



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104796082 A

(43) 申请公布日 2015. 07. 22

(21) 申请号 201510197855. 2

(22) 申请日 2015. 04. 22

(71) 申请人 中国科学院广州能源研究所

地址 510640 广东省广州市天河区五山能源
路2号

(72) 发明人 吴志锋 舒杰 崔琼 吴昌宏

张继元 黄磊

(74) 专利代理机构 广州科粤专利商标代理有限

公司 44001

代理人 黄培智 莫瑶江

(51) Int. Cl.

H02S 50/00(2014. 01)

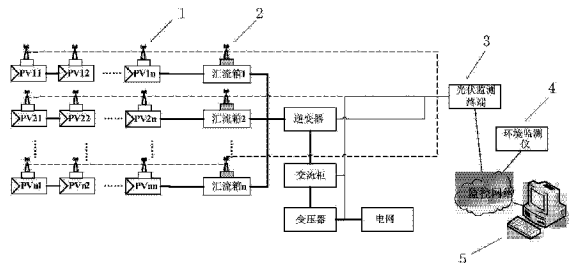
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种光伏发电系统在线故障诊断系统及方法

(57) 摘要

本发明提供了一种光伏发电系统在线故障诊断系统,包括具有分析和处理功能的上位机、与上位机相连的环境监测仪、光伏监测终端,以及分别设置在各路汇流箱上的汇流箱监测模块、分别设置在各块光伏组件上的组件监测模块等,其结构简单合理,通过在每块光伏组件上设置一个组件监测模块,在各个汇流箱上设置一个汇流箱监测模块,可检测每个光伏组件、每路光伏组串及汇流箱上的电压、电流和功率,并由多个监测模块组织为网络,并配合环境监测仪、光伏监测终端,使监测与采集到的光伏发电系统各设备的数据和其他参考数据可沿网络节点逐步上传至上位机,由此对光伏发电系统的运行状态进行综合分析,实现在线故障诊断的功能。



1. 一种光伏发电系统在线故障诊断系统,所应用的光伏发电系统包括交流柜以及若干台光伏逆变器,每台光伏逆变器接入若干路汇流箱,每路汇流箱接入若干路光伏组串,每路光伏组串由若干块光伏组件串联而成,其特征在于:

所述光伏发电系统在线故障诊断系统包括具有分析和处理功能的上位机、与上位机相连的环境监测仪、光伏监测终端,以及分别设置在各路汇流箱上的汇流箱监测模块、分别设置在各块光伏组件上的组件监测模块;

其中,

组件监测模块,用于监测光伏组件的电压、电流和功率,并上传至上级的汇流箱检测模块中;

汇流箱监测模块,用于采集汇流箱中每路光伏组串的电压、电流和功率,以及收集下级的组件检测模块上传的数据,一并上传至光伏监测终端;

光伏监测终端,用于收集各个汇流箱检测模块上传的数据,采集交流柜的运行参数,监测光伏发电系统中各个设备的开关状态信号和模拟量信号,并对收集、采集和监测的数据进行存储,再上传给上位机。

2. 一种采用如权利要求 1 所述光伏发电系统在线故障诊断系统的在线故障诊断方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤 A、依据光伏发电系统的类型确定待诊断设备;

步骤 B、确定表征待诊断设备运行状态的特征参数,并读取特征参数的实时值;

步骤 C、读取或依据所述待诊断设备的评估模型计算特征参数的阈值;

步骤 D、将对应的特征参数的实时值与阈值作差值;

步骤 E、当所述差值超出预设范围时,判定对应的待诊断设备存在故障,并记录故障、发送告警至运维人员;

步骤 F、从预设在上位机内的、具有读写和存储功能的知识库中读取故障处理办法并指导运维人员进行故障修复;

步骤 G、在故障修复后,更新所述知识库。

一种光伏发电系统在线故障诊断系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及太阳能发电领域,特别是涉及一种一体化、高效、智能的光伏发电系统在线故障诊断系统、一种光伏发电系统在线故障诊断方法。

背景技术

[0002] 经过十余年的快速发展,我国光伏产业已进入规模化发展阶段。截止 2013 年,我国光伏累计安装量为 17.16GW,2014 年新增光伏装机量目标为 14GW,2020 年光伏发电总容量将达 180GW。光伏发电系统的运行水平是影响系统效益的核心要素,它将直接影响光伏发电系统的运行维护成本、发电效率,以及发电可靠性,如何保障系统高水平运行是各方共同关心的问题。

[0003] 然而如此大规模的光伏发电系统,设备数量巨大,当某个设备发生故障时,对所有设备都逐一检查,工作量非常巨大。以一个 5 万千瓦的光伏电站为例,逆变器有 100 多台、汇流箱 800 多台、电池组件超过 19 万块,还有数量众多的直流汇流支路,加之当前光伏发电系统分布要么地理位置偏远、交通不便,要么建设在建筑屋顶,设备巡检和管理非常困难。

[0004] 目前也有针对光伏发电系统的数据采集和监控系统,但其存在的问题有:1) 监控数据不可采、不可信。没有组串监控或只有简单的组串数据采集,监控测量精度不高、测量数据不准确;2) 监控数据上报困难。监控数据通过 RS-485 总线上传,传输速率低、通信故障多、误告警和漏报情况严重;3) 故障定位困难。光伏组件及节点数量巨大,缺乏有效的故障定位手段,故障检测主要靠人工巡检、通过万用表手工测量比对,故障处理周期长、影响发电产出,维护效率低、投入人力大;4) 系统管理缺乏数字化手段。监控信息简单采集与呈现,大量数据报表通过 Excel 手工处理,数据综合分析能力差,发电经营分析及改进缺乏量化手段,无法实现多系统统一管理。

[0005] 可见,有必要对现有的光伏发电系统故障检测与诊断的系统、方法作改进。

发明内容

[0006] 针对上述问题,本发明的目的在于提出一种一体化、高效、智能的光伏发电系统在线故障诊断系统和方法,以实现光伏发电系统的在线故障诊断。

[0007] 为了解决上述技术问题,本发明的技术方案如下:

[0008] 一种光伏发电系统在线故障诊断系统,所应用的光伏发电系统包括交流柜以及若干台光伏逆变器,每台光伏逆变器接入若干路汇流箱,每路汇流箱接入若干路光伏组串,每路光伏组串由若干块光伏组件串联而成,所述光伏发电系统在线故障诊断系统包括具有分析和处理功能的上位机、与上位机相连的环境监测仪、光伏监测终端,以及分别设置在各路汇流箱上的汇流箱监测模块、分别设置在各块光伏组件上的组件监测模块;

[0009] 其中,

[0010] 组件监测模块,用于监测光伏组件的电压、电流和功率,并上传至上级的汇流箱检测模块中;

[0011] 汇流箱监测模块,用于采集汇流箱中每路光伏组串的电压、电流和功率,以及收集下级的组件检测模块上传的数据,一并上传至光伏监测终端;

[0012] 光伏监测终端,用于收集各个汇流箱检测模块上传的数据,采集交流柜的运行参数,监测光伏发电系统中各个设备的开关状态信号和模拟量信号,并对收集、采集和监测的数据进行存储,再上传给上位机。

[0013] 相应地,本发明还提出了一种光伏发电系统在线故障诊断方法,包括以下步骤:

[0014] 步骤A、依据光伏发电系统的类型确定待诊断设备;

[0015] 步骤B、确定表征待诊断设备运行状态的特征参数,并读取特征参数的实时值;

[0016] 步骤C、读取或依据所述待诊断设备的评估模型计算特征参数的阈值;

[0017] 步骤D、将对应的特征参数的实时值与阈值作差值;

[0018] 步骤E、当所述差值超出预设范围时,判定对应的待诊断设备存在故障,并记录故障、发送告警至运维人员;

[0019] 步骤F、从预设在上位机内的、具有读写和存储功能的知识库中读取故障处理办法并指导运维人员进行故障修复;

[0020] 步骤G、在故障修复后,更新所述知识库。

[0021] 本发明通过在每块光伏组件上设置一个组件监测模块,在各个汇流箱上设置一个汇流箱监测模块,可检测每个光伏组件、每路光伏组串及汇流箱上的电压、电流和功率,并由多个监测模块组织为网络,并配合环境监测仪、光伏监测终端,使监测与采集到的光伏发电系统各设备的数据和其他参考数据可沿网络节点逐步上传至上位机,由此对光伏发电系统的运行状态进行综合分析,实现在线故障诊断的功能。

[0022] 本发明具有以下优点:1、能采用较为容易获取、低成本、低功耗的部件作为组件监测模块,实现对数量庞大的光伏组件的监测,为其故障检测和定位提供了可行性;2、将光伏发电系统分为方阵级、组串级、组件级,实现故障的分级监测和定位,使故障监测和定位更快、更准确;3、监测与采集的数据更精确,并且逐级上报简单可靠,传输速率高、误报和漏报少。

附图说明

[0023] 图1为中高压并网非储能型光伏发电系统及其监控系统示意图;

[0024] 图2为光伏发电系统在线故障处置方法流程图;

[0025] 图3为低压并网非储能型光伏发电系统及其监控系统示意图;

[0026] 图4为低压并网储能型光伏发电系统及其监控系统示意图;

[0027] 图5为低压离网储能型光伏发电系统及其监控系统示意图;

[0028] 附图标记说明:1、组件监测模块;2、汇流箱监测模块;3、光伏监测终端;4、环境监测仪;5、上位机。

具体实施方式

[0029] 光伏发电系统按是否并网分为并网型和离网型光伏发电系统,按电压等级分为高压型、中压型和低压型光伏发电系统,按是否含储能分为储能型和非储能型光伏发电系统。一般对离网型而言,都是低压型,而且都应该配置储能系统。进一步的,对中、高压并网型而

言,一般不配置储能系统。而对于中、高压并网型光伏发电系统的结构,除并网的变压器电压等级不同外几乎是一致的。因此实际光伏发电系统主要有低压离网储能型、低压并网储能型、低压并网非储能型、中高压并网非储能型等四种。

[0030] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0031] 实施例 1

[0032] 图 1 为一个中高压并网非储能型光伏发电系统及其监控系统示意图。该光伏系统包括升压变压器、交流配电柜、光伏逆变器等设备,每台光伏逆变器接入若干路汇流箱,每路汇流箱又接入若干路光伏组串,每路光伏组串由多个光伏组件串联而成;上述设备的具体数量视系统规模而定。其在线故障诊断系统的配置方案为:一台上位机 5,一台光伏监测终端 3,一台环境监测仪 4,汇流箱监测模块 2 若干,组件监测模块 1 若干。对光伏发电系统进行在线故障诊断时,数据采集通信流程为:首先在每一块光伏组件中接入一个组件监测模块 1,由该组件监测模块 1 监测光伏组件的电压、电流、功率,并与上级汇流箱监测模块 2 通信,实时上报光伏组件的电压、电流、功率数据;然后在每个汇流箱中接入一个汇流箱监测模块 2,一方面采集汇流箱每路光伏组串总的电压、电流、功率数据,另一方面通过无线通信端口与安装在光伏组件上的组件监测模块 1 通信,获取光伏组件的电压、电流、功率数据,通过无线通信端口一并上送至光伏监测终端 3;光伏监测终端 3 在该系统中具有重要作用,其功能包括:(1) 无线通信功能,与汇流箱通信,采集汇流箱光伏组串及光伏组件的电压、电流、功率数据;(2) 具有开关量位置信号监测功能,监测光伏发电系统的变压器、交流柜、直流柜中的开关状态信号;(3) 具有模拟量监测功能,监测升压变压器、交流柜、直流柜中的模拟量信号;(4) 具有 RS485/RS232 通信功能,与光伏逆变器通信,采集光伏逆变器的相关数据;(5) 具有数据存储功能,将上述采集的数据进行存储;(6) 以太网通信功能,与上位机 5 通信,将上述数据上传给上位机 5。图中,细实线表示有线通信链路,虚线表示无线通信链路,粗实线则表示电力线。

[0033] 相应的,本发明还提出了一种光伏发电系统在线故障诊断方法,可作为软件程序运行在上位机中,包括以下步骤:

[0034] 步骤 A、依据光伏发电系统的类型确定待诊断设备;

[0035] 步骤 B、确定表征待诊断设备运行状态的特征参数,并读取特征参数的实时值;

[0036] 步骤 C、读取或依据所述待诊断设备的评估模型计算特征参数的阈值;

[0037] 步骤 D、将对应的特征参数的实时值与阈值作差值;

[0038] 步骤 E、当所述差值超出预设范围时,判定对应的待诊断设备存在故障,并记录故障、发送告警至运维人员;

[0039] 步骤 F、从预设在上位机内的、具有读写和存储功能的知识库中读取故障处理办法并指导运维人员进行故障修复;

[0040] 步骤 G、在故障修复后,更新所述知识库。

[0041] 图 2 为上位机 5 的故障诊断和处置流程。该方法是将整个光伏发电系统看成一个整体,对系统中各个设备设定相应的特征参数,通过采集这些特征参数的实时值,从设备上直接读取特征参数的阈值,或依照各设备故障的评估模型计算出特征参数的阈值,比较特征参数的实时值与阈值,从而对设备故障进行识别,并通过声、光、图像、短信等方式向运

维人员告警,由知识库给出故障处理建议;其中该知识库能根据每次故障处理结果,自主学习,不断完善。

[0042] 首先,依据光伏发电系统类型,确定所需要故障诊断的系统设备,即待诊断设备。光伏发电系统的设备主要有并网变压器、交流并网柜、光伏逆变器、直流柜、控制器、蓄电池、汇流箱、光伏组件等,其中又以光伏组件的数量最多,故障最难识别。但不是所有光伏发电系统都包括上述设备,如孤岛型光伏发电系统就没有并网变压器和并网柜,非储能型光伏发电系统就没有蓄电池和控制器。对于本实施例,光伏发电系统的设备主要有变压器、并网柜、光伏逆变器、汇流箱、光伏组件等,将这些设备作为待诊断设备。

[0043] 其次,根据不同的设备类型,确定能表征待诊断设备正常运行的特征参数,进而通过采集并判断这些运行参数是否处于正常范围,判断待诊断设备是否存在故障。

[0044] 并网变压器的特征参数包括高低压侧电压、电流、功率和变压器油温、压力等,其监测方法为通过光伏监测终端 3 采集,并通过光伏监测终端 3 所具有的以太网通信接口上传至监控中心。

[0045] 交流并网柜的特征参数为并网开关位置信号和计量表计。直流柜的特征参数为直流开关位置信号。其监测方法和并网变压器的方法一样,通过光伏监测终端 3 采集并上送。

[0046] 光伏逆变器的特征参数包括直流侧电压、电流、功率,交流侧电压、电流、功率、频率、功率因数,模块温度等。另外很多光伏逆变器本身也具有故障监测功能,形成告警状态字。这些都通过光伏逆变器本身的监控接口(一般为 RS232 或 RS485)上送至上位机 5。

[0047] 控制器和蓄电池通常应用于需要储能的光伏发电系统中,而且必须同时使用,对蓄电池的监测也大都通过控制器来实现,复杂的控制器需要对每节蓄电池的状态进行监测,简单的控制器只监测蓄电池组串的状态。其特征参数包括电压、电流、温度等。控制器根据这些特征参数实时值,判断蓄电池的充放电状态,通过本身的监控接口上送至上位机 5。

[0048] 光伏组件的特征参数为组件的电压、电流及功率。对于光伏组件的故障监测最为困难,为了准确监测和定位光伏组件的故障,本发明可以通过方阵级、组串级、组件级等三级来进行监测。其基本原理是:将光伏组件的技术指标参数如伏安特性、转换效率、开路电压、电流等,和环境监测仪 4 监测的太阳辐射(包括总辐射、散射、直射)、环境温度、湿度、大气压等参数,一起输入光伏发电系统的输出功率计算模型中,分别计算出方阵级、组串级、组件级等三级的发电输出功率理论值,再与逆变器、汇流箱、组件监测模块 1 所监测的对应各级的实际发电输出值相比较,看差值是否在合理范围,如果差值在合理范围内则认为没有故障,反之则认为该级组件存在故障。

[0049] 其中,光伏发电系统的输出功率计算模型为:首先根据环境参数(主要是太阳辐射和温度),对组件 V-I 特性曲线,得出组件理论输出功率(记为 P)。对于组串功率计算公式: $P_{\text{总}} = P \times N \times \eta_1$,式中 N 为组件个数, η_1 为串联效率。对于方阵功率计算公式如下: $P_{\text{总}} = P \times N \times \eta_2$,式中 η_2 为方阵效率。对于同一光伏发电系统而言,串联组件数和并联组件数基本都是固定,因此在系统中可以将 η_1 、 η_2 选取为某一常数。

[0050] 组件级的监测方法为在每块光伏组件上嵌入一个低成本、低功耗的组件监测模块 1,该组件监测模块 1 不仅能够检测光伏组件的电压、电流和功率,还具有无线 Wifi 通信功能,能够自动检测相邻的 Wifi 节点,自组织网络。各组件监测模块 1 的控制命令与采集的数据沿着其他传感器节点逐条地进行传输,并经过多条路由到汇聚节点——网关(中继接

收传输器),最后通过有线以太网及 WiFi、3G 等无线通讯方式送达上位机 5。

[0051] 如果待诊断设备有故障则产生告警,并通过声、光、图像、短信等方式通知运维人员,再从故障诊断的知识库中查询故障处理办法,指导运维人员进行故障修复;或运维人员结合自身技能、经验和实际情况对故障进行修复。最后,根据运维人员对故障的修复方案,更新知识库,为下一次故障处理提供更好的指导;如此反复,使知识库不断完善。

[0052] 实施例 2

[0053] 图 3 为一个低压并网非储能型光伏发电系统及其监控系统示意图,与实施例 1 相比,光伏发电系统的结构几乎完全一致,所不同的是没有升压变压器。因此光伏发电系统在线故障诊断系统与实施例 1 相同,而对光伏发电系统进行在线故障诊断时,在确定待诊断设备时仅需排除升压变压器即可。

[0054] 其它技术特征与实施例 1 相同,此处不再赘述。

[0055] 实施例 3

[0056] 图 4 为一个低压并网储能型光伏发电系统及其监控系统示意图,与实施例 2 相比,该光伏发电系统增加了充放电控制器及蓄电池。其在线故障诊断方法为:由充放电控制器采集监测其交直流端的电压、电流、功率及蓄电池的工作温度,存储并上传这些数据至上位机 5;在上位机 5 中建立这些设备的故障诊断模型,确定能表征这些设备正常运行的特征参数,判断这些运行参数是否处于正常范围,进而判断该设备是否存在故障。

[0057] 其它技术特征参照实施例 1、2,此处不再赘述。

[0058] 实施例 4

[0059] 图 5 为一个低压离网储能型光伏发电系统及其监控系统示意图,与实施例 3 相比,该光伏发电系统仅在交流汇入交流柜时不与配电网相连,而是直接与负荷相连,但这并不影响在线故障诊断系统的搭建和对故障的诊断和处置,因此其在线故障诊断方法与实施例 3 相同。

[0060] 上述实施例之间相互参照。

[0061] 本发明通过在每块光伏组件上设置一个组件监测模块,在各个汇流箱上设置一个汇流箱监测模块,可检测每个光伏组件、每路光伏组串及汇流箱上的电压、电流和功率,并由多个监测模块组织为网络,并配合环境监测仪、光伏监测终端,使监测与采集到的光伏发电系统各设备的数据和其他参考数据可沿网络节点逐步上传至上位机,由此对光伏发电系统的运行状态进行综合分析,实现在线故障诊断的功能。其采用较为容易获取、低成本、低功耗的部件作为组件监测模块,实现对数量庞大的光伏组件的监测,为其故障检测和定位提供了可行性;将光伏发电系统分为方阵级、组串级、组件级,实现故障的分级监测和定位,使故障监测和定位更快、更准确;监测与采集的数据更精确,并且逐级上报简单可靠,传输速率高、误报和漏报少。

[0062] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明的保护范围应以所附权利要求为准。

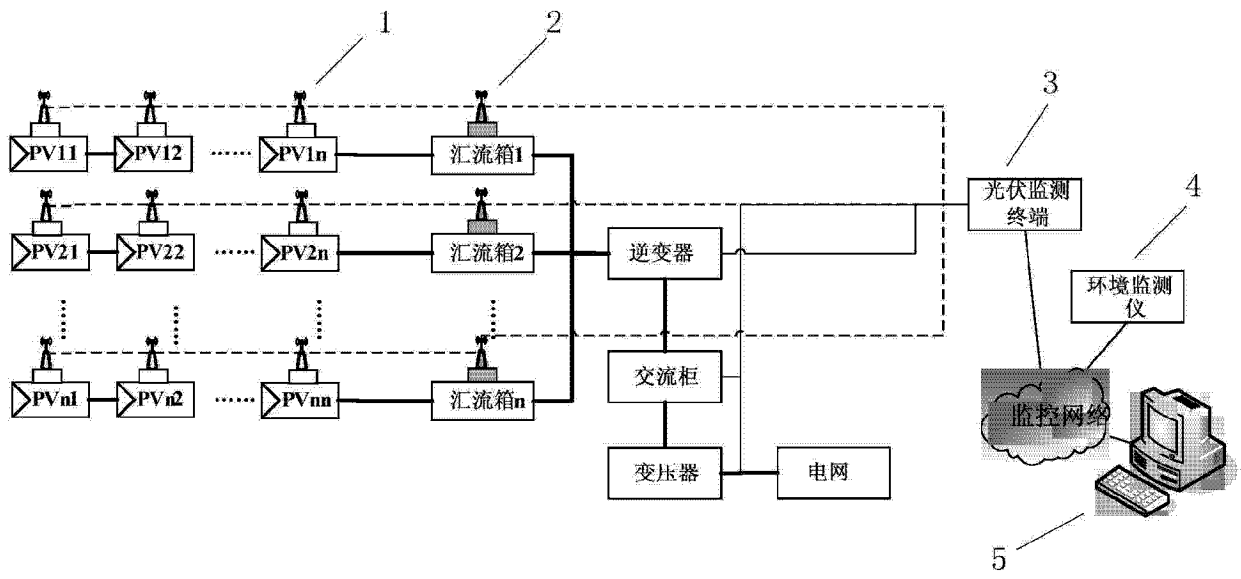


图 1

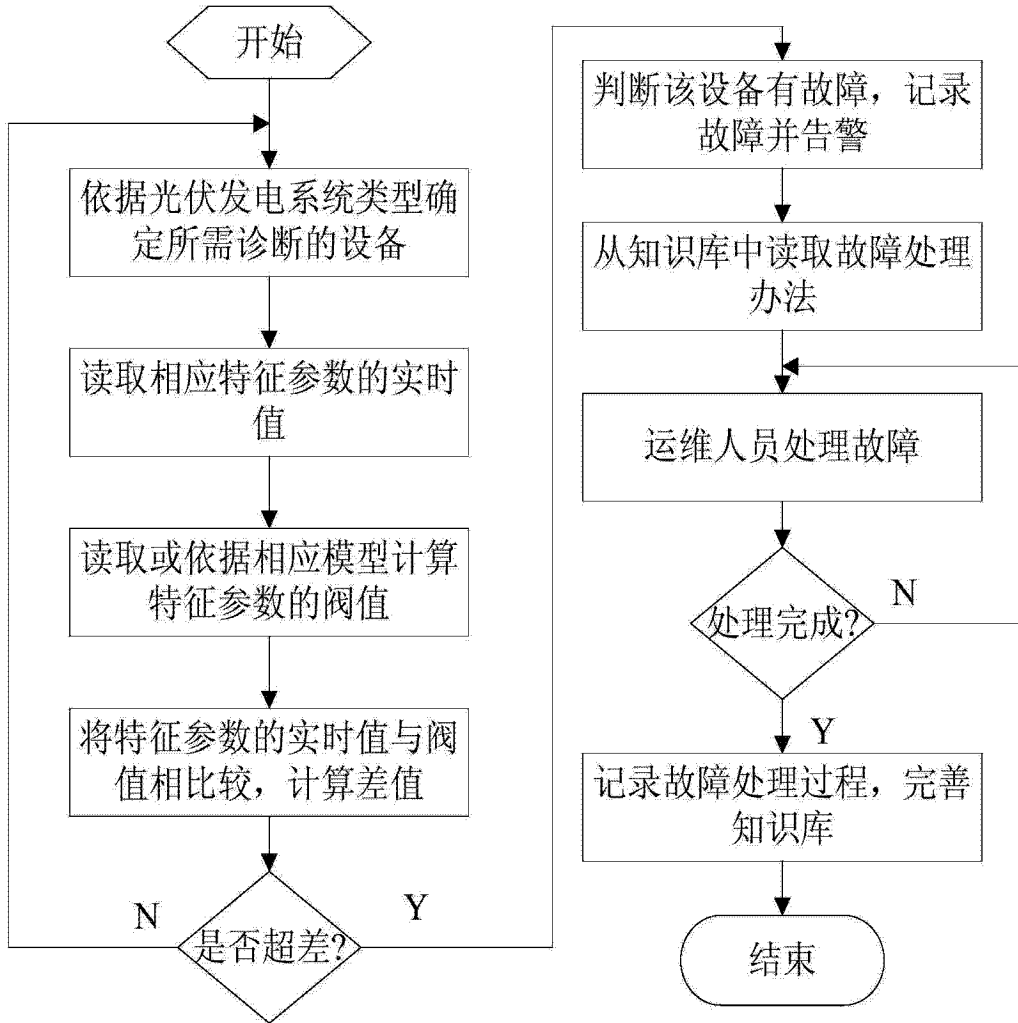


图 2

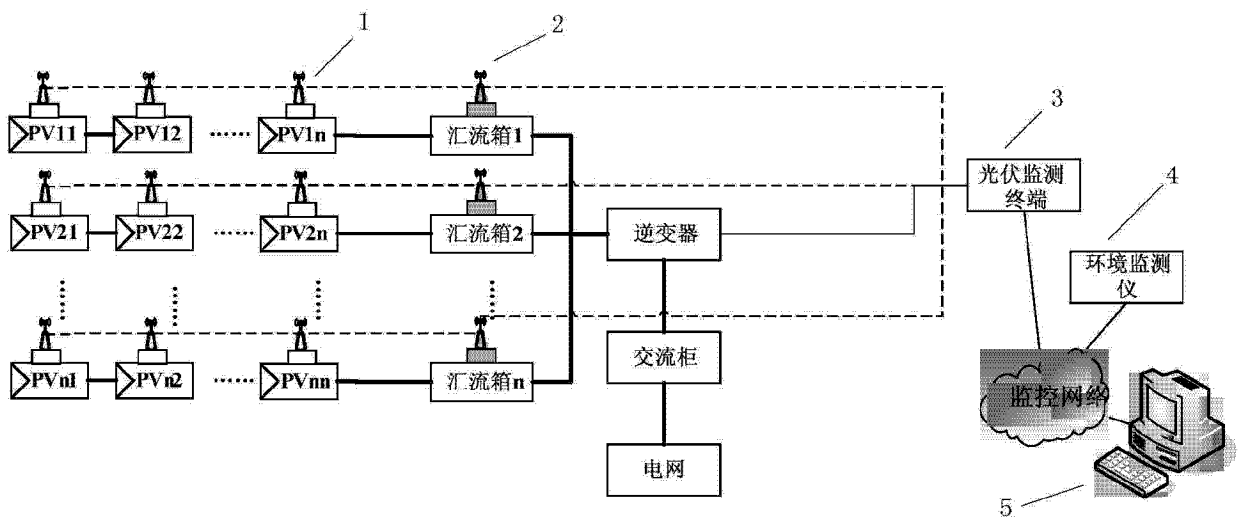


图 3

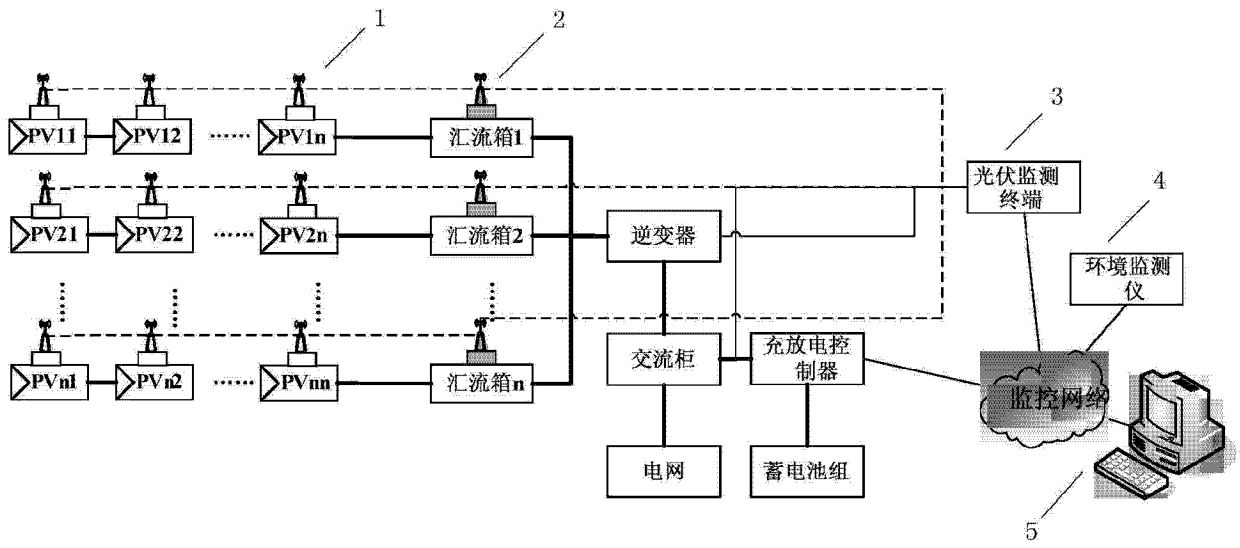


图 4

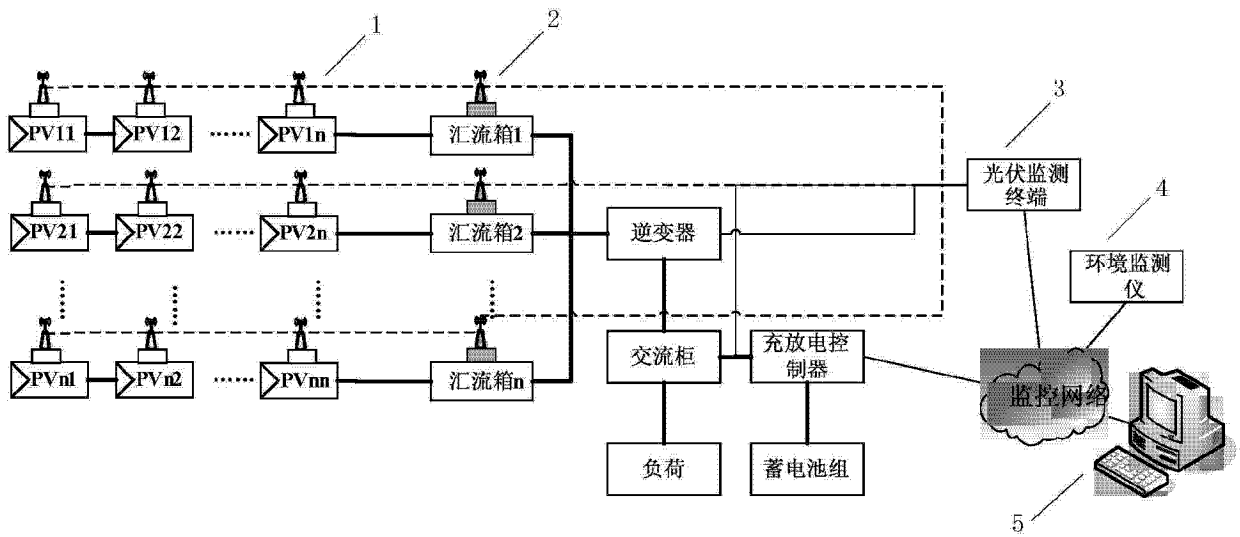


图 5