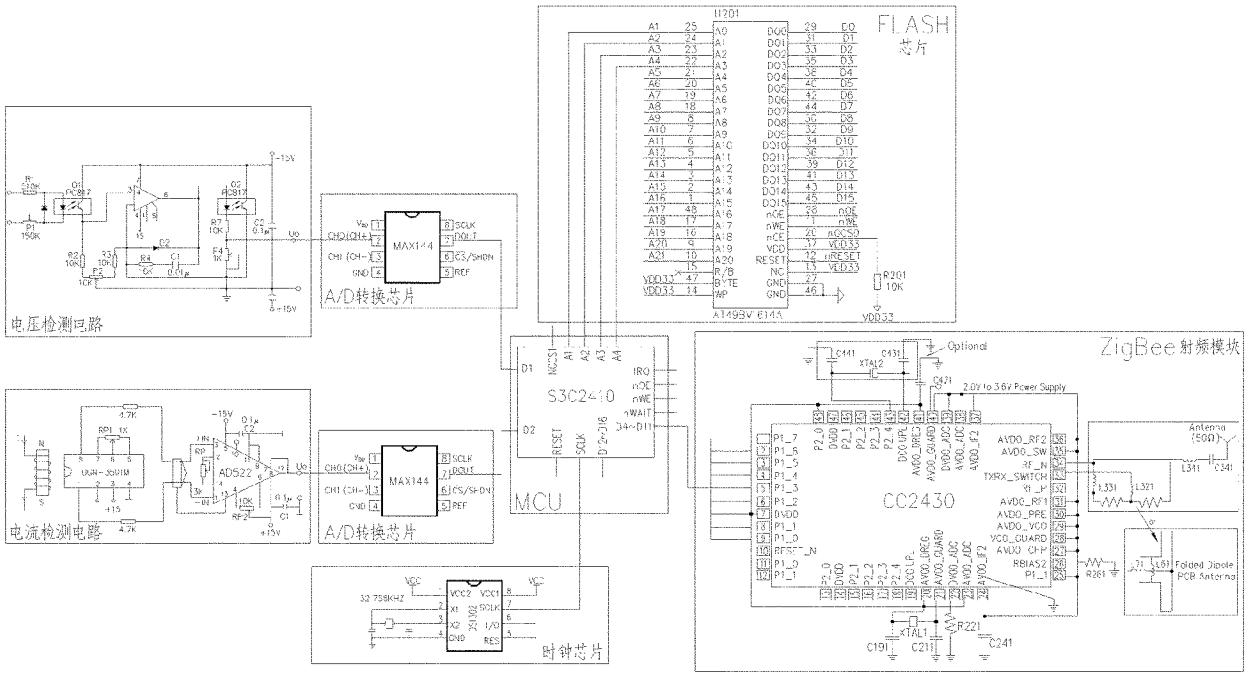

FLASH
电压检测电路
A/D转换芯片
电流检测电路
A/D转换芯片
MCU
S3C2410
时钟芯片
ZigBee射频模块
CC2430

图 6

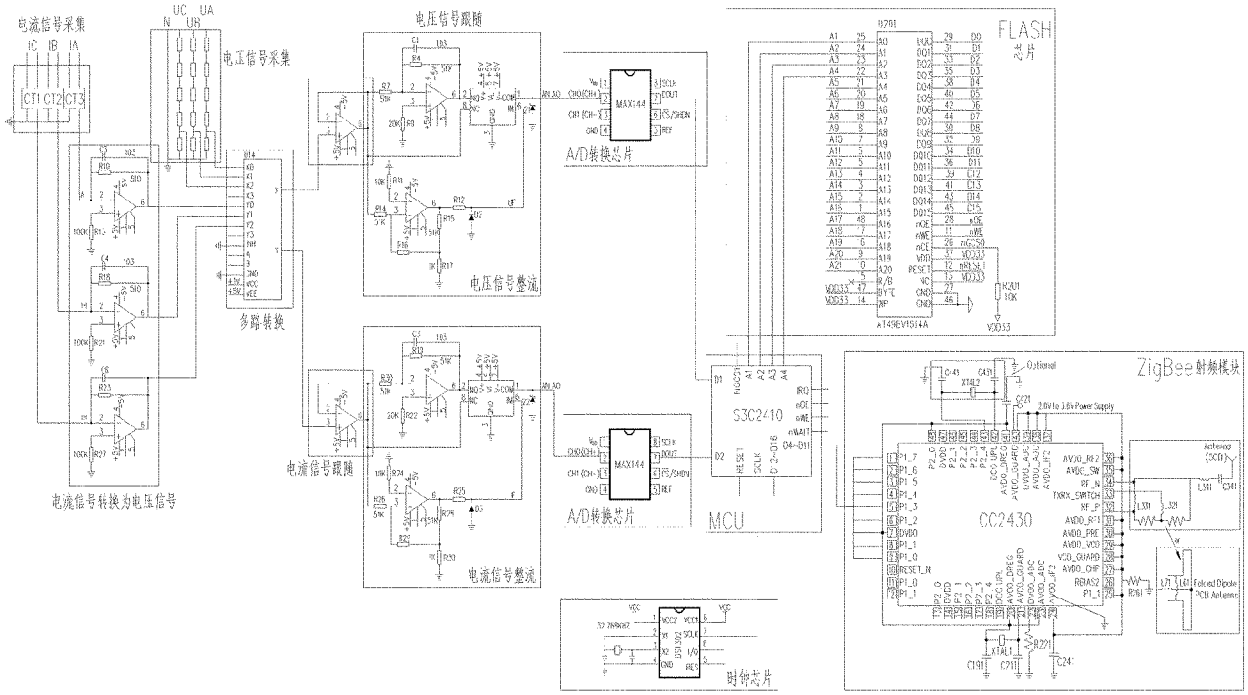

电流信号采集
电压信号采集
电压信号跟随
电压信号整流
多路转换
电流信号转换为电压信号
电流信号跟随
电流信号整流
A/D转换芯片
A/D转换芯片
FLASH
S3C2410
MCU
CC2430
ZigBee射频模块
时钟芯片

图 7