



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105337306 A

(43) 申请公布日 2016. 02. 17

(21) 申请号 201510696179. 3

(22) 申请日 2015. 10. 23

(71) 申请人 北京科诺伟业科技股份有限公司
地址 100083 北京市海淀区王庄路 1 号清华
同方科技广场 B 座 23 层

(72) 发明人 伍春生 付勋波 许洪华

(74) 专利代理机构 北京科迪生专利代理有限责
任公司 11251

代理人 关玲

(51) Int. Cl.

H02J 3/38(2006. 01)

H02J 3/32(2006. 01)

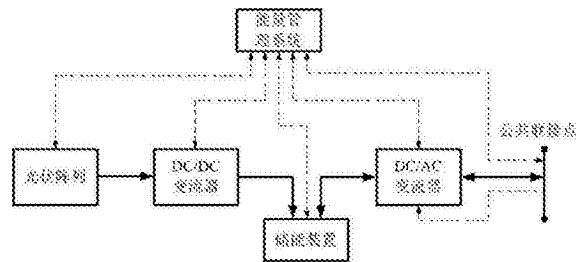
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种光储一体化发电系统

(57) 摘要

一种光储一体化发电系统,包括光伏阵列、DC/DC 变流器、储能装置、DC/AC 变流器和能量管理系统。DC/DC 变流器的输入端与光伏阵列连接,DC/DC 变流器的输出端通过储能装置与 DC/AC 变流器的输入端相连,储能装置的输出端与 DC/AC 变流器的输入端连接,DC/AC 变流器与公共连接点连接。DC/AC 变流器在最大限度地捕获光伏阵列的电同时,执行对储能装置的充电管理。储能装置存储所述光储一体化发电系统的电能 ;DC/AC 变流器接受 DC/DC 变流器和储能装置两部分的电能,并将电能输出至与外部公共大电网联接的公共连接点。能量管理系统通过通讯网络实现对所述光伏阵列、DC/DC 变流器、储能装置、DC/AC 变流器的数据交互,制定光储一体化发电系统的运行及调度策略,实现对该光储一体化发电系统的运行管理。



1. 一种光储一体化发电系统,其特征在于,所述的光储一体化发电系统包括光伏阵列、DC/DC 变流器、储能装置、DC/AC 变流器,以及能量管理系统;DC/DC 变流器的输入端与光伏阵列相连接,DC/DC 变流器的输出端通过储能装置与 DC/AC 变流器的输入端相连,储能装置的输出端与 DC/AC 变流器的输入端连接,DC/AC 变流器与公共连接点连接;DC/AC 变流器负责最大限度地捕获光伏阵列的电能同时,执行对储能装置的充电管理;储能装置对所述光储一体化发电系统的电能进行存储;DC/AC 变流器接受 DC/DC 变流器和储能装置两部分的电能,并将电能输出至公共联接点,该公共联接点与外部公共大电网联接;能量管理系统通过通讯网络实现对所述光伏阵列、DC/DC 变流器、储能装置、DC/AC 变流器的数据交互,制定所述光储一体化发电系统的运行及调度策略,实现对该光储一体化发电系统的运行管理。

2. 根据权利要求 1 所述的光储一体化发电系统,其特征在于,所述 DC/DC 变流器采用 BUCK 降压或 BOOST 升压电路,只能实现能量的单向流动。

3. 根据权利要求 1 所述的光储一体化发电系统,其特征在于,所述储能装置所允许的最低电压取决于其后级 DC/AC 变流器逆变输出电压值;对于独立型微电网系统,储能装置的容量应能保证在没有太阳光的情况下连续给本地重要负荷供电 4 ~ 8 小时;对于联网型微电网系统,储能装置的容量应能最少支撑光伏额定容量 10 分钟。

4. 根据权利要求 1 所述的光储一体化发电系统,其特征在于,所述 DC/AC 变流器采用 H 桥或三相半桥电路,经 LC 低通滤波后接 Δ/Y 隔离升压变压器接入公共联结点,能够实现能量的双向流动。

5. 根据权利要求 1 所述的光储一体化发电系统,其特征在于,所述公共联结点通过开关接入公共电网,并且开关状态通过 IO 口干结点的形式与 DC/AC 变流器通讯。

6. 根据权利要求 1 所述的光储一体化发电系统,其特征在于,所述的能量管理系统通过对公共联结点处电压及频率信息的检测分析,判断公共联接点处的电网是否正常,根据电网状态判断所述光储一体化发电系统处于独立运行还是并网运行,如果电网正常,运行在并网状态;反之,运行在独立状态;在独立运行模式下,能量管理系统根据所述光储一体化发电系统中的光伏阵列和储能装置间的功率动态平衡原则制定对 DC/DC 变流器的最优充电控制策略;DC/AC 变流器一方面实现电压/频率组网控制,另一方面通过对公共联接点处的交流电压与频率的检测判断,实现对储能装置电压的稳压控制。

7. 根据权利要求 6 所述的光储一体化发电系统,其特征在于,在并网运行模式下,所述的 DC/DC 变流器执行光伏最大功率点跟踪算法,按照最优充电策略给储能装置充电,并将多余的能量输送给 DC/AC 变流器;针对不同的应用场合,能量管理系统制定出不同的运行策略;当需要保证光伏阵列的稳定输出,保证光伏阵列能量最大限度并入电网,DC/AC 变流器执行对公共联结点处恒功率输出的调度策略;当需要实现对储能装置激活控制时,DC/AC 变流器通过能量管理系统的功率调度指令,执行对储能装置的均充或均放;当需要保证公共联结点处的电能质量时,DC/AC 变流器执行相应的电网友好性控制策略,使并网点电能质量达到设定的要求;当需要通过储能装置实现削峰填谷时,DC/AC 变流器根据调动策略执行相应的有功与无功输出;

当通讯故障时,所述 DC/AC 变流器主要执行基于电力电子装置的能量变换功能,公共联结点处安装的检测单元对开关外侧的电网状态进行检测,当检测到电网异常,发出指令断开开关,通过 IO 口干结点将状态传递给 DC/AC 变流器,执行由并网到独立的切换;当检测

到电网恢复正常,检测单元根据拍频控制开关两侧的电压相位一致后闭合开关,通过 I0 口干结点将状态传递给 DC/AC 变流器,将独立运行的电压给定值设为电网电压幅值并执行由独立到并网的切换。

一种光储一体化发电系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种光储一体化发电系统,尤其是光储微电网、可控型光储一体化发电系统。

背景技术

[0002] 世界常规能源供应短缺危机日益严重,化石能源的大量开发利用已成为造成自然环境污染和人类生存环境恶化的主要原因之一,寻找新兴能源已成为世界热点问题。各种新能源中,太阳能光伏发电具有无污染、可持续、总量大、分布广、应用形式多样等优点,受到世界各国的高度重视。随着光伏发电接入电网的比例不断提高,光伏发电的间隙性与不可确定性给电量系统的稳定性带来了很多问题,而光储一体化发电系统可通过能量存储和优化配置实现本地能源生产与用能负荷的基本平衡,增强光伏发电系统的友好性。

[0003] 对于光伏并网系统,通过配置一定容量的储能系统组成可控型光储一体化发电系统,使光伏发电具有与传统发电系统一样的特性,具备可调度能力,减少对大电网的并网冲击,解决大规模可再生能源间歇性、波动性、不确定性及电力电子接口给电网带来的问题,提高可再生能源的置信度与在用户侧的安全消纳。

[0004] 对于微电网系统,本着因地制宜,科学设计的原则,组建光储微电网,可根据需要与公共电网灵活互动且相对独立运行。由光储一体化发电系统形成的微电网项目可依托已有配电网建设,也可以结合新建的独立电网建设;可以是单个光储微电网,也可以是某一区域内多个光储微电网构成的为电网群。

[0005] 近几年来,在能源与环境问题的趋势下,光伏发电在我国得到了飞速的发展,但相应的问题也越来越明显,导致弃光限电问题严重。光储一体化发电系统可看成光伏并网系统的升级版,通过能量管理系统将太阳能的自由利用和常规能源的高效利用结合起来,促进太阳能的高比例且更为有效的利用。对于高比例光伏发电系统的稳定性及光储微电网系统的研究正成为学术界的探讨热点,但还停留在研究与示范阶段。

[0006] 国家电网在河北省张北县建立了风光储输示范系统,旨在通过集中储能系统来解决大规模光伏或风电并网问题,但效果与作用并不明显,仍然没有解决张北大规模可再生能源的并网难题。中国专利 CN 103337886 A 提出了一种工业园区风光储微电网系统,主要阐述了系统的组成与架构,其架构主要是基于纯交流母线的拓扑,并且没有提出系统具体的配置原则、控制策略、工作模式与流程,很难实现系统的可复制性与规模化推广。

发明内容

[0007] 针对目前光伏发电规模化利用存在的问题,本发明提出了一种交流母线与直流母线混合的光储一体化发电系统。本发明设计合理、发电系统效率高、可模块化即插即用、便于规模化推广。

[0008] 本发明的技术方案如下:

[0009] 一种光储一体化发电系统,包括:光伏阵列、DC/DC 变流器、储能装置、DC/AC 变流

器,以及能量管理系统。

[0010] 光伏阵列作为能量输入接口,用于将太阳能转换为电能。DC/DC 变流器的输入端与光伏阵列相连接,DC/DC 变流器的输出端通过储能装置与 DC/AC 变流器的输入端相连,储能装置的输出端与 DC/AC 变流器的输入端连接,DC/AC 变流器与公共连接点连接。DC/AC 变流器负责最大限度地捕获光伏阵列的电能同时,执行对储能装置的充电管理。储能装置对本发明光储一体化发电系统的电能进行存储,从而实现能量输入输出的解耦;DC/AC 变流器接受 DC/DC 变流器和储能装置两部分的电能,并将电能输出至公共联接点,该公共联接点是光储一体化发电系统的交流输出端,通过该唯一的端口与外部公共大电网进行联接。能量管理系统通过通讯网络实现对所述光伏阵列、DC/DC 变流器、储能装置、DC/AC 变流器的数据交互,制定本发明光储一体化发电系统的最优运行及调度策略,实现对该光储一体化发电系统的运行管理。

[0011] 所述储能装置可以是锂离子电池、铅酸/碳、液流等各种储能形式,储能装置所允许的最低电压取决于其后级 DC/AC 变流器逆变输出电压值。光储一体化发电系统可适用于并网与微电网两种应用形式,但在两种应用场合下储能装置的作用及其容量配置原则均不同,分别说明如下。

[0012] 光储一体化发电系统应用于并网系统时,储能装置的作用主要是为了有效抑制光伏发电的不平稳性。因此,当光储一体化发电系统只工作在并网模式下,可通过能量管理系统执行相应的控制策略,使整个光伏发电系统在公共联接点处的功率可控,平滑由可变电源和或可变负载引起的功率波动,稳定电网,从而提高光伏发电系统穿透率与利用率。此外储能装置还可以根据电网需求,通过无功控制为电网提供电压支持,该控制模式可用于并网波形优化、滤波、调峰和调节电能质量。综合考虑经济性与可靠性的原则,在该场合下,储能装置的设计容量不宜过大,由于光伏发电单元是以电力电子为接口,光伏最大功率点跟踪响应速度在 1 秒以内,储能装置的容量应能最少支撑光伏额定容量 10 分钟。本发明光储一体化发电系统应用于微电网系统时,除了并网状态的控制方法外,在独立运行状态下,储能装置还要对微电网内部的本地负荷提供不间断的电力支撑。此时储能装置的容量选择主要取决于两个因素,一是微电网系统的最长停电时间;其次是当地太阳的最大阴雨天数。因此对于联网型微电网,储能装置的容量可设计为当地最长停电时间与本地负荷的功率的乘积,针对一般的应用情况储能支撑时间为 10 分钟~2 个小时;对于独立型微电网系统,储能装置的容量应能保证在没有太阳光的情况下连续给本地重要负荷供电 4~8 小时。

[0013] 所述 DC/DC 变流器采用 BUCK 降压或 BOOST 升压电路,只能实现能量的单向流动,多路 DC/DC 电路并联运行采用交错并联的形式来实现;所述 DC/DC 变流器采用数字化控制,具有光伏最大功率点跟踪、蓄电池充电管理策略功能。

[0014] 所述 DC/AC 变流器采用 H 桥或三相半桥电路,经 LC 低通滤波后接 Δ/Y 隔离升压变压器接入公共联结点,能够实现能量的双向流动;所述 DC/AC 变流器采用数字化控制,可根据公共联结点状态决定是独立、并网还是平滑切换运行,根据储能装置的状态决定是逆变还是整流运行。

[0015] 所述公共联结点处通过开关接入公共电网、其他发电系统或独立的负载。对于微电网系统,此处的开关要求为快速并网开关,并且开关状态通过 IO 口干结点的形式与 DC/AC 变流器进行通讯。

[0016] 所述储能装置的充电可以通过 DC/DC 变流器也可以通过 DC/AC 变流器实现,这主要取决于光储一体化发电系统的运行状态及能量管理系统的调度指令;光储一体化系统优先采用 DC/DC 变流器执行最大功率点跟踪算法给储能装置充电;在独立运行状态下,在保证负荷供电情况下,最大限度地给储能装置充电;在并网运行状态下,一直执行最大功率点跟踪算法,按照最优充电策略给储能装置充电,并将多余的能量输给 DC/AC 变流器。并网运行状态下,DC/AC 变流器会根据能量管理系统的调度指令对储能装置实现定时均充/均放充放电控制策略。

[0017] 本发明光储一体化发电系统的光伏阵列、DC/DC 变流器、储能装置、DC/AC 变流器及能量管理系统各部分之间既相互联系又彼此独立。所述光储一体化发电系统在通讯正常时,通过能量管理系统制定最优的运行及调度策略;当出现通讯故障时,DC/DC 变流器及 DC/AC 变流器等设备依然可以通过各自的控制系统稳定运行。具体控制方法如下:

[0018] 能量管理系统是本发明光储一体化发电系统运行优化及管理控制的核心,通过 RS485 通讯网络收集并分析处理光伏阵列、DC/DC 变流器、储能装置、DC/AC 变流器及公共联结点的运行数据信息,制定最优的运行及调度策略,并通过 RS485 通讯网络下发控制指令给相应的 DC/DC 变流器和 DC/AC 变流器。

[0019] 能量管理系统通过对公共联结处电压及频率信息的检测分析,判断公共联结点处的电网是否正常,根据电网状态判断光储一体化发电系统处于独立运行还是并网运行,如果电网正常,运行在并网状态;反之,运行在独立状态。

[0020] 然后,能量管理系统根据运行模式来制定相应的调度策略。在独立运行模式下,能量管理系统根据光储一体化发电系统中的光伏阵列和储能装置间的功率动态平衡原则,制定对 DC/DC 变流器的最优充电控制策略;DC/AC 变流器一方面实现电压/频率组网控制,另一方面通过对公共联结点处的交流电压与频率的检测判断,实现对储能装置电压的稳压控制。

[0021] 在并网运行模式下,DC/DC 变流器始终执行光伏最大功率点跟踪算法,按照最优充电策略给储能装置充电,并将多余的能量输送给 DC/AC 变流器。针对不同的应用场合,能量管理系统制定出不同的最优运行策略,当需要保证光伏阵列的稳定输出,保证光伏阵列能量最大限度并入电网时,DC/AC 变流器执行对公共联结处恒功率输出的调度策略;当需要实现对储能装置激活优化控制时,DC/AC 变流器通过能量管理系统的功率调度指令,执行对储能装置的均充或均放;当需要保证公共联结点处的电能质量时,DC/AC 变流器执行相应的电网友好性控制策略,使并网点电能质量达到设定的要求;当需要通过储能装置来实现削峰填谷,DC/AC 变流器根据调动策略执行相应的有功与无功输出。

[0022] 当通讯故障时,所述 DC/AC 变流器主要执行基于电力电子装置的能量变换功能,公共联结处需要安装检测单元对开关外侧的电网状态进行检测,当检测到电网异常,检测单元会发出指令断开开关,通过 I0 口干结点将电网状态传递给 DC/AC 变流器,DC/AC 变流器执行由并网到独立的切换;反之,当检测到电网恢复正常,检测单元会根据拍频控制等待开关两侧的电压相位一致后闭合开关,通过 I0 口干结点将电网状态传递给 DC/AC 变流器,DC/AC 变流器将独立运行的电压给定值设为电网电压幅值并执行由独立到并网的切换。

[0023] 本发明的光储一体化发电系统可以对系统中光伏发电及储能装置容量进行灵活配置,控制发电系统在多种模式下工作,从而能够根据电网状况、环境状况以及发电系统本

身的状况灵活地控制整个发电系统的运行模式,实现更加高效同时稳定的运行。

附图说明

- [0024] 图 1 光储一体化发电单元的组成;
- [0025] 图 2 光储微电网典型应用系统;
- [0026] 图 3 能量管理系统控制策略流程图;
- [0027] 图 4 微电网运行模式判断流程图;
- [0028] 图 5 DC/AC 变流器的运行模式框图。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步说明。

[0030] 如图 1 所示,本发明光储一体化发电系统主要包括:光伏阵列、DC/DC 变流器、储能装置、DC/AC 变流器,以及能量管理系统。

[0031] 光伏阵列作为能量输入接口,用于将太阳能转换为电能。DC/DC 变流器的输入端与光伏阵列相连,DC/DC 变流器的输出端储能装置与 DC/AC 变流器的输入端相连,储能装置的输出端与 DC/AC 变流器的输入端连接,DC/AC 变流器公共连接点连接。DC/DC 变流器负责最大限度地捕获光伏阵列的电能同时,执行对储能装置的充电管理。储能装置对本发明光储一体化发电系统中的电能进行存储,从而实现能量输入输出的解耦。DC/AC 变流器接受 DC/DC 变流器和储能装置两部分的电能,并将电能输出至公共联接点。该公共联接点是光储一体化发电系统的交流输出端,通过该唯一的端口与外部公共大电网进行联接。能量管理系统通过通讯网络实现对光伏阵列、DC/DC 变流器、储能装置、DC/AC 变流器的数据交互,制定系统的最优运行及调度策略,实现对该光储一体化发电系统的运行管理。

[0032] 图 2 是根据本发明光储一体发电系统在微电网中的一个典型应用案例。如图 2 所示,整个微电网的组成部分主要包括:光储一体化发电系统、n 组纯光伏并网发电支路及本地负荷三个部分。其中所述光储一体化发电系统作为微电网系统独立运行时的组网单元;n 组纯光伏并网发电支路作为并网单元,每个支路的光伏阵列通过光伏并网逆变器以电流源方式并入公共联接点。整个微电网通过唯一的公共联结点接入公共大电网,并通过并网开关将本地负荷与大电网分开。当大电网正常时,并网开关闭合,光储一体发电系统并网运行;当电网故障,并网开关断开,光储一体发电系统独立运行,通过微电网给本地负荷供电。

[0033] 图 3 是能量管理系统控制策略流程图。能量管理系统通常由本地服务器配备外围接口单元完成对整个光储一体化发电系统的数据采集和数据的后台挖掘处理功能,根据采集到的数据信息经过逻辑算法,通过本地执行单元实现对设备的功率调度和控制保护等功能。

[0034] 图 4 是微电网运行模式判断的流程图,微电网主要分为以下四种运行状态:

[0035] A) 并网运行:本发明光储一体发电系统并网运行时,DC/AC 变流器处于并网运行状态,能量管理系统根据储能装置蓄电池的荷电状态判断 DC/AC 变流器是否需要给蓄电池进行充电以及以何种方式充电;对于不需要接受功率调度的光伏并网支路,其中的光伏并网逆变器以最大功率发电,对需要接受功率调度指令的光伏并网支路,能量管理系统将调度指令发送给光伏并网逆变器按照指令控制发电功率。

[0036] B) 由并网运行模式向独立运行模式切换:在并网状态下如果能量管理系统检测到电网失电或电网故障,则控制并网开关断开,同时 DC/AC 变流器自动切换到独立运行模式,以电压源形式启动组建系统电压;光伏并网逆变器因失电停机,能量管理系统在 DC/AC 变流器启动完成之后,控制光伏并网逆变器重新启动,微电网进入独立运行模式。

[0037] C) 独立运行模式:微电网独立运行时,能量管理系统的管理原则是通过电源和负荷的管理来维持微电网功率的动态平衡,保证母线电压和频率的稳定。此时 DC/AC 变流器电压源运行,输出三相交流电压组网,光伏并网逆变器并联运行。此时能量管理系统根据负荷大小与光伏阵列的发电功率大小,需要对光伏阵列和负荷进行管理。

[0038] 这种情况下本发明光储一体发电系统分为两种运行方式,一是负荷功率大于光伏阵列的输出功率,此时各组光伏并网逆变器以最大功率发电,DC/AC 变流器补充负荷剩余部分的功率需求,储能装置释电能,能量管理系统实时监测储能装置的状态,当储能装置放电到截止电压时,能量管理系统启动负荷管理,即根据实际情况对不同负荷进行分类,优先重要敏感负荷的供电,首先切除非重要负荷直到储能装置停止放电;二是负荷消耗的功率小于光伏阵列的输出的功率,此时 DC/AC 变流器会给储能装置充电,同样,能量管理系统实时检测储能装置状态,当储能装置电量充满后,能量管理系统限制光伏并网逆变器的功率输出,对可以接受调度的光伏并网支路,根据负荷大小控制该光伏发支路的输出,对不能接受调度的光伏发电支路,能量管理系统通过控制其开机或关机实现对发电功率的控制。对于由多组光伏并网逆变器构成的发电系统,为降低多组光伏并网逆变器的同时启动对母线电压的冲击,需要根据实际情况,如光伏并网逆变器的控制性能、数量、功率等级等,对其进行分步控制。

[0039] D) 独立运行模式向并网运行模式切换:在独立运行状态下能量管理系统检测到电网电压正常后,首先将本发明光储一体发电系统的 DC/AC 变流器运行模式切换为并网运行,DC/AC 变流器自动调整输出电压与大电网的电压同步,然后能量管理系统闭合并网开关,所有设备并网运行,微电网进入并网运行模式。

[0040] 图 5 为 DC/AC 变流器的运行模式框图,本发明采用双模式平滑切换控制方法。DC/AC 变流器需在组网单元与并网单元之间进行切换。当微电网运行于独立运行模式时,DC/AC 变流器以组网方式运行;当微电网运行于并网模式时,DC/AC 变流器以并网方式运行。双模式平滑切换技术的控制目标是要保证 DC/AC 变流器在两种不同工作方式下的平滑切换。根据微电网的定义,可将这一过程看作是模式开关与并网开关之间的协调控制过程。模式开关属于逻辑开关,用来切换变流器的工作方式;并网开关才是真正物理意义上的开关,用来开通或关断与大电网的连接。

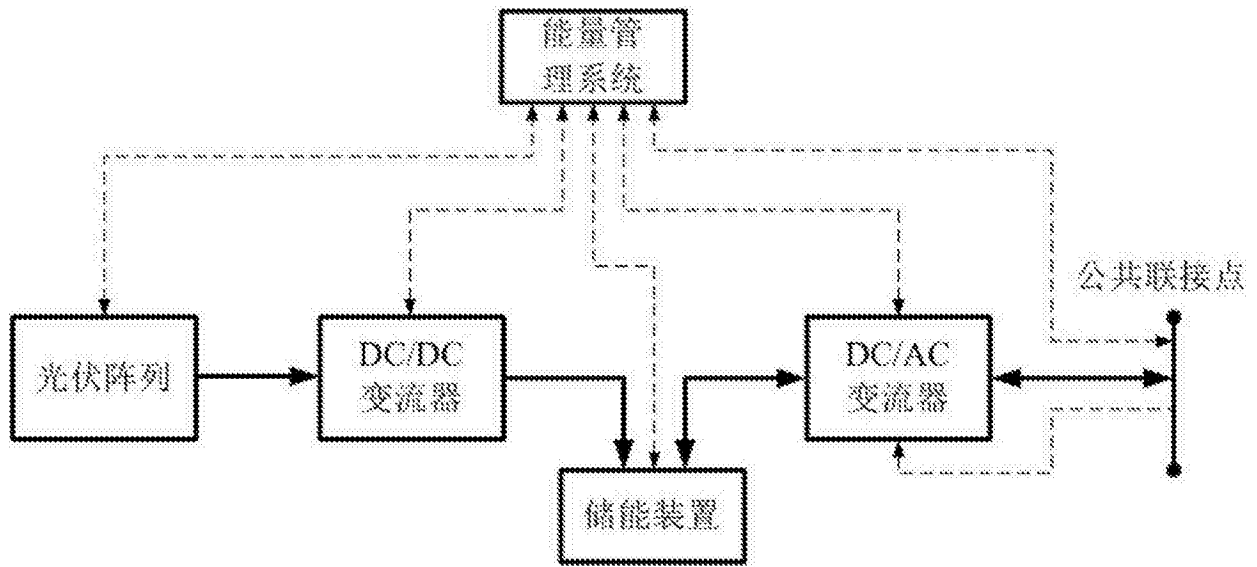


图 1

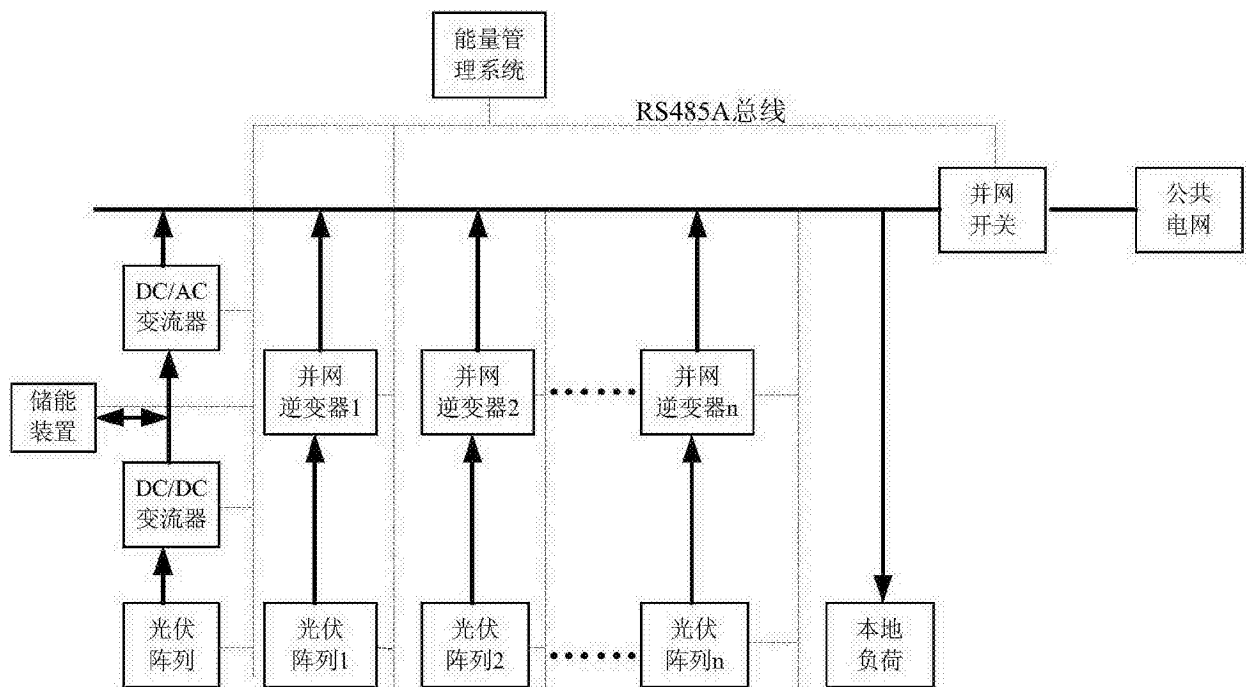


图 2

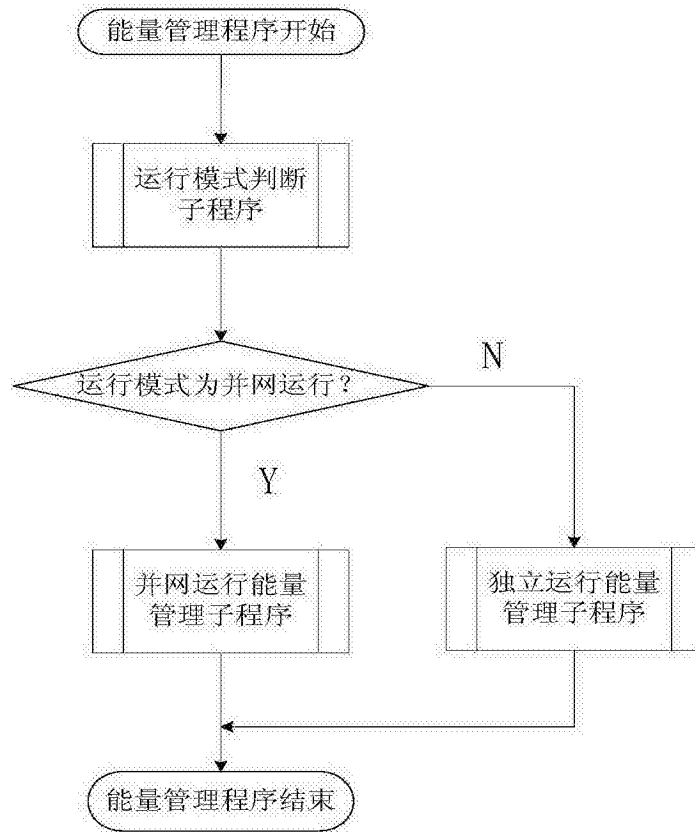


图 3

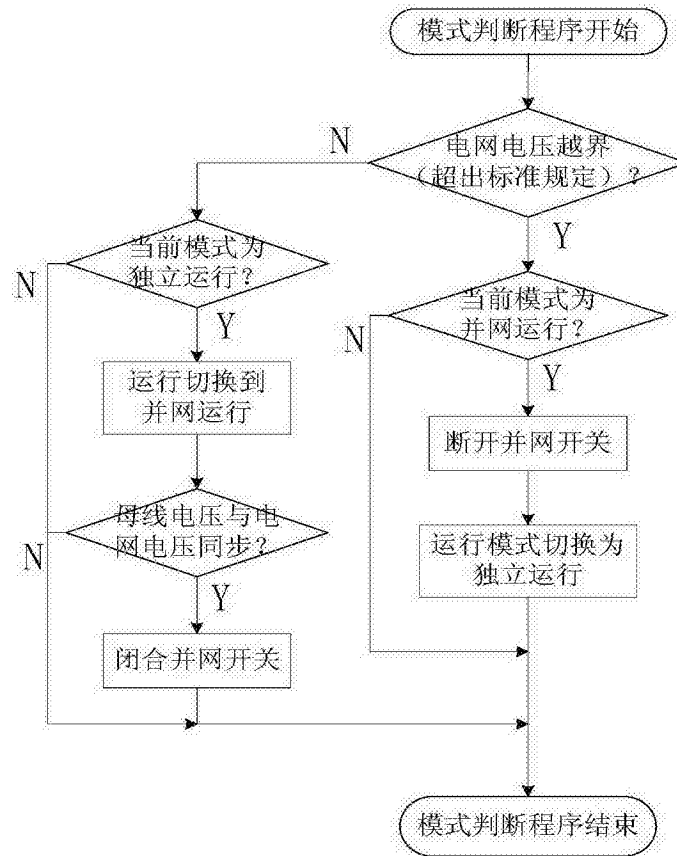


图 4

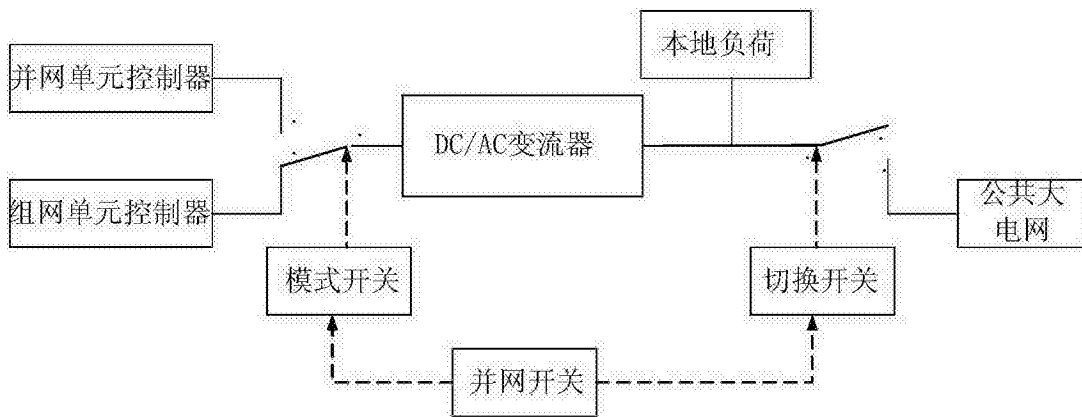


图 5