



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106026172 A

(43)申请公布日 2016.10.12

(21)申请号 201610500005.X

(22)申请日 2016.06.28

(71)申请人 阳光电源股份有限公司

地址 230088 安徽省合肥市高新区习友路
1699号

(72)发明人 梁城 潘年安 陶磊

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限
公司 11227

代理人 王宝筠

(51)Int.Cl.

H02J 3/38(2006.01)

权利要求书2页 说明书7页 附图4页

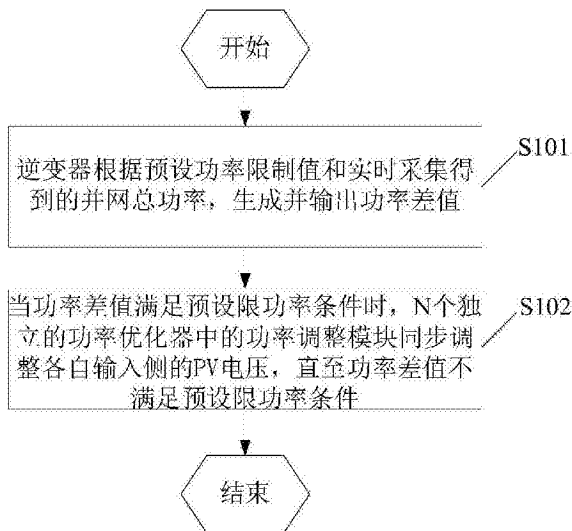
(54)发明名称

一种集散式光伏逆变系统及其限功率控制方法

(57)摘要

本申请提供的所述集散式光伏逆变系统及其限功率控制方法,通过逆变器根据预设功率限制值和实时采集得到的并网总功率,生成并输出功率差值;然后当所述功率差值满足预设限功率条件时,所述N个独立的功率优化器中的功率调整模块同步调整各自输入侧的PV电压,直至所述功率差值不满足所述预设限功率条件;实现了对于所述集散式光伏逆变系统的限功率控制,无需限制逆变器的并网电流,同时通过同步调整各个功率优化器输入侧的PV电压,直至所述功率差值不满足所述预设限功率条件,实现的是对于整个逆变系统总输出功率的输出限制,解决了现有技术的问题。

CN 106026172 A



1. 一种集散式光伏逆变系统的限功率控制方法,其特征在于,应用于集散式光伏逆变系统,所述集散式光伏逆变系统包括:逆变器和N个独立的功率优化器,N为正整数;所述集散式光伏逆变系统的限功率控制方法包括:

所述逆变器根据预设功率限制值和实时采集得到的并网总功率,生成并输出功率差值;

当所述功率差值满足预设限功率条件时,所述N个独立的功率优化器中的功率调整模块同步调整各自输入侧的PV电压,直至所述功率差值不满足所述预设限功率条件。

2. 根据权利要求1所述的集散式光伏逆变系统的限功率控制方法,其特征在于,所述逆变器包括:功率采集单元、差值计算单元和通信单元;所述逆变器根据预设功率限制值和实时采集得到的并网总功率,生成并输出功率差值的步骤包括:

所述功率采集单元实时采集得到所述并网总功率;

所述差值计算单元计算得到所述预设功率限制值减去所述并网总功率,生成所述功率差值;

所述通信单元通过通信方式输出所述功率差值。

3. 根据权利要求2所述的集散式光伏逆变系统的限功率控制方法,其特征在于,所述N个独立的功率优化器中的功率调整模块均包括:算法同步单元、差值判断单元、功率校正器和功率调节环;当所述功率差值满足预设限功率条件时,所述N个独立的功率优化器中的功率调整模块同步调整各自输入侧的PV电压,直至所述功率差值不满足所述预设限功率条件的步骤包括:

所述N个独立的功率优化器中的所述算法同步单元根据所述逆变器的同步时钟,同步所述N个独立的功率优化器中的功率调整模块的执行时刻;

所述N个独立的功率优化器中的所述差值判断单元均判断所述功率差值是否小于零;

当所述功率差值小于零时,所述N个独立的功率优化器中的所述功率校正器根据所述功率差值生成各自的调整电压;

所述N个独立的功率优化器中的所述功率调节环将各自的所述调整电压与各自MPPT算法得到的电压环给定值相加,生成各自功率优化器输入侧的PV电压调节参考值;

重复执行上述步骤,直至所述功率差值大于等于零。

4. 根据权利要求3所述的集散式光伏逆变系统的限功率控制方法,其特征在于,所述N个独立的功率优化器中的功率调整模块均还包括:输出限幅单元;所述N个独立的功率优化器中的所述功率校正器根据所述功率差值生成各自的调整电压的步骤之后还包括:

所述N个独立的功率优化器中的所述输出限幅单元对各自的所述调整电压限幅输出至相应的功率调节环。

5. 一种集散式光伏逆变系统,其特征在于,包括:逆变器和N个独立的功率优化器,N为正整数;所述N个独立的功率优化器均包括功率调整模块;

所述逆变器用于根据预设功率限制值和实时采集得到的并网总功率,生成并输出功率差值;

所述N个独立的功率优化器中的所述功率调整模块均用于当所述功率差值满足预设限功率条件时,同步调整各自输入侧的PV电压,直至所述功率差值不满足所述预设限功率条件。

6. 根据权利要求5所述的集散式光伏逆变系统,其特征在于,所述逆变器包括:
 - 功率采集单元,用于实时采集得到所述并网总功率;
 - 差值计算单元,用于计算得到所述预设功率限制值减去所述并网总功率,生成所述功率差值;
 - 通信单元,用于通过通信方式输出所述功率差值。
7. 根据权利要求6所述的集散式光伏逆变系统,其特征在于,所述N个独立的功率优化器中的所述功率调整模块均包括:
 - 算法同步单元,用于根据所述逆变器的同步时钟,同步所述N个独立的功率优化器中的功率调整模块的执行时刻;
 - 差值判断单元,用于判断所述功率差值是否小于零;
 - 功率校正器,用于当所述功率差值小于零时,根据所述功率差值生成各自的调整电压;
 - 功率调节环,用于将各自的所述调整电压与各自MPPT算法得到的电压环给定值相加,生成各自功率优化器输入侧的PV电压调节参考值。
8. 根据权利要求7所述的集散式光伏逆变系统,其特征在于,所述N个独立的功率优化器中的所述功率调整模块均还包括:输出限幅单元,用于对各自的所述调整电压限幅输出至相应的功率调节环。
9. 根据权利要求5至8任一所述的集散式光伏逆变系统,其特征在于,还包括:连接于所述逆变器输出端和电网之间的变压器。

一种集散式光伏逆变系统及其限功率控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电力变换技术领域,尤其涉及一种集散式光伏逆变系统及其限功率控制方法。

背景技术

[0002] 集散式光伏逆变系统,综合了组串式和集中式逆变器的优点,对分布式电站的发电量有显著提升效果。其系统构成如图1所示,1MW方阵包括1台1MW集中式逆变器,N台彼此独立控制的功率优化器,以及1台升压变压器;N为正整数。

[0003] 此系统中,后级的逆变器以直流稳压模式工作,前级的N个功率优化器完成MPPT(Maximum Power Point Tracking,最大功率点跟踪)搜索工作。换言之,此系统的并网功率由前级的N个功率优化器决定。因此,不能通过传统的方法限制此系统的并网功率,亦即限制逆变器的并网电流。因为此系统的拓扑决定了逆变器需要控制并稳定直流母线电压,否则直流母线不受控,甚至过冲,损坏设备。然而限制逆变器的并网电流时,其电压环失效,无法控制直流母线电压。

[0004] 并且,也不能通过逆变器以通信方式下发限功率百分比的方式,让各个功率优化器各自按限功率百分比来限制输出功率。由于各个功率优化器辐照强度不同、组串配置不同,有的功率优化器输入能量较大,功率被钳制;有的功率优化器输入能量较小,尚未达到功率限制值;这样系统总的功率并未达到功率限制值,限功率不准确,浪费发电量。而且运行的功率优化器的数量也不是一成不变,运行数量减少时,浪费的发电量更多。

[0005] 基于上述种种问题,提供一种能够限制整个逆变系统总输出功率、而非单台功率优化器输出功率的限功率控制方法,是亟待解决的问题。

发明内容

[0006] 有鉴于此,本发明提供了一种集散式光伏逆变系统及其限功率控制方法,以解决现有技术无法限制整个逆变系统总输出功率的问题。

[0007] 为了实现上述目的,本发明实施例提供的技术方案如下:

[0008] 一种集散式光伏逆变系统的限功率控制方法,应用于集散式光伏逆变系统,所述集散式光伏逆变系统包括:逆变器和N个独立的功率优化器,N为正整数;所述集散式光伏逆变系统的限功率控制方法包括:

[0009] 所述逆变器根据预设功率限制值和实时采集得到的并网总功率,生成并输出功率差值;

[0010] 当所述功率差值满足预设限功率条件时,所述N个独立的功率优化器中的功率调整模块同步调整各自输入侧的PV电压,直至所述功率差值不满足所述预设限功率条件。

[0011] 优选的,所述逆变器包括:功率采集单元、差值计算单元和通信单元;所述逆变器根据预设功率限制值和实时采集得到的并网总功率,生成并输出功率差值的步骤包括:

[0012] 所述功率采集单元实时采集得到所述并网总功率;

[0013] 所述差值计算单元计算得到所述预设功率限制值减去所述并网总功率,生成所述功率差值;

[0014] 所述通信单元通过通信方式输出所述功率差值。

[0015] 优选的,所述N个独立的功率优化器中的功率调整模块均包括:算法同步单元、差值判断单元、功率校正器和功率调节环;当所述功率差值满足预设限功率条件时,所述N个独立的功率优化器中的功率调整模块同步调整各自输入侧的PV电压,直至所述功率差值不满足所述预设限功率条件的步骤包括:

[0016] 所述N个独立的功率优化器中的所述算法同步单元根据所述逆变器的同步时钟,同步所述N个独立的功率优化器中的功率调整模块的执行时刻;

[0017] 所述N个独立的功率优化器中的所述差值判断单元均判断所述功率差值是否小于零;

[0018] 当所述功率差值小于零时,所述N个独立的功率优化器中的所述功率校正器根据所述功率差值生成各自的调整电压;

[0019] 所述N个独立的功率优化器中的所述功率调节环将各自的所述调整电压与各自MPPT算法得到的电压环给定值相加,生成各自功率优化器输入侧的PV电压调节参考值;

[0020] 重复执行上述步骤,直至所述功率差值大于等于零。

[0021] 优选的,所述N个独立的功率优化器中的功率调整模块均还包括:输出限幅单元;所述N个独立的功率优化器中的所述功率校正器根据所述功率差值生成各自的调整电压的步骤之后还包括:

[0022] 所述N个独立的功率优化器中的所述输出限幅单元对各自的所述调整电压限幅输出至相应的功率调节环。

[0023] 一种集散式光伏逆变系统,包括:逆变器和N个独立的功率优化器,N为正整数;所述N个独立的功率优化器均包括功率调整模块;

[0024] 所述逆变器用于根据预设功率限制值和实时采集得到的并网总功率,生成并输出功率差值;

[0025] 所述N个独立的功率优化器中的所述功率调整模块均用于当所述功率差值满足预设限功率条件时,同步调整各自输入侧的PV电压,直至所述功率差值不满足所述预设限功率条件。

[0026] 优选的,所述逆变器包括:

[0027] 功率采集单元,用于实时采集得到所述并网总功率;

[0028] 差值计算单元,用于计算得到所述预设功率限制值减去所述并网总功率,生成所述功率差值;

[0029] 通信单元,用于通过通信方式输出所述功率差值。

[0030] 优选的,所述N个独立的功率优化器中的所述功率调整模块均包括:

[0031] 算法同步单元,用于根据所述逆变器的同步时钟,同步所述N个独立的功率优化器中的功率调整模块的执行时刻;

[0032] 差值判断单元,用于判断所述功率差值是否小于零;

[0033] 功率校正器,用于当所述功率差值小于零时,根据所述功率差值生成各自的调整电压;

[0034] 功率调节环,用于将各自的所述调整电压与各自MPPT算法得到的电压环给定值相加,生成各自功率优化器输入侧的PV电压调节参考值。

[0035] 优选的,所述N个独立的功率优化器中的所述功率调整模块均还包括:输出限幅单元,用于对各自的所述调整电压限幅输出至相应的功率调节环。

[0036] 优选的,还包括:连接于所述逆变器输出端和电网之间的变压器。

[0037] 本申请提供的所述集散式光伏逆变系统的限功率控制方法,通过逆变器根据预设功率限制值和实时采集得到的并网总功率,生成并输出功率差值;然后当所述功率差值满足预设限功率条件时,所述N个独立的功率优化器中的功率调整模块同步调整各自输入侧的PV电压,直至所述功率差值不满足所述预设限功率条件;实现了对于所述集散式光伏逆变系统的限功率控制,无需限制逆变器的并网电流,同时通过同步调整各个功率优化器输入侧的PV电压,直至所述功率差值不满足所述预设限功率条件,实现的是对于整个逆变系统总输出功率的输出限制,解决了现有技术的问题。

附图说明

[0038] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0039] 图1为现有技术提供的一种集散式光伏逆变系统的结构示意图;

[0040] 图2为本申请一实施例提供的一种集散式光伏逆变系统的限功率控制方法的流程图;

[0041] 图3为本申请另一实施例提供的另一集散式光伏逆变系统的限功率控制方法的流程图;

[0042] 图4为本申请另一实施例提供的集散式光伏逆变系统的功率调整示意图;

[0043] 图5为本申请另一实施例提供的功率优化器单机的功率调整示意图。

具体实施方式

[0044] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0045] 本发明提供了一种集散式光伏逆变系统的限功率控制方法,以解决现有技术无法限制整个逆变系统总输出功率的问题。

[0046] 具体的,集散式光伏逆变系统的限功率控制方法,应用于集散式光伏逆变系统,所述集散式光伏逆变系统包括:逆变器和N个独立的功率优化器,N为正整数;所述集散式光伏逆变系统的限功率控制方法如图2所示,包括:

[0047] S101、所述逆变器根据预设功率限制值和实时采集得到的并网总功率,生成并输出功率差值;

[0048] 在所述集散式光伏逆变系统中,预设功率限制值 P_{clamp_total} 为根据实际应用环境

而进行设定的系统功率限制值;预设功率限制值 P_{clamp_total} 与所述逆变器实时采集得到的实际的并网总功率 P_{real_total} 之间的差额,能够体现当前所述集散式光伏逆变系统是否需要
进行限功率控制;具体的,当并网总功率 P_{real_total} 大于预设功率限制值 P_{clamp_total} 时,说明
当前所述集散式光伏逆变系统需要进行限功率控制。

[0049] S102、当所述功率差值满足预设限功率条件时,所述N个独立的功率优化器中的功
率调整模块同步调整各自输入侧的PV电压,直至所述功率差值不满足所述预设限功率条
件。

[0050] 所述预设限功率条件可以是所述功率差值体现出并网总功率 P_{real_total} 大于预设
功率限制值 P_{clamp_total} 时的具体设置,此处不做具体限定。根据光伏组件的PV曲线,可以得
知增大PV电压,可以降低其输出功率。因此,当所述功率差值满足所述预设限功率条件时,
所述N个独立的功率优化器中的功率调整模块同步增大各自输入侧的PV电压,即可降低并
网总功率 P_{real_total} ,直至所述功率差值不再满足所述预设限功率条件为止,实现了对系统
总输出功率的限制。

[0051] 本实施例所述的集散式光伏逆变系统的限功率控制方法,通过上述步骤实现了对
于所述集散式光伏逆变系统的限功率控制,无需限制逆变器的并网电流,同时通过同步调
整各个功率优化器输入侧的PV电压,直至所述功率差值不满足所述预设限功率条件,实现
的是对于整个逆变系统总输出功率的输出限制,相对于现有技术通过百分比限制功率优化
器单体功率的方法,更为合理,实现了发电的最优化。

[0052] 值得说明的是,所述逆变器作为所述集散式光伏逆变系统的测量机构,众多的所
述功率优化器作为所述集散式光伏逆变系统的执行机构;执行机构很多,且执行机构与测
量机构控制分离,需要彼此之间配合与协调,否则容易造成输出功率振荡;因此本实施例通
过所述N个独立的功率优化器对各自输入侧的PV电压的同步调整,避免了上述问题;并且无
需添加任何硬件成本。

[0053] 另外,本实施例通过所述逆变器和所述N个独立的功率优化器构成系统总输出功
率的闭环控制,不仅控制精度高,而且在所述功率优化器的运行数量和输入能量发生变化
时,能够实现自适应动态校正。

[0054] 本发明另一具体的实施例中,所述逆变器包括:功率采集单元、差值计算单元和通
信单元;在图2的基础之上,优选的,如图3所示,步骤S101包括:

[0055] S1011、所述功率采集单元实时采集得到所述并网总功率;

[0056] S1012、所述差值计算单元计算得到所述预设功率限制值减去所述并网总功率,生
成所述功率差值;

[0057] S1013、所述通信单元通过通信方式输出所述功率差值。

[0058] 所述逆变器将根据实际应用环境进行设置的预设功率限制值 P_{clamp_total} 与采集
到的并网总功率 P_{real_total} 作差,并将此功率差值 $P_{err_total} = P_{clamp_total} - P_{real_total}$ 通过通
信方式下发给所有功率优化器。

[0059] 优选的,所述N个独立的功率优化器中的功率调整模块均包括:算法同步单元、差值判断单元、功率校正器和功率调节环;如图3所示,步骤S102包括:

[0060] S1021、所述N个独立的功率优化器中的所述算法同步单元根据所述逆变器的同步时钟,同步所述N个独立的功率优化器中的功率调整模块的执行时刻;

[0061] 所述同步时钟也可以是所述逆变器通过通信方式下发给所述N个独立的功率优化器的,此处不做具体限定。通过所述同步时钟同步所述N个独立的功率优化器中的功率调整模块的执行时刻,使其同一时间响应所述逆变器的调度。

[0062] S1022、所述N个独立的功率优化器中的所述差值判断单元均判断所述功率差值是否小于零;

[0063] 当 $P_{err\ total} < 0$ 时,代表 $P_{clamp\ total} < P_{real\ total}$,需要限功率,此时增大输入侧的PV电压,达到降功率的目的。

[0064] S1023、当所述功率差值小于零时,所述N个独立的功率优化器中的所述功率校正器根据所述功率差值生成各自的调整电压;

[0065] 每个所述功率校正器根据 $P_{err\ total}$,生成各自的调整电压 V_{delta} 。

[0066] S1025、所述N个独立的功率优化器中的所述功率调节环将各自的所述调整电压与各自MPPT算法得到的电压环给定值相加,生成各自功率优化器输入侧的PV电压调节参考值;

[0067] 每个所述功率调节环,将调整电压 V_{delta} 与各自MPPT算法得到的电压环给定值 V_{ref} 相加作为各自功率优化器输入侧的PV电压调节参考值 $V_{ref\ adj}$,控制PV电压。

[0068] 重复执行上述步骤,直至所述功率差值大于等于零。

[0069] 更为优选的,所述N个独立的功率优化器中的功率调整模块均还包括:输出限幅单元;如图3所示,步骤S1023之后还包括:

[0070] S1024、所述N个独立的功率优化器中的所述输出限幅单元对各自的所述调整电压限幅输出至相应的功率调节环。

[0071] 所述输出限幅单元能够对所述功率校正器输出的调整电压 V_{delta} 限幅于预设的范围 $[V_{delta\ min}, V_{delta\ max}]$ 内,进而避免校正过度。

[0072] 本发明另一实施例还提供了一种集散式光伏逆变系统,如图4所述,包括:逆变器101和N个独立的功率优化器102,N为正整数;N个独立的功率优化器102均包括功率调整模块;

[0073] 逆变器101用于根据预设功率限制值 $P_{clamp\ total}$ 和实时采集得到的并网总功率 $P_{real\ total}$,生成并输出功率差值 $P_{err\ total}$;

[0074] N个独立的功率优化器102中的所述功率调整模块均用于当功率差值 $P_{err\ total}$ 满足预设限功率条件时,同步调整各自输入侧的PV电压,直至功率差值 $P_{err\ total}$ 不满足所述预设限功率条件。

[0075] 本实施例所述的集散式光伏逆变系统,通过上述原理实现了对于所述集散式光伏

逆变系统的限功率控制,无需限制逆变器的并网电流,同时通过同步调整各个功率优化器输入侧的PV电压,直至所述功率差值不满足所述预设限功率条件,实现的是对于整个逆变系统总输出功率的输出限制,相对于现有技术通过百分比限制功率优化器单体功率的方法,更为合理,实现了发电的最优化。

[0076] 值得说明的是,本实施例通过所述N个独立的功率优化器对各自输入侧的PV电压的同步调整,避免了执行机构与测量机构控制分离容易造成输出功率振荡的问题;并且无需添加任何硬件成本。通过所述逆变器和所述N个独立的功率优化器构成系统总输出功率的闭环控制,不仅控制精度高,而且在所述功率优化器的运行数量和输入能量发生变化时,能够实现自适应动态校正。

[0077] 本发明另一具体的实施例中,所述集散式光伏逆变系统的功率调整示意图如图4所示,逆变器101包括:

[0078] 功率采集单元111,用于实时采集得到并网总功率 $P_{real\ total}$;

[0079] 差值计算单元112,用于计算得到预设功率限制值 $P_{clamp\ total}$ 减去并网总功率 $P_{real\ total}$,生成功率差值 $P_{err\ total} = P_{clamp\ total} - P_{real\ total}$;

[0080] 通信单元113,用于通过通信方式输出功率差值 $P_{err\ total}$ 。

[0081] 当然,如图4所示,逆变器101还包括逆变单元114,用于汇总所有功率优化器102的直流功率,转换成交流功率进行并网。可以根据具体的实际应用环境进行选用,此处不做具体限定。

[0082] 优选的,如图5所示,所述N个独立的功率优化器中的所述功率调整模块均包括:

[0083] 算法同步单元121,用于根据所述逆变器的同步时钟clock,同步所述N个独立的功率优化器中的功率调整模块的执行时刻;

[0084] 优选的,逆变器101还通过通信方式下发同步时钟clock。

[0085] 差值判断单元122,用于判断功率差值 $P_{err\ total}$ 是否小于零;

[0086] 功率校正器123,用于当功率差值 $P_{err\ total}$ 小于零时,根据功率差值 $P_{err\ total}$ 生成各自的调整电压 V_{delta} ;

[0087] 功率调节环125,用于将各自的调整电压 V_{delta} 与各自MPPT算法得到的电压环给定值 V_{ref} 相加,生成各自功率优化器输入侧的PV电压调节参考值 $V_{ref\ adj}$ 。

[0088] 优选的,如图5所示,所述N个独立的功率优化器中的所述功率调整模块均还包括:输出限幅单元124,用于对各自的调整电压 V_{delta} 限幅输出至相应的功率调节环125。

[0089] 优选的,如图5所示,所述功率优化器还包括MPPT控制器126和DC/DC变换器127,两者具体的实现形式,此处不做具体限定,可以视其具体应用环境而定。

[0090] 优选的,集散式光伏逆变系统还包括:连接于所述逆变器输出端和电网之间的变压器。

[0091] 所述变压器具体可以为升压变压器,与现有技术中的应用相同,此处不再赘述。

[0092] 本发明中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而

言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。

[0093] 以上仅是本发明的优选实施方式,使本领域技术人员能够理解或实现本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

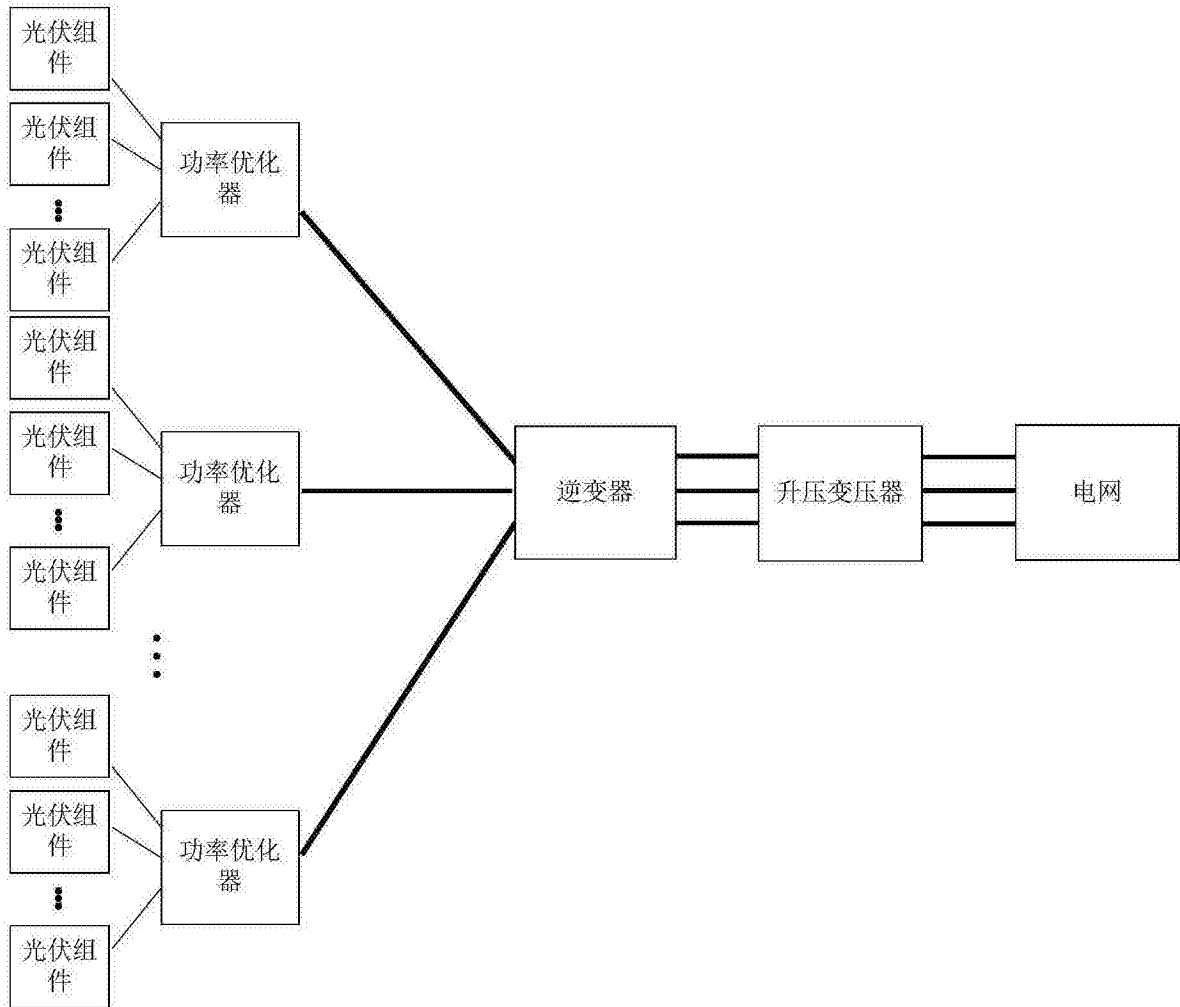


图1

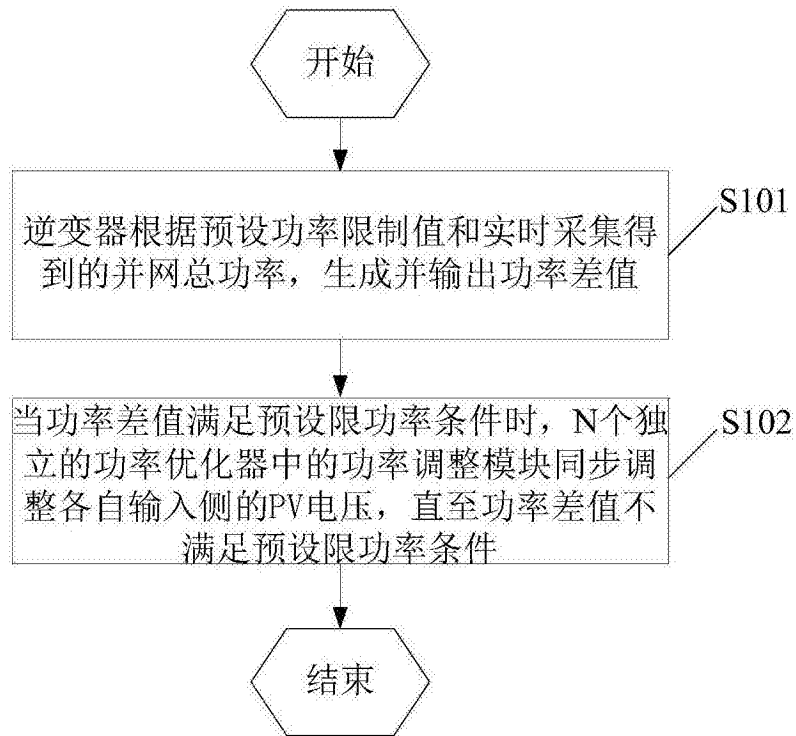


图2

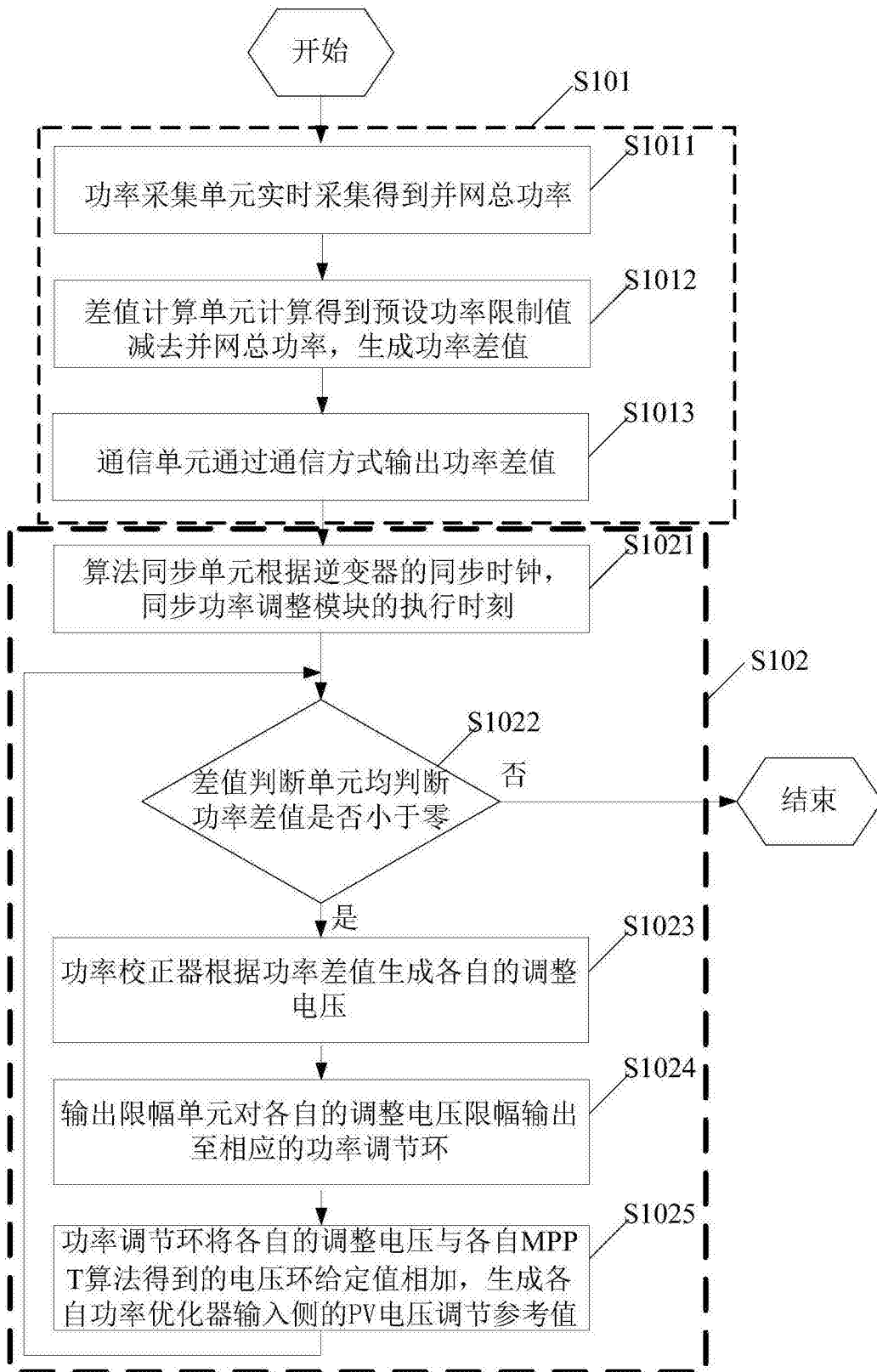


图3

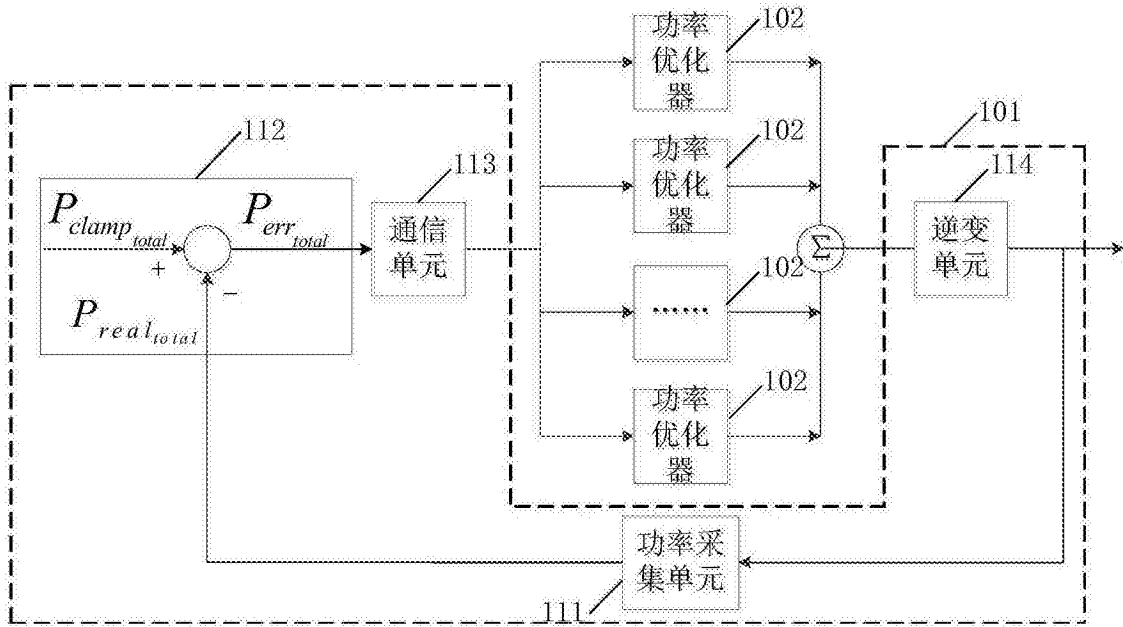


图4

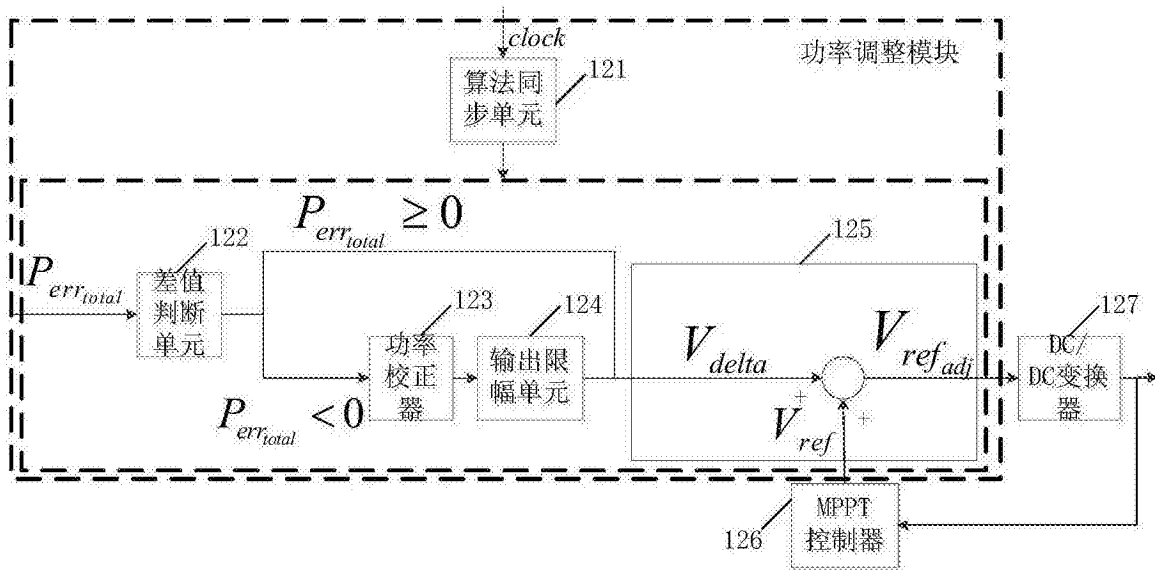


图5