

光储用电系统及其负载三相功率控制方法、装置和设备

相关申请的交叉引用

本申请是以 CN 申请号为 202111434967.7, 申请日为 2021 年 11 月 29 日的申请为
5 基础, 并主张其优先权, 该 CN 申请的公开内容在此作为整体引入本申请中。

技术领域

本公开涉及电力控制领域, 特别涉及一种光储用电系统及其负载三相功率控制方法、
装置和设备。

10

背景技术

相关技术常用的交流输电线路为三相四线制, A、B、C 三相及中性线 N。以家庭
供用电为例, 用电电压为交流 220V, 接在三相的某一相与中性线之间。

15

发明内容

根据本公开的一个方面, 提供一种光储用电系统负载三相功率控制方法, 包括:

获取电网取电及馈电功率、储能充电及放电功率、光伏发电功率;

根据电网取电及馈电功率、储能充电及放电功率、光伏发电功率确定电力系统发
电功率;

20

将电力系统发电功率平均分配给每一相的负载用电, 实现三相动态平衡。

在本公开的一些实施例中, 所述获取电网取电及馈电功率、储能充电及放电功率、
光伏发电功率包括:

通过设置在光储用电系统的电网侧、储能装置侧和光伏装置侧的能源路由器, 获
取电网取电及馈电功率、储能充电及放电功率、光伏发电功率。

25

在本公开的一些实施例中, 所述将电力系统发电功率平均分配给每一相的负载用
电, 实现三相动态平衡包括:

通过设置在光储用电系统的交流用电端每一相负载的能源路由器, 获取交流用电
端每一相负载的用电功率;

30

通过设置在光储用电系统的交流用电端每一相负载的能源路由器, 根据电力系统
发电功率, 对交流用电端每一相负载的用电功率进行调度。

在本公开的一些实施例中，所述根据电力系统发电功率，对交流用电端每一相负载的用电功率进行调度包括：

将交流用电端每一相负载的用电功率调度为相等，且将交流用电端每一相负载的用电功率调度为等于电力系统发电功率的三分之一。

- 5 在本公开的一些实施例中，所述将交流用电端每一相负载的用电功率调度为相等，且将交流用电端每一相负载的用电功率调度为等于电力系统发电功率的三分之一包括：

对于交流用电端每一相负载，比较所述负载的用电功率与电力系统发电功率；

- 10 若所述负载的用电功率大于电力系统发电功率的三分之一，则通过设置在所述负载的能源路由器，减小该负载的用电功率，使得所述负载的用电功率等于电力系统发电功率的三分之一；

若所述负载的用电功率小于电力系统发电功率的三分之一，则通过设置在所述负载的能源路由器，增大所述负载的用电功率，使得所述负载的用电功率等于电力系统发电功率的三分之一。

- 15 根据本公开的另一方面，提供一种光储用电系统负载三相功率控制装置，包括：

功率获取模块，用于获取电网取电及馈电功率、储能充电及放电功率、光伏发电功率；

发电功率确定模块，用于根据电网取电及馈电功率、储能充电及放电功率、光伏发电功率确定电力系统发电功率；

- 20 功率调度模块，用于将电力系统发电功率平均分配给每一相的负载用电，实现三相动态平衡。

在本公开的一些实施例中，所述光储用电系统负载三相功率控制装置用于执行实现如上述任一实施例所述的光储用电系统负载三相功率控制方法的操作。

根据本公开的另一方面，提供一种光储用电系统负载三相功率控制装置，包括：

- 25 存储器，用于存储指令；

处理器，用于执行所述指令，使得所述光储用电系统负载三相功率控制装置执行实现如上述任一实施例所述的光储用电系统负载三相功率控制方法的操作。

- 30 根据本公开的另一方面，提供一种光储用电系统负载三相功率控制设备，包括通过设置在电网侧、储能装置侧和光伏装置侧和交流用电端每一相负载的能源路由器、以及如上述任一实施例所述的光储用电系统负载三相功率控制装置。

根据本公开的另一方面，提供一种光储用电系统，包括如上述任一实施例所述的光储用电系统负载三相功率控制设备。

在本公开的一些实施例中，所述光储用电系统为光储空调系统。

根据本公开的另一方面，提供一种非瞬时性计算机可读存储介质，其中，所述非瞬时性计算机可读存储介质存储有计算机指令，所述指令被处理器执行时实现如上述任一实施例所述的光储用电系统负载三相功率控制方法。

附图说明

为了更清楚地说明本公开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公开的一些实施例，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，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1A 为本公开光储用电系统负载三相功率控制设备一些实施例的示意图。

图 1B 为本公开光储用电系统的一些实施例的示意图。

图 2 为本公开光储用电系统一些实施例的示意图。

图 3 为本公开光储用电系统负载三相功率控制方法一些实施例的示意图。

图 4 为本公开光储用电系统负载三相功率控制方法另一些实施例的示意图。

图 5 为本公开光储用电系统负载三相功率控制装置一些实施例的示意图。

图 6 为本公开光储用电系统负载三相功率控制装置另一些实施例的结构示意图。

具体实施方式

下面将结合本公开实施例中的附图，对本公开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公开一部分实施例，而不是全部的实施例。以下对至少一个示例性实施例的描述实际上仅仅是说明性的，决不作为对本公开及其应用或使用的任何限制。基于本公开中的实施例，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，都属于本公开保护的范围。

除非另外具体说明，否则在这些实施例中阐述的部件和步骤的相对布置、数字表达式和数值不限制本公开的范围。

同时，应当明白，为了便于描述，附图中所示出的各个部分的尺寸并不是按照实际的比例关系绘制的。

对于相关领域普通技术人员已知的技术、方法和设备可能不作详细讨论，但在适当情况下，所述技术、方法和设备应当被视为授权说明书的一部分。

在这里示出和讨论的所有示例中，任何具体值应被解释为仅仅是示例性的，而不是作为限制。因此，示例性实施例的其它示例可以具有不同的值。

- 5 应注意到：相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项，因此，一旦某一项在一个附图中被定义，则在随后的附图中不需要对其进行进一步讨论。

发明人通过研究发现：相关技术在电网中治理三相不平衡的措施主要有负荷相序平衡方法和负荷补偿方法。负荷相序平衡算法可改善负荷分配不均导致的三相不平衡，但是存在以下问题：换相时负载短暂断电，影响用户供电质量；负载突然接入其他相，
10 对系统可靠性要求更高；低压配电网中需人工调整相序。负荷补偿法对低压配电网三相负荷不平衡进行快速有效的抑制，但是相关技术目前的负荷补偿装置投入成本高、维护技术较难，因此在家庭楼宇、农村居民等供电领域推广较难。因此相关技术的方法推广起来较困难。

相关技术的光储空调系统中，交流电网接线方式为三相四线制，单相 **220V** 空调
15 接在其中某一相与零线之间用电，因空调负载的用电情况随机性大、功率较高，常出现某一相负荷投入过多，各相间用电功率差距悬殊的情况，最终导致三相不平衡，电力系统可靠性下降，存在安全隐患。相关技术目前的解决方式是加入负荷补偿装置加以抑制，但此方法成本高，维护困难，不易推广。

因此，相关技术会出现负荷随机性较高、单相负荷占比较大的问题，以及负荷类
20 型不同、负荷功率的突然增加导致的交流端三相不平衡的问题，进而影响整个电力系统的安全运行。

鉴于以上技术问题中的至少一项，本公开提供了一种光储用电系统及其负载三相功率控制方法、装置和设备，下面通过具体实施例对本公开进行说明。

图 1A 为本公开光储用电系统负载三相功率控制设备一些实施例的示意图。如图 1A
25 所示，本公开的光储用电系统负载三相功率控制设备可以包括能源路由器 **100** 和光储用电系统负载三相功率控制装置 **200**，其中：

多个能源路由器 **100** 分别设置在电网侧、储能装置侧、光伏装置侧和交流用电端的每一相负载。

光储用电系统负载三相功率控制装置 **200**，用于获取电网取电及馈电功率、储能
30 充电及放电功率、光伏发电功率；根据电网取电及馈电功率、储能充电及放电功率、

光伏发电功率确定电力系统发电功率；将电力系统发电功率平均分配给每一相的负载用电，实现三相动态平衡。

在本公开的一些实施例中，在电网处于取电状态的情况下，所述电网取电及馈电功率为电网取电功率。

- 5 在本公开的另一些实施例中，在在电网处于馈电状态的情况下，所述电网取电及馈电功率为电网馈电功率。

在本公开的一些实施例中，在储能装置处于充电状态的情况下，所述储能充电及放电功率为储能充电功率。

- 10 在本公开的另一些实施例中，在储能装置处于放电状态的情况下，所述储能充电及放电功率为储能放电功率。在本公开的一些实施例中，光储用电系统负载三相功率控制装置 200 可以用于通过设置在光储用电系统的电网侧、储能装置侧和光伏装置侧的能源路由器，获取电网取电及馈电功率、储能充电及放电功率、光伏发电功率。

- 15 在本公开的一些实施例中，光储用电系统负载三相功率控制装置 200 可以用于通过设置在光储用电系统的交流用电端每一相负载的能源路由器，获取交流用电端每一相负载的用电功率；并通过设置在光储用电系统的交流用电端每一相负载的能源路由器，根据电力系统发电功率，对交流用电端每一相负载的用电功率进行调度。

本公开可以将电力系统发电功率平均分配给每一相的负载用电，从而实现了三相动态平衡。

- 20 根据本公开的另一方面，提供一种光储用电系统。图 1B 为本公开光储用电系统的一些实施例的示意图。如图 1B 所示，本公开的光储用电系统 1 可以包括如本公开所述任一实施例（例如图 1A 实施例）所述的光储用电系统负载三相功率控制设备 10。

在本公开的一些实施例中，所述光储用电系统可以为光储空调系统。

在本公开的一些实施例中，所述负载可以为空调。

- 25 图 2 为本公开光储用电系统一些实施例的示意图。如图 2 所示实施例中，所述光储用电系统为光储空调系统；所述负载为空调。

如图 2 所示，所述光储空调系统包括电网、光伏装置、储能装置、空调四部分。

- 30 图 2 还给出了本公开光储用电系统负载三相功率控制设备另一些实施例的示意图。如图 2 所示，本公开光储用电系统负载三相功率控制设备（如图 2 虚线框内设备）可以包括多个能源路由器 1-6 和光储用电系统负载三相功率控制装置 200，其中：

能源路由器 1 设置在电网侧，能源路由器 2 设置在光伏装置侧，能源路由器 3 设置在储能装置侧。能源路由器 1-3 起到能源接口的功能，用于获取电网取电及馈电功率、光伏发电功率和储能充电及放电功率。

在本公开的一些实施例中，图 1 实施例的能源路由器 100 相当于图 2 实施例的多个能源路由器 1-6。

在本公开的一些实施例中，如图 2 所示，本公开空调用电前端另外加入能源路由装置 4-6，并且与光储用电系统负载三相功率控制装置 200 通信，浅色虚线线束为通信线。

在本公开的一些实施例中，如图 2 所示，能源路由装置 4-6 设置在每一相与用电负载之间。例如：能源路由装置 4 在 A 相与用电负载（空调 A1、A2、...An）之间；能源路由装置 5 在 B 相与用电负载（空调 B1、B2、...Bn）之间；能源路由装置 6 在 B 相与用电负载（空调 B1、B2、...Bn）之间。

在本公开的一些实施例中，如图 2 所示，在空调用电前端加入能源路由装置 4-6，可以用于实时监测相间的电压、电流等情况，保持各相间功率平衡。

在本公开的一些实施例中，能源路由装置 4-6，用于控制功率的流动，配合光储用电系统负载三相功率控制装置 200 实时监测每一相功率的情况，通过能源路由装置 1-3 的数据对比判断此时相间功率是否动态平衡，通过补偿或限制功率达到三相间功率的动态平衡。

在本公开的一些实施例中，能源路由器 4-6，可以用于在某一相的功率小于此时应平衡的功率的阈值，则对该相进行补偿；反之，若某一相的功率大于此时应平衡的功率的阈值，则对该相功率进行限制，直至三相动态平衡。

本公开上述实施例的能源路由装置在交流用电端主要起到执行能源的监控、调度的作用，可以实时监测功率的变化，保证三相间功率的动态平衡。

对于交流电网而言，本公开上述实施例可以减少电网变压器损耗，可以防止电网保护元件误动作等。

对于用电端而言，本公开上述实施例可以解决用电负荷分配不均导致的用电质量差的技术问题，还可以大大减小线路损耗和维护风险。

对整个电力系统而言，本公开上述实施例由能源路由器进行自主控制，可以解决空调负载分布不均导致的三相负荷不平衡的技术问题，进而可以大大提高系统稳定性，消除安全隐患。

本公开上述实施例当空调负载用电分配不均导致用电侧三相不平衡时，能源路由装置即时响应并调整，保证电力系统的安全、可靠运行。

本公开上述实施例可以减少系统的线路损耗，降低维护风险和安全隐患。

本公开上述实施例省去负荷补偿装置，降低电力系统成本，易于维护。

5 本公开上述实施例顺应了“双碳”发展，构建一种安全稳定可靠的新型电力网络。

下面通过具体实施例对本公开光储用电系统负载三相功率控制方法和装置进行介绍。

图3为本公开光储用电系统负载三相功率控制方法一些实施例的示意图。优选的，
10 本实施例可由本公开光储用电系统负载三相功率控制装置、本公开光储用电系统负载三相功率控制设备或本公开光储用电系统执行。该方法可以包括步骤31-步骤33中的至少一个步骤。

步骤31，光储用电系统负载三相功率控制装置获取电网取电及馈电功率、储能充电及放电功率、光伏发电功率。

15 在本公开的一些实施例中，步骤31可以包括：通过设置在光储用电系统的电网侧、储能装置侧和光伏装置侧的能源路由器，获取电网取电及馈电功率、储能充电及放电功率、光伏发电功率。

在本公开的一些实施例中，在电网处于取电状态的情况下，所述电网取电及馈电功率为电网取电功率。

20 在本公开的另一些实施例中，在在电网处于馈电状态的情况下，所述电网取电及馈电功率为电网馈电功率。

在本公开的一些实施例中，在储能装置处于充电状态的情况下，所述储能充电及放电功率为储能充电功率。

25 在本公开的另一些实施例中，在储能装置处于放电状态的情况下，所述储能充电及放电功率为储能放电功率。

步骤32，光储用电系统负载三相功率控制装置根据电网取电及馈电功率 P_{gird} 、储能充电及放电功率 P_{st} 、光伏发电功率 P_{pv} 确定电力系统发电功率 P_x 。

在本公开的一些实施例中，步骤32可以包括：根据电网取电及馈电功率 P_{gird} 、储能充电及放电功率 P_{st} 、光伏发电功率 P_{pv} 的和确定电力系统发电功率 P_x ，如公式(1)。

$$30 \quad P_{gird} + P_{st} + P_{pv} = P_x = x(kW) \quad (1)$$

公式(1)中,可以设定电力系统发电功率 P_x 的大小为 $x(kW)$ 。

步骤33,光储用电系统负载三相功率控制装置将电力系统发电功率平均分配给每一相的负载用电,实现三相动态平衡。

在本公开的一些实施例中,步骤33可以包括:设置在光储用电系统的交流用电端每一相负载的能源路由器实时监测空调用电端每一相的用电功率情况,并将数据返回、并进行比较。

在本公开的一些实施例中,步骤33可以包括:通过设置在光储用电系统的交流用电端每一相负载的能源路由器,获取交流用电端每一相负载的用电功率;通过设置在光储用电系统的交流用电端每一相负载的能源路由器,根据电力系统发电功率,对交流用电端每一相负载的用电功率进行调度。

在本公开的一些实施例中,所述根据电力系统发电功率,对交流用电端每一相负载的用电功率进行调度的步骤可以包括:将交流用电端每一相负载的用电功率(P_A 、 P_B 、 P_C)调度为相等,且将交流用电端每一相负载的用电功率调度为等于电力系统发电功率的三分之一,如公式(2)所示。

$$P_A = P_B = P_C = \frac{x}{3} (kW) \quad (2)$$

在本公开的一些实施例中,所述将交流用电端每一相负载的用电功率调度为相等,且将交流用电端每一相负载的用电功率调度为等于电力系统发电功率的三分之一可以包括:对于交流用电端每一相负载,比较所述负载的用电功率与电力系统发电功率;若所述负载的用电功率大于电力系统发电功率的三分之一,则通过设置在所述负载的能源路由器,减小该负载的用电功率,使得所述负载的用电功率等于电力系统发电功率的三分之一;若所述负载的用电功率小于电力系统发电功率的三分之一,则通过设置在所述负载的能源路由器,增大所述负载的用电功率,使得所述负载的用电功率等于电力系统发电功率的三分之一。

图4为本公开光储用电系统负载三相功率控制方法另一些实施例的示意图。优选的,本实施例可由本公开光储用电系统负载三相功率控制装置、本公开光储用电系统负载三相功率控制设备或本公开光储用电系统执行。该方法可以包括步骤41-步骤49中的至少一个步骤,其中:

步骤41,电力系统运行。

步骤42,电网取电或馈电、光伏发电、储能充电或放电、负载用电(例如空调负载用电)。

步骤 43，能源路由器实时系统状态。

步骤 44，判断交流用电端每一相负载的用电功率是否均相等，如公式（3）所示；若交流用电端每一相负载的用电功率均相等，则结束；否则，若交流用电端每一相负载的用电功率不是都相等，则执行步骤 45。

$$P_A = P_B = P_C \quad (3)$$

步骤 45，获取电网取电及馈电功率、储能充电及放电功率、光伏发电功率；根据电网取电及馈电功率 P_{grid} 、储能充电及放电功率 P_{st} 、光伏发电功率 P_{pv} 的和确定电力系统发电功率 P_x ，如公式（1）。

步骤 46，判断交流用电端每一相负载的用电功率的和是否大于电力系统发电功率。若交流用电端每一相负载的用电功率的和大于电力系统发电功率，如公式（4），则执行步骤 47；否则。若交流用电端每一相负载的用电功率的和小于电力系统发电功率，如公式（5），则执行步骤 48。

步骤 47，能源路由器调度负载（例如空调负载）限制功率；之后执行步骤 49。

在本公开的一些实施例中，步骤 47 可以包括：当储能、光伏发电不足的情况下，如公式（4）所示：

$$P_A + P_B + P_C > P_x \quad (4)$$

交流用电侧某一相空调负载过大或突然增加等会导致三相不平衡，为保证电网及整个电力系统的安全稳定运行，能源路由器控制三相间功率平均分配，直至三相动态平衡。

步骤 48，能源路由器调度功率均分到各相；之后执行步骤 49。

在本公开的一些实施例中，步骤 48 可以包括：当储能和光伏电能充足的情况下，如公式（5）所示：

$$P_A + P_B + P_C < P_x \quad (5)$$

通过能源路由系统的管理，将三相电功率平均发配给每一相的空调负载用电，以达到三相平衡。

步骤 49，将交流用电端每一相负载的用电功率调度为等于电力系统发电功率的三分之一，如公式（2）所示。

在本公开的一些实施例中，交流侧三相平衡时的情况，每相功率应满足公式（2）或公式（3）。

在本公开的一些实施例中，所述光储用电系统负载三相功率控制方法可以包括：

步骤 49 之后，若达到此平衡（公式（2）或公式（3）），则结束；否则，能源路由
器继续检测和调度，直至平衡。

在本公开的一些实施例中，在公式（1）的情况下，当三相功率不平衡时会存在
以下 8 种情况：

- 5
- ① $P_A < \frac{P_x}{3}$ 、 $P_B < \frac{P_x}{3}$ 、 $P_C < \frac{P_x}{3}$
- ② $P_A < \frac{P_x}{3}$ 、 $P_B < \frac{P_x}{3}$ 、 $P_C > \frac{P_x}{3}$
- ③ $P_A < \frac{P_x}{3}$ 、 $P_B > \frac{P_x}{3}$ 、 $P_C < \frac{P_x}{3}$
- ④ $P_A < \frac{P_x}{3}$ 、 $P_B > \frac{P_x}{3}$ 、 $P_C > \frac{P_x}{3}$
- ⑤ $P_A > \frac{P_x}{3}$ 、 $P_B < \frac{P_x}{3}$ 、 $P_C < \frac{P_x}{3}$
- 10
- ⑥ $P_A > \frac{P_x}{3}$ 、 $P_B < \frac{P_x}{3}$ 、 $P_C > \frac{P_x}{3}$
- ⑦ $P_A > \frac{P_x}{3}$ 、 $P_B > \frac{P_x}{3}$ 、 $P_C < \frac{P_x}{3}$
- ⑧ $P_A > \frac{P_x}{3}$ 、 $P_B > \frac{P_x}{3}$ 、 $P_C > \frac{P_x}{3}$

对于情况①，若想达到三相平衡，需提高 A、B、C 三相的功率。对于情况②，
提高 A、B 相的功率，降低 C 相的功率，情况③到⑧也采用类似的调整方式，这里不
再赘述。

下面通过具体实施例本公开光储用电系统负载三相功率控制方法进行说明。

在本公开的一些实施例中，电力系统最终发电功率为 120kW，此时每相负载用电
功率如下表 1 所示。

表 1

相序	负载用电功率/kW
A 相	40
B 相	30
C 相	5

20 A 相空调负载用电功率过大、每相用电负荷不均导致三相严重不平衡，此时， $P_A \neq P_B \neq P_C$ 、 $P_A + P_B + P_C < P_x$ ，经过能源路由器调度后，达到 $P_A = P_B = P_C = \frac{P_x}{3} = 40(kW)$ ，三相负载用电功率动态平衡，调整结束。

在本公开的另一些实施例中，若电力系统最终发电为 72kW，此时， $P_A \neq P_B \neq P_C$ 、 $P_A + P_B + P_C > P_x$ ，能源路由器执行动作，限制每相空调用电功率，至 $P_A = P_B = P_C = \frac{P_x}{3} = 24(kW)$ 。本公开可以通过能源路由装置限制 A、B 相的功率输出，使 A、B 相
25 的功率从 40 kW 和 30 kW 下降到 24 kW，同时对 C 相功率补偿，使其从 5 kW 增加

到 24 kW，最终达到三相功率平衡。

基于本公开上述实施例提供的光储用电系统负载三相功率控制方法，是一种用于光储空调系统的能源路由器控制方法。本公开上述实施例可以通过能源路由器的监控调度、保护控制，保持交流用电侧各单相间的功率分配均衡，进而在电网、光伏、储能、空调间功率动态平衡，以达到整个电力系统的安全稳定运行。

本公开上述实施例通过在空调用电前端加入能源路由装置，可以实时监测相间的电压、电流等情况，保持各相间功率平衡。

本公开上述实施例在三相用电侧实施方便、调度灵活。

10 图 5 为本公开光储用电系统负载三相功率控制装置一些实施例的示意图。如图 5 所示，本公开光储用电系统负载三相功率控制装置可以包括功率获取模块 51、发电功率确定模块 52 和功率调度模块 53，其中：

功率获取模块 51，用于获取电网取电及馈电功率、储能充电及放电功率、光伏发电功率。

15 在本公开的一些实施例中，功率获取模块 51 可以用于通过设置在光储用电系统的电网侧、储能装置侧和光伏装置侧的能源路由器，获取电网取电及馈电功率、储能充电及放电功率、光伏发电功率。

发电功率确定模块 52，用于根据电网取电及馈电功率、储能充电及放电功率、光伏发电功率确定电力系统发电功率。

20 功率调度模块 53，用于将电力系统发电功率平均分配给每一相的负载用电，实现三相动态平衡。

在本公开的一些实施例中，功率调度模块 53 可以用于通过设置在光储用电系统的交流用电端每一相负载的能源路由器，获取交流用电端每一相负载的用电功率；通过设置在光储用电系统的交流用电端每一相负载的能源路由器，根据电力系统发电功率，对交流用电端每一相负载的用电功率进行调度。

25 在本公开的一些实施例中，功率调度模块 53 可以用于将交流用电端每一相负载的用电功率调度为相等，且将交流用电端每一相负载的用电功率调度为等于电力系统发电功率的三分之一。

在本公开的一些实施例中，功率调度模块 53 可以用于对于交流用电端每一相负载，比较所述负载的用电功率与电力系统发电功率；若所述负载的用电功率大于电力

系统发电功率的三分之一，则通过设置在所述负载的能源路由器，减小该负载的用电功率，使得所述负载的用电功率等于电力系统发电功率的三分之一；若所述负载的用电功率小于电力系统发电功率的三分之一，则通过设置在所述负载的能源路由器，增大所述负载的用电功率，使得所述负载的用电功率等于电力系统发电功率的三分之一。

5 在本公开的一些实施例中，所述光储用电系统负载三相功率控制装置用于执行实现如上述任一实施例（例如图 3 或图 4 实施例）所述的光储用电系统负载三相功率控制方法的操作。

本公开上述实施例的能源路由装置在交流用电端主要起到执行能源的监控、调度的作用，可以实时监测功率的变化，保证三相间功率的动态平衡。

10 对于交流电网而言，本公开上述实施例可以减少电网变压器损耗，可以防止电网保护元件误动作等。

对于用电端而言，本公开上述实施例可以解决用电负荷分配不均导致的用电质量差的技术问题，还可以大大减小线路损耗和维护风险。

对整个电力系统而言，本公开上述实施例由能源路由器的自主控制，可以彻底解
15 决空调负载分布不均导致的三相负荷不平衡的技术问题，进而可以大大提高系统稳定性，消除安全隐患。

图 6 为本公开光储用电系统负载三相功率控制装置另一些实施例的结构示意图。如图 6 所示，光储用电系统负载三相功率控制装置包括存储器 61 和处理器 62。

20 存储器 61 用于存储指令，处理器 62 耦合到存储器 61，处理器 62 被配置为基于存储器存储的指令执行实现上述实施例（例如图 3 或图 4 实施例）涉及的方法。

如图 6 所示，该光储用电系统负载三相功率控制装置还包括通信接口 63，用于与其它设备进行信息交互。同时，该光储用电系统负载三相功率控制装置还包括总线 64，处理器 62、通信接口 63、以及存储器 61 通过总线 64 完成相互间的通信。

25 存储器 61 可以包含高速 RAM 存储器，也可还包括非易失性存储器(non-volatile memory)，例如至少一个磁盘存储器。存储器 61 也可以是存储器阵列。存储器 61 还可能被分块，并且块可按一定的规则组合成虚拟卷。

此外，处理器 62 可以是一个中央处理器 CPU，或者可以是专用集成电路 ASIC，或是被配置成实施本公开实施例的一个或多个集成电路。

30 所述光储用电系统负载三相功率控制装置可以实现为计算机装置。

本公开上述实施例当空调负载用电分配不均导致用电侧三相不平衡时，能源路由装置即时响应并调整，保证电力系统的安全、可靠运行。

本公开上述实施例可以减少系统的线路损耗，降低维护风险和安全隐患。

本公开上述实施例省去负荷补偿装置，降低电力系统成本，易于维护。

5 本公开上述实施例顺应了“双碳”发展，构建一种安全稳定可靠的新型电力网络。

本公开上述实施例通过在空调用电前端加入能源路由装置，可以实时监测相间的电压、电流等情况，保持各相间功率平衡。

本公开上述实施例在三相用电侧实施方便、调度灵活。

10 根据本公开的另一方面，提供一种非瞬时性计算机可读存储介质，其中，所述非瞬时性计算机可读存储介质存储有计算机指令，所述指令被处理器执行时实现如上述任一实施例（例如图 3 或图 4 实施例）所述的光储用电系统负载三相功率控制方法。

本公开上述实施例可以通过能源路由器的监控调度、保护控制，保持交流用电侧各单相间的功率分配均衡，进而在电网、光伏、储能、空调间功率动态平衡，以达到整个电力
15 系统的安全稳定运行。

本领域内的技术人员应明白，本公开的实施例可提供为方法、装置、或计算机程序产品。因此，本公开可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本公开可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用非瞬时性存储介质（包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等）上实施的
20 的计算机程序产品的形式。

本公开是参照根据本公开实施例的方法、设备（系统）和计算机程序产品的流程图和 / 或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和 / 或方框图中的每一流程和 / 或方框以及流程图和 / 或方框图中的流程和 / 或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以
25 产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置
30 的制造品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个

方框中指定的功能。

这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

5 个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

在上面所描述的光储用电系统负载三相功率控制装置可以实现为用于执行本申请所描述功能的通用处理器、可编程逻辑控制器 (PLC)、数字信号处理器 (DSP)、专用集成电路 (ASIC)、现场可编程门阵列 (FPGA) 或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件或者其任意适当组合。

10 至此，已经详细描述了本公开。为了避免遮蔽本公开的构思，没有描述本领域所公知的一些细节。本领域技术人员根据上面的描述，完全可以明白如何实施这里公开的技术方案。

本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分步骤可以通过硬件来完成，也可以通过程序来指示相关的硬件完成，所述的程序可以存储于一种非瞬时性计算机可读存储介质中，上述提到的存储介质可以是只读存储器，磁盘或光盘等。

本公开的描述是为了示例和描述起见而给出的，而并不是无遗漏的或者将本公开限于所公开的形式。很多修改和变化对于本领域的普通技术人员而言是显然的。选择和描述实施例是为了更好说明本公开的原理和实际应用，并且使本领域的普通技术人员能够理解本公开从而设计适于特定用途的带有各种修改的各种实施例。

权 利 要 求

1. 一种光储用电系统负载三相功率控制方法，包括：

获取电网取电及馈电功率、储能充电及放电功率、光伏发电功率；

根据电网取电及馈电功率、储能充电及放电功率、光伏发电功率确定电力系统发电功率；

将电力系统发电功率平均分配给每一相的负载用电，实现三相动态平衡。

2. 根据权利要求 1 所述的光储用电系统负载三相功率控制方法，其中，所述获取电网取电及馈电功率、储能充电及放电功率、光伏发电功率包括：

通过设置在光储用电系统的电网侧、储能装置侧和光伏装置侧的能源路由器，获取电网取电及馈电功率、储能充电及放电功率、光伏发电功率。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的光储用电系统负载三相功率控制方法，其中，所述将电力系统发电功率平均分配给每一相的负载用电，实现三相动态平衡包括：

通过设置在光储用电系统的交流用电端每一相负载的能源路由器，获取交流用电端每一相负载的用电功率；

通过设置在光储用电系统的交流用电端每一相负载的能源路由器，根据电力系统发电功率，对交流用电端每一相负载的用电功率进行调度。

4. 根据权利要求 3 所述的光储用电系统负载三相功率控制方法，其中，所述根据电力系统发电功率，对交流用电端每一相负载的用电功率进行调度包括：

将交流用电端每一相负载的用电功率调度为相等，且将交流用电端每一相负载的用电功率调度为等于电力系统发电功率的三分之一。

5. 根据权利要求 4 所述的光储用电系统负载三相功率控制方法，其中，所述将交流用电端每一相负载的用电功率调度为相等，且将交流用电端每一相负载的用电功率调度为等于电力系统发电功率的三分之一包括：

对于交流用电端每一相负载，比较所述负载的用电功率与电力系统发电功率；

若所述负载的用电功率大于电力系统发电功率的三分之一，则通过设置在所述负

载的能源路由器，减小该负载的用电功率，使得所述负载的用电功率等于电力系统发电功率的三分之一；

若所述负载的用电功率小于电力系统发电功率的三分之一，则通过设置在所述负载的能源路由器，增大所述负载的用电功率，使得所述负载的用电功率等于电力系统发电功率的三分之一。

6. 一种光储用电系统负载三相功率控制装置，包括：

功率获取模块，用于获取电网取电及馈电功率、储能充电及放电功率、光伏发电功率；

发电功率确定模块，用于根据电网取电及馈电功率、储能充电及放电功率、光伏发电功率确定电力系统发电功率；

功率调度模块，用于将电力系统发电功率平均分配给每一相的负载用电，实现三相动态平衡。

7. 根据权利要求 6 所述的光储用电系统负载三相功率控制装置，其中，所述光储用电系统负载三相功率控制装置用于执行实现如权利要求 1-5 中任一项所述的光储用电系统负载三相功率控制方法的操作。

8. 一种光储用电系统负载三相功率控制装置，包括：

存储器，用于存储指令；

处理器，用于执行所述指令，使得所述光储用电系统负载三相功率控制装置执行实现如权利要求 1-5 中任一项所述的光储用电系统负载三相功率控制方法的操作。

9. 一种光储用电系统负载三相功率控制设备，包括设置在电网侧、储能装置侧、光伏装置侧和交流用电端每一相负载的能源路由器，以及如权利要求 6-8 中任一项所述的光储用电系统负载三相功率控制装置。

10. 一种光储用电系统，包括如权利要求 9 所述的光储用电系统负载三相功率控制设备。

11. 根据权利要求 10 所述的光储用电系统，其中，所述光储用电系统为光储空调系统。

12. 一种非瞬时性计算机可读存储介质，存储有计算机指令，所述指令被处理器执行时实现如权利要求 1-5 中任一项所述的光储用电系统负载三相功率控制方法。