

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102185506 B

(45) 授权公告日 2012. 08. 15

(21) 申请号 201110113296. 4

(22) 申请日 2011. 05. 04

(73) 专利权人 山东鲁亿通智能电气股份有限公司

地址 265200 山东省烟台市莱阳市龙门西路 256 号

(72) 发明人 崔静 于龙

(74) 专利代理机构 上海东信专利商标事务所 31228

代理人 杨丹莉

(51) Int. Cl.

H02M 7/42 (2006. 01)

H02N 6/00 (2006. 01)

H02J 3/38 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1554913 A, 2004. 12. 15, 说明书第 6 页第

22 行至第 8 页第 25 行和图 1-3.

CN 101814855 A, 2010. 08. 25, 全文.

CN 100347925 C, 2007. 11. 07, 说明书第 5 页第 14 行至第 6 页第 7 行和图 1.

CN 100424978 C, 2008. 10. 08, 全文.

CN 101599724 B, 2011. 03. 23, 说明书第 2 页倒数第 2 行至第 3 页第 14 行和图 1.

审查员 丁东霞

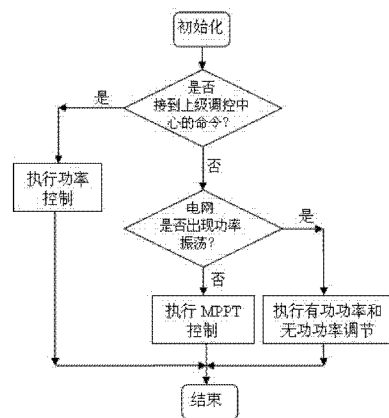
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

智能光伏逆变方法

(57) 摘要

本发明提供一种智能光伏逆变方法,包括:将太阳能电池板输出的直流电通过光伏逆变器逆变成交流电;判断是否接到上级调控中心的命令;若是,则对太阳能光伏电池板的输出功率进行控制,否则判断太阳能光伏电池板的输出是否出现功率振荡;若是,则通过控制器对太阳能光伏电池板的输出进行有功功率和无功功率调节控制,否则对太阳能光伏电池板执行最大功率点跟踪,并通过所述控制器控制。本发明可以进行动态的功率调节,可向电网发出有功功率,也可对系统进行大范围双向无功功率调节,利用了洁净的、可再生能源-太阳能,能满足电网满足功率平衡而控制光伏发电功率,符合智能电网对各接入电源调控的要求,更能协助电网抑制功率振荡。



1. 一种智能光伏逆变方法,包括如下步骤:

步骤 1-1 将太阳能电池板输出的直流电通过光伏逆变器逆变成交流电,所述光伏逆变器包括直流升压电路,该直流升压电路通过对输入电压的调整进行最大功率点跟踪;

步骤 1-2 判断是否接到上级调控中心的命令;若是,则执行步骤 1-3,否则进入步骤 1-4;

步骤 1-3:接受上级调控中心的命令,对太阳能光伏电池板的输出功率进行控制后回到步骤 1-2;

步骤 1-4:判断太阳能光伏电池板的输出是否出现功率振荡;若是,则执行步骤 1-5,否则进入步骤 1-6;

步骤 1-5:通过控制器对太阳能光伏电池板的输出进行有功功率和无功功率调节控制后回到步骤 1-2;

步骤 1-6:对太阳能光伏电池板执行所述最大功率点跟踪,并通过所述控制器控制后回到步骤 1-2。

2. 如权利要求 1 所述的智能光伏逆变方法,其特征在于,所述光伏逆变器包括逆变器,该逆变器将直流电逆变为可并网的正弦交流电。

3. 如权利要求 2 所述的智能光伏逆变方法,其特征在于,所述将直流电逆变为可并网的正弦交流电步骤后,进行滤波的步骤。

4. 如权利要求 3 所述的智能光伏逆变方法,其特征在于,还包括对所述滤波步骤之后输出的电压信号和电流信号进行采集的步骤。

5. 如权利要求 4 所述的智能光伏逆变方法,其特征在于,还包括所述控制器通过串口与上级调控中心进行通讯的步骤。

6. 如权利要求 1 所述的智能光伏逆变方法,其特征在于,所述直流升压电路为多路并行的直流升压电路,所述控制器为最大功率点跟踪控制器,该最大功率点跟踪控制器与多路并行的直流升压主电路相连并控制多路直流升压主电路中的每一路进行独立的最大功率点跟踪控制。

7. 如权利要求 6 所述的智能光伏逆变方法,其特征在于,所述逆变器包括多路逆变电路,每一路逆变电路将对应的一路直流升压主电路的输出直流电逆变为可并网的正弦交流电;同时将逆变器中与每一路逆变电路并联的直流母线电容中点电压的不平衡度控制在 5% 以内。

智能光伏逆变方法

技术领域

[0001] 本发明涉及太阳能光伏发电领域,具体涉及一种智能光伏逆变方法。

背景技术

[0002] 能源是人类社会存在和发展的物质基础。目前能源紧缺、环境恶化的日趋严重是关乎人类生存及发展的全球性问题。可再生能源属于可循环使用的清洁能源,由于其资源十分丰富,且不受地域限制,可就地利用,具有巨大的发展潜力和应用前景,是未来能源系统的希望。

[0003] 太阳能是一种巨量的可再生能源,太阳直接辐射到地球的能量十分丰富,分布广泛,不会污染环境,清洁干净。中国也拥有丰富的太阳能资源,目前可开发的太阳能是 21039 亿千瓦,若将 1% 的中国沙漠装上光伏,总容量将达到 13 亿千瓦,超过我国目前所有能源发电的装机容量。

[0004] 当今世界各国特别是发达国家对光伏发电技术十分重视,其开发和利用已经历了几十年,逐渐成为绿色能源领域的前沿技术。国际上,光伏发电无论从技术上还是从规模上已经比较成熟,已进入商业化运作阶段,并且已主要用于城市的并网发电。我国太阳能光伏发电起步较晚,80 年代中后期初具规模,90 年代以来技术在不断成熟,无论是产业化方面还是应用方面都发展很快,目前多应用在边远无电地区独立式发电,例如在甘肃、西藏、新疆等地建立了以光伏发电为基础的电力设施。而并网发电及城市应用起步较晚,随着国家对新能源的日益重视及一系列优惠政策的颁布,我国太阳能发电增长迅速,为了使光伏电池得到最大效率的使用,光伏逆变系统希望能够输出最大功率。

[0005] 由于光伏发电受日照辐射、温度等气候条件的影响,它是一种间歇式能源,随着光伏发电在电网中的比例越来越大,这个特点对传统电力系统已成熟的运行模式是个很大的冲击,它将会影响到系统的安全稳定运行,对电网的运行带来负面影响:当大量的光伏发电接入电网时,将严重影响到电网的功率平衡,因此根据电网平衡负荷的需要,对光伏发电进行功率控制,使电网达到功率平衡,是目前急需解决的问题。

[0006] 为了尽可能地利用太阳能,整个光伏发电系统的效率很重要,其中太阳能光伏电池的发电效率至关重要。由于电池板组件中各块电池板特性不同,其最大功率点所对应的电压 / 电流也不相同,其差异随着时间将会更加明显。因此将多块电池板组合后采用单路的输入设计,显然不能充分利用电池板的效率。光伏发电系统的发电效率不仅与光伏电池的发电效率相关,而且还和光伏逆变效率相关,目前光伏逆变大都采用简单的两电平拓扑结构,但两电平结构损耗较大,且谐波含量大。

[0007] 此外,随着我国电网规模日益增大,电网的运行稳定性显得非常重要,电力系统稳定是电网安全运行的关键,一旦遭到破坏,必将造成巨大的经济损失和灾难性后果。而由于间歇性可再生能源的大量接入,使得系统稳定性面临更大的挑战,因此,当电网出现故障时,将出现功率振荡,这时,需要依靠光伏逆变器调节其有功功率和无功功率的输出,来提高电网的稳定性和阻尼,从而有助于电网快速地恢复稳定。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于提供一种智能光伏逆变方法,以解决目前的光伏发电系统的电网无法达到功率平衡、电网稳定性差的技术问题。

[0009] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0010] 一种智能光伏逆变方法,包括如下步骤:步骤 1-1 将太阳能电池板输出的直流电通过光伏逆变器逆变成交流电;步骤 1-2 判断是否接到上级调控中心的命令;若是,则执行步骤 1-3,否则进入步骤 1-4;步骤 1-3:接受上级调控中心的命令,对太阳能光伏电池板的输出功率进行控制后回到步骤 1-2;步骤 1-4:判断太阳能光伏电池板的输出是否出现功率振荡;若是,则执行步骤 1-5,否则进入步骤 1-6;步骤 1-5:通过控制器对太阳能光伏电池板的输出进行有功功率和无功功率调节控制后回到步骤 1-2;步骤 1-6:对太阳能光伏电池板执行最大功率点跟踪,并通过所述控制器控制后回到步骤 1-2。

[0011] 本发明的智能光伏逆变方法,基于电网功率平衡、稳定性出发,将太阳能直流电逆变成交流电输送给电网,可以进行动态的功率(功率包括有功功率和无功功率)调节,可向电网发出有功功率,也可对系统进行大范围双向无功功率调节;正常运行时,智能光伏逆变器进行最大功率点跟踪(MPPT,Maximum Power Point Tracking)控制,输出全部有功功率,也可以根据上级调控中心对有功功率平衡的要求,进行有功功率控制;当电网出现功率振荡时,调节其有功功率和无功功率的输出,提高电网的稳定性和阻尼,有助于电网尽快地恢复稳定。利用了洁净的、可再生能源-太阳能,既能实现最大功率点跟踪控制,又能满足电网满足功率平衡而控制光伏发电功率,具有功率可控制的功能,符合智能电网对各接入电源调控的要求,更能协助电网抑制功率振荡。

[0012] 本发明的又一目的在于,提供一种智能光伏逆变方法,进一步克服发电效率低、难以充分利用电池板效率的技术问题。对此,本发明的光伏逆变器包括多路并行的直流升压电路,所述控制器为 MPPT 控制器,该 MPPT 控制器与多路并行的直流升压主电路相连并控制多路直流升压主电路中的每一路进行独立的最大功率点跟踪控制。

附图说明

[0013] 图 1 是本发明的智能光伏逆变方法的执行步骤框图;

[0014] 图 2 是具有智能光伏逆变器的发电系统的结构原理图;

[0015] 图 3 是本发明的多输入多电平光伏逆变器的拓扑图;

[0016] 图 4 是图 3 中多电平逆变主电路的以三电平为例的详细结构图。

具体实施方式

[0017] 为了便于本领域技术人员的理解,下面将结合具体实施例及其附图对本发明进一步详细描述。

[0018] 如图 1 所示,本发明的智能光伏逆变方法,用于将太阳能电池板输出的直流电通过光伏逆变器逆变成交流电,基本还包括如下步骤:

[0019] 步骤 1:判断是否接到上级调控中心的命令?若是,则执行步骤 2,否则进入步骤 3;

[0020] 步骤 2 :接受上级调控中心的命令,对输出功率进行控制后重复步骤 1 ;

[0021] 步骤 3 :判断电网是否出现功率振荡? 若是,则执行步骤 4, 否则进入步骤 5 ;

[0022] 步骤 4 :对电网进行有功功率和无功功率调节控制后重复步骤 1 ;

[0023] 步骤 5 :对电网执行最大功率点跟踪 (MPPT) 控制后重复步骤 1。

[0024] 如图 2 所示,执行上述智能光伏逆变方法的太阳能发电系统包括智能光伏逆变器 1、上级调控中心 7、以及光伏电池板 8 和电网 9。

[0025] 其中的智能光伏逆变器 1 包括光伏逆变器 6、滤波器 12、控制器 2、电压互感器 (PT) 14、电流互感器 (CT) 15。光伏逆变器 6 的直流输入端与太阳能光伏电池板 8 的直流输出端相连。滤波器 12 的输入端与光伏逆变器 6 的输出端相连,该滤波器 12 的输出端与电网 9 相连。PT 14 输出端和控制器 2 相应的输入端口相连。CT 15 的输入端和滤波器 12 与电网 9 的连接端相连,CT 15 的输出端和控制器 2 相应的输入端口相连,即与所述 PT 14 形成在滤波器 12 输出端和控制器 2 之间的并联。控制器 2 是一种数字控制电路,可以采用数字信号处理器、单片机、计算机中的任何一种。控制器 2 采集上述 PT14 输出的电压信号、CT 15 输出的电流信号,通过串口与上级调控中心 7 进行通讯,实现对光伏电池板 8 最大输出功率,对输出功率进行控制和对输出有功功率和无功功率进行调节。

[0026] 光伏逆变器 6 是一种将太阳能光伏电池输出的直流电逆变成交流电,并输送给电网的逆变器,它不仅具有太阳能光伏电池最大功率点跟踪功能,而且具有输出功率可控与调节功能。

[0027] 本发明提出的智能光伏逆变方法,将太阳能电池板输出的直流电逆变成交流电输送给电网。正常情况下,它对太阳能光伏电池板进行最大功率点跟踪,向电网输出清洁的光伏电能;同时,可根据上级调控中心(上位机)调度电网的需要,进行功率控制;另外,电网出现功率振荡时,它能对电网进行动态的功率调节,抑制电网的功率振荡,提高电网的稳定性,符合智能电网对接入新能源功率可控、可调的要求。

[0028] 更为具体地,光伏逆变器 6 通常由直流升压电路和逆变器组成。其中的直流升压电路用来实现最大功率点跟踪。所谓最大功率点跟踪指的是,为了得到最大输入功率,电路必须具备根据不同太阳光条件自动调节输入电压的功能,最大功率点一般在开环电压的 70% 左右,当然这和具体使用的光伏电池的特性也有关。直流升压电路通过对输入电压的调整实现最大功率点跟踪。

[0029] 逆变器的作用是把直流电逆变为可并网的正弦交流电。单相逆变器可以选用 H 桥逆变器,三相逆变器需选用三桥臂或四桥臂逆变器,大功率一般为三相逆变器。逆变器主电路功率器件,可以是达林顿功率晶体管 (BJT),功率场效应管 (MOSFET),绝缘栅晶体管 (IGBT) 和可关断晶闸管 (GTO) 等,在小容量低压系统中使用较多的器件为 MOSFET,因为 MOSFET 具有较低的通态压降和较高的开关频率,在高压大容量系统中一般均采用 IGBT 模块,这是因为 MOSFET 随着电压的升高其通态电阻也随之增大,而 IGBT 在中容量系统中占有较大的优势,而在特大容量 (100kVA 以上) 系统中,一般均采用 GTO 作为功率元件。

[0030] 在中、大容量的光伏发电系统中,逆变电源的输出应为失真度较小的正弦波。这是由于在中、大容量系统中,若采用方波供电,则输出将含有较多的谐波分量,高次谐波将产生附加损耗,许多光伏发电系统的负载为通信或仪表设备,这些设备对电网品质有较高的要求,当中、大容量的光伏发电系统并网运行时,为避免与公共电网的电力污染,也要求逆

变器输出正弦波电流。逆变器将直流电转化为交流电,若直流电压较低,则通过交流变压器升压,即得到标准交流电压和频率。对大容量的逆变器,由于直流母线电压较高,交流输出一般不需要变压器升压即能达到 220V,在中、小容量的逆变器中,由于直流电压较低,如 12V、24V,就必须设计升压电路。中、小容量逆变器一般有推挽逆变电路、全桥逆变电路和高频升压逆变电路三种,推挽电路,将升压变压器的中性插头接于正电源,两只功率管交替工作,输出得到交流电力,由于功率晶体管共地边接,驱动及控制电路简单,另外由于变压器具有一定的漏感,可限制短路电流,因而提高了电路的可靠性。全桥逆变电路克服了推挽电路的缺点,功率晶体管调节输出脉冲宽度,输出交流电压的有效值即随之改变。

[0031] 为了提高太阳能光伏发电系统的效率,在本发明申请中,我们提出了多输入多电平光伏逆变器,基本由多路直流升压和多电平逆变两级构成。如图 3 所示的以三路直流输入为例的拓扑图,即对应于多路光伏电池板 8,例如三路,分别设置了直流升压电路,其中的控制器 2 采用 MPPT 控制器。光伏逆变器 6 则采用多电平逆变器,由多电平逆变主电路 4 和逆变控制器 5 组成。直流升压电路的各路直流输入与对应的太阳能光伏电池板 8 的各路直流输出端相连,其直流升压电路输出端与多电平逆变主电路 4 的直流输入端相连。多电平逆变主电路 4 的交流输出端与电网 9 相连。MPPT 控制器 2 与多路直流升压主电路相连并控制多路直流升压主电路中的每一路进行独立的最大功率点跟踪控制。逆变控制器 5 对多电平逆变主电路 1 进行并网控制。

[0032] 图 4 是图 3 中多电平逆变主电路的以三电平为例的详细结构图。如图 4 所示,多电平逆变主电路 4 包括电感组件 L,构成图 4 所示的虚线框内的滤波电路,此处采用的是低损耗的滤波电感。特别地,本发明将图 4 所示的直流母线电容 C_{dc} 中点电压的不平衡度控制在 5% 以内。

[0033] 采用了多输入多电平逆变器,将太阳能电池板组件分多路直流送给多输入多电平光伏逆变器的升压电路,各路升压电路采用独立的最大功率点跟踪控制,充分发挥太阳能电池板的效率,再经过多电平逆变器进行高效的逆变,将直流电逆变成交流电输送给电网,不仅逆变效率高,而且谐波小,有利于大规模的光伏发电并网;光伏逆变器由电压源型的可快速关断器件组成,动态响应快。

[0034] 本发明的光伏逆变方法的优势如下:

[0035] 1) 根据上位机调度的需求,对输出功率进行功率控制;

[0036] 2) 通过其有功功率和无功功率的动态调节,抑制电网功率振荡,改善电网的稳定性

[0037] 3) 将洁净的、可再生能源 - 太阳能光伏发电转换为交流电输送给电网

[0038] 4) 多路直流输入,多路独立的最大功率点跟踪控制,光伏电池板利用效率高;

[0039] 5) 多电平逆变设计,逆变效率高,谐波小,对电能质量影响小,有利于大规模光伏发电的并网。

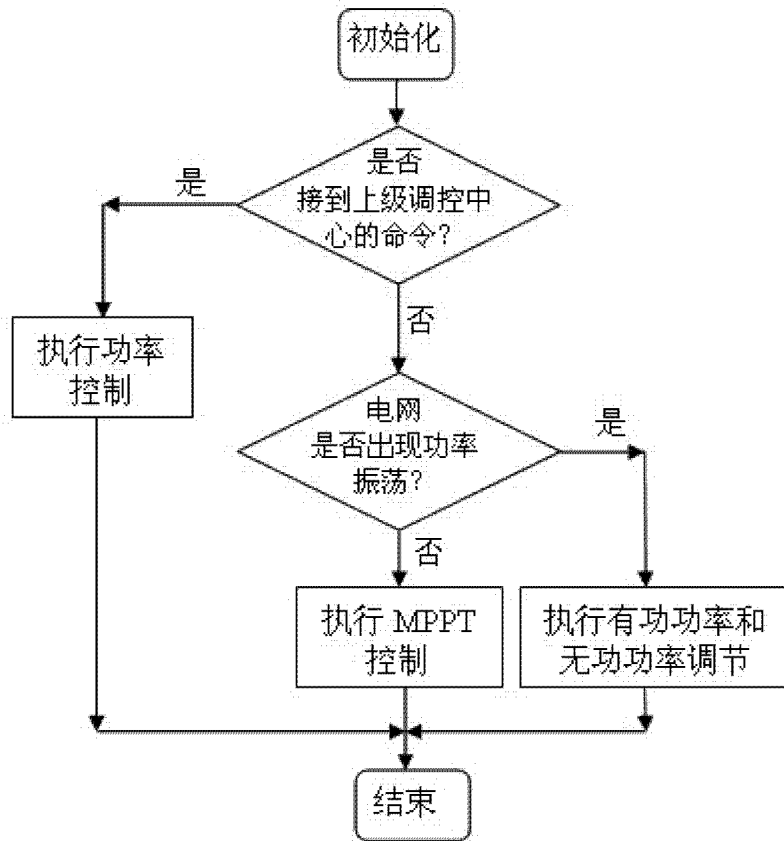


图 1

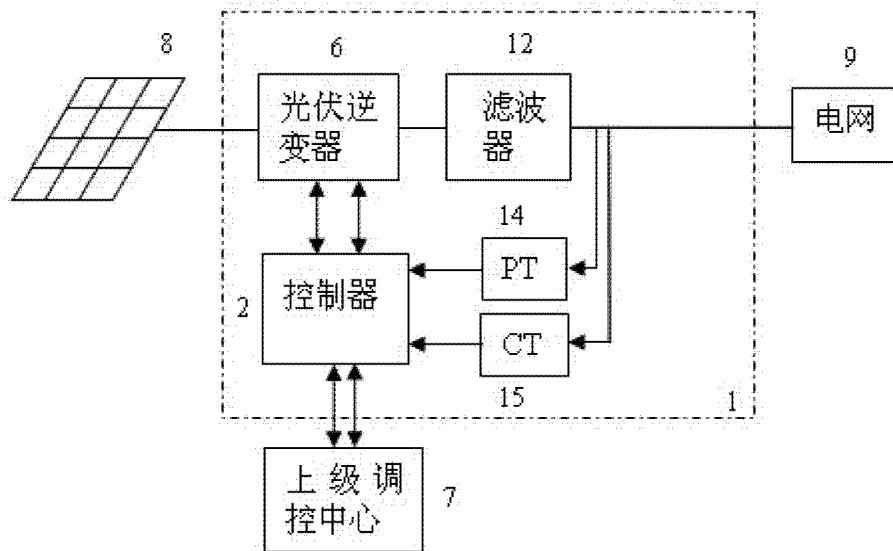


图 2

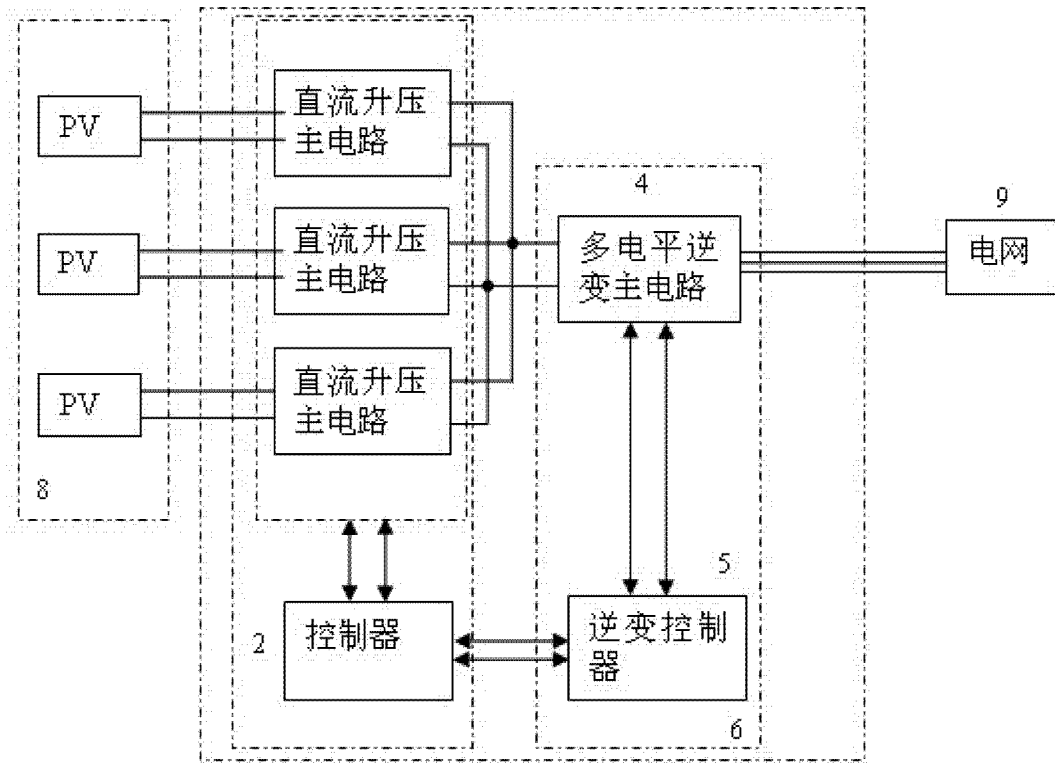


图 3

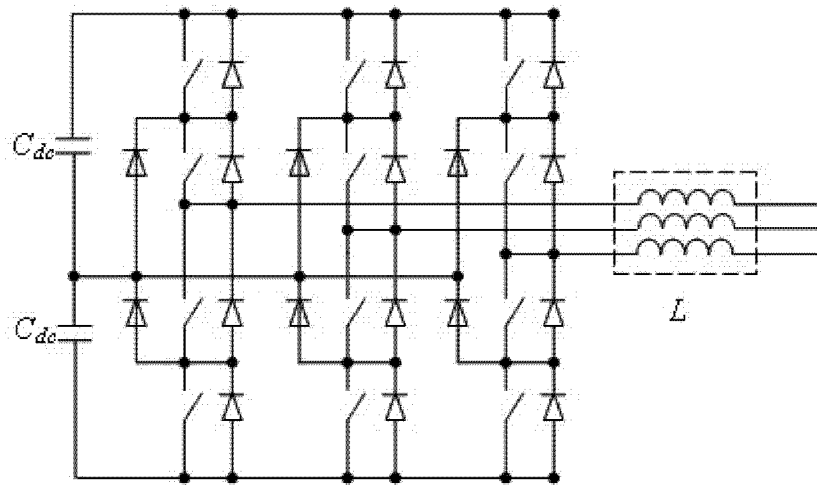


图 4