



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204732888 U

(45) 授权公告日 2015. 10. 28

(21) 申请号 201520343776. 3

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2015. 05. 25

H02J 3/38(2006. 01)

H02J 3/28(2006. 01)

(73) 专利权人 国家电网公司

地址 100031 北京市西城区西长安街 86 号

专利权人 国网山东省电力公司电力科学研
究院

国网山东省电力公司

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(72) 发明人 于芑 孙树敏 苏建军 吕天光

李广磊 程艳 石鑫 李笋

王瑞琪 张用 赵鹏 毛庆波

赵帅

(74) 专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限
公司 37221

代理人 赵妍

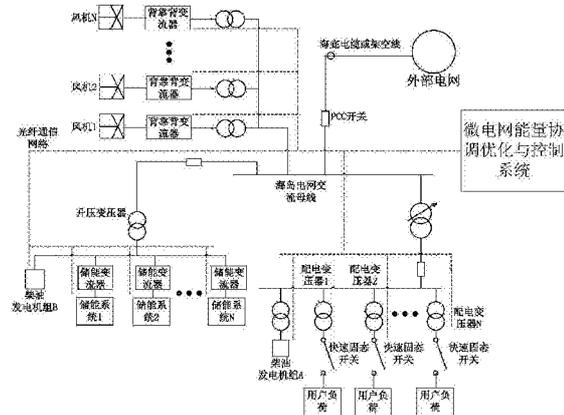
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 实用新型名称

一种并网型海岛电网的微电网系统

(57) 摘要

本实用新型公开了一种并网型海岛电网的微电网系统,包括储能系统,其通过升压变压器接入海岛电网交流母线;配电网负荷系统,配电网负荷系统将用户负荷端通过快速固态开关与配电网负荷变压器连接;柴油发电系统,其作为微电网系统处于孤岛运行时的主电源;风力发电系统,其包括异步风力发电机组,异步风力发电机组的定子输出侧串联接入背靠背变流器,背靠背变流器输出经升压后送至海岛电网交流母线;光纤通信网,在海岛电网中沿输电线路架设光纤,并在各电源点、负荷点及控制终端处安装光纤通信收发装置,形成海岛电网光纤通信网;微电网能量协调优化与控制系统,其经光纤通信网实时汇集海岛电网运行数据,并下达控制指令。



1. 一种并网型海岛电网的微电网系统,其特征在于,包括:
储能系统,所述储能系统通过升压变压器接入海岛电网交流母线;
配电网负荷系统,所述配电网负荷系统包括用户负荷,用户负荷通过快速固态开关与配电网负荷变压器低压侧连接,所述配电网负荷变压器高压侧接入海岛电网交流配电网;
柴油发电系统,其作为海岛微电网系统处于孤岛运行时的主电源;所述柴油发电系统包括柴油发电机组 A 和柴油发电机组 B,柴油发电机组 A 经配电网负荷变压器接入海岛电网低压配电网,柴油发电机组 B 经升压变压器接入海岛电网交流母线来参与海岛电网孤岛运行时的交流母线电压稳定控制;
风力发电机系统,其包括异步风力发电机组,异步风力发电机组的定子输出侧串联接入背靠背变流器,以实现传统异步风力发电机组的低电压穿越及无功功率控制,所述背靠背变流器输出侧经升压后送至海岛电网交流母线;
光纤通信网,在海岛电网中沿输配电线路架设光纤,在输配电线路的预设点处安装光纤通信收发装置,形成海岛电网光纤通信网;
微电网能量协调优化与控制系统,其经光纤通信网进行海岛电网运行数据的实时汇集,并给海岛电网内各运行设备下达运行控制指令,实现海岛电网的并网/孤岛双模式稳定运行、双模式平滑切换。
2. 如权利要求 1 所述的一种并网型海岛电网的微电网系统,其特征在于,所述的储能系统包括若干类混合储能子系统时,每一类储能子系统各通过一支路汇流后接入升压变压器低压侧。
3. 如权利要求 1 所述的一种并网型海岛电网的微电网系统,其特征在于,所述背靠背变流器包括机侧变流器与网侧变流器,机侧变流器与网侧变流器之间通过直流母线并联,机侧变流器交流侧与异步风力发电机组定子连接,网侧变流器交流侧接入海岛电网交流母线,直流母线处接入 Crowbar 电路。
4. 如权利要求 3 所述的一种并网型海岛电网的微电网系统,其特征在于,所述机侧变流器和网侧变流器均采用三相半桥 VSR 拓扑结构。
5. 如权利要求 1 所述的一种并网型海岛电网的微电网系统,其特征在于,所述储能系统、柴油发电系统以及微电网能量协调优化与控制系统均采用集装箱式结构。
6. 如权利要求 1 所述的一种并网型海岛电网的微电网系统,其特征在于,所述海岛电网交流母线通过海底电缆接入外部电网,海岛电网与外部电网之间设有 PCC 点开关;当海岛电网与外部电网连接的海底电缆发生故障时,PCC 点开关断开,海岛电网由并网模式转为孤岛模式。
7. 如权利要求 1 所述的一种并网型海岛电网的微电网系统,其特征在于,当海岛电网在并网/孤岛双模式切换的暂态过程中或孤岛运行时,若发生电力供给不足的情况,所述微电网能量协调优化与控制系统通过控制快速固态开关来对海岛电网负荷进行快速投切。

一种并网型海岛电网的微电网系统

技术领域

[0001] 本实用新型属于微电网技术工程化应用技术领域,具体涉及一种并网型海岛电网的微电网系统。

背景技术

[0002] 我国海岛资源丰富,多数海岛及周边海域可再生资源丰富,如风能、太阳能、波浪能、潮流能等。大力发展海岛电网,构建高效清洁的海岛能源体系,不仅能够保障海岛稳定电力供给,对保护海洋环境、促进节能减排也具有重要的意义。我国于2009年底颁布了《中华人民共和国海岛保护法》,并已明确指出“有居民海岛的开发、建设应当优先采用风能、海洋能、太阳能等可再生资源和雨水集蓄、海水淡化、污水再生利用等技术”。

[0003] 海岛居民生产生活、海防军事以及海岛可再生能源开发依赖于可靠稳定的海岛电网建设。目前,海岛电网一般分为并网性海岛电网及独立型海岛电网,其存在以下问题:

[0004] 独立性海岛电网与外部大电网没有电气连接,其岛内电力供给一般以来柴油发电机或者燃气轮机作为主电源;由于独立性海岛电网没有电力外送通道,因此其风电、光伏等可再生能源开发规模受岛内最大负荷限制。

[0005] 并网型海岛电网通过海底电缆或者架空线路与外部大电网连接,海岛丰富的风电、光伏等可再生能源在满足本岛电力需求的同时,可通过海底电缆或架空线路向大电网送出,这种方式适宜于海岛周边海上风电场等可再生能源的大规模开发利用。目前,我国对于面积较大、居民较多、海防位置重要的岛屿一般采用并网型电力接入,其供电稳定性主要受海底电缆或架空线路故障率的影响。

[0006] 海岛电网的海底电缆以及架空线路的检修难度大、周期长,特别是在冬季大风天气,海岛电网送出线路的故障常导致数周的电力供给中断,不仅影响了岛内军民的正常生产生活,同时也造成了岛内风电、光伏等可再生能源的极大浪费。

[0007] 因此,对于并网型海岛电网有必要进行微电网建设,使得海岛电网成为可与大电网灵活快速接入/退出的多特性电源/负荷单元,实现海岛电网在并网、孤岛两种模式下稳定运行,避免海岛电网对于海底电缆或者架空线路的依赖,提高海岛电网的可靠性和稳定性,同时为海岛丰富的可再生能源提供坚强的电网送出通道。

[0008] 对于并网型海岛微电网建设,可以采用新建微电网以及原有电网的微电网改造两种方式。并网型海岛电网属于电网的实际营业区,进行全新的微电网建设不仅会导致原有电网线路、设备的不必要废弃,同时还会引起极大的投资额度和工程量。在海岛电网原有电网线路及设备的基础上,进行微电网工程改造可有效降低工程规模,同时缩短微电网建设周期。

实用新型内容

[0009] 针对保障海岛电网高质量、高可靠性电能供给的客观需求,本实用新型提出了一种并网型海岛电网的微电网系统,该系统在保留并网型海岛电网原有电网结构和设备的基

基础上,完成储能、光伏、风电等多类型分布式电源的规模化工程接入、电网负荷主动调节以及海岛电网多类型能源优化协调控制,实现了海岛电网的并网 / 孤岛双模式稳定运行。

[0010] 为实现上述目的,本实用新型的具体方案如下:

[0011] 一种并网型海岛电网的微电网系统,包括:

[0012] 储能系统,所述储能系统通过升压变压器接入海岛电网交流母线;

[0013] 配电网负荷系统,所述配电网负荷系统包括用户负荷,用户负荷通过快速固态开关与配电网负荷变压器低压侧连接,所述配电网负荷变压器高压侧接入海岛电网交流配电网;

[0014] 柴油发电系统,其作为海岛电网的微电网系统处于孤岛运行时的主电源;所述柴油发电系统包括柴油发电机组A和柴油发电机组B,柴油发电机组A经配电网负荷变压器接入海岛电网低压配电网,柴油发电机组B经升压变压器接入海岛电网交流母线来参与海岛电网孤岛运行时的交流母线电压稳定控制;

[0015] 风力发电机系统,其包括异步风力发电机组,异步风力发电机组的定子输出侧串联接入背靠背变流器,以实现传统异步风力发电机组的低电压穿越及无功功率控制,所述背靠背变流器输出侧经升压后送至海岛电网交流母线;

[0016] 光纤通信网,在海岛电网中沿输配电线路架设光纤,在输配电线路的预设点处安装光纤通信收发装置,形成海岛电网光纤通信网;

[0017] 微电网能量协调优化与控制系统,其经光纤通信网进行海岛电网运行数据的实时汇集,并给海岛电网内各运行设备下达运行控制指令,实现海岛电网的并网 / 孤岛双模式稳定运行、双模式平滑切换。

[0018] 当所述储能系统包括若干类混合储能子系统时,每一类储能子系统各通过一支路汇流后接入升压变压器低压侧。

[0019] 所述背靠背变流器包括机侧变流器与网侧变流器,二者之间通过直流母线并联,机侧变流器交流侧与发电机定子连接,网侧变流器交流侧接入电网,直流母线处接入Crowbar电路以实现发电机组的低电压穿越,机侧变流器可为风电机组的启动提供无功功率,进而使得传统鼠笼式异步风力发电机组具备了参与微电网多模态运行的能力。

[0020] 所述机侧变流器与网侧变流器均采用三相半桥VSR拓扑结构。

[0021] 所述储能系统、柴油发电系统以及微电网能量协调优化与控制系统均采用集装箱式结构。

[0022] 所述海岛电网交流母线通过海底电缆接入外部电网,海岛电网与外部电网之间设有PCC点开关;当海岛电网与外部电网连接的海底电缆发生故障时,PCC点开关断开,海岛电网由并网模式转为孤岛模式。

[0023] 当海岛电网在并网 / 孤岛双模式切换的暂态过程中或孤岛运行时,若发生电力供给不足的情况,所述微电网能量协调优化与控制系统通过控制快速固态开关来对海岛电网负荷进行快速投切。

[0024] 本实用新型的有益效果是:

[0025] (1) 通过对并网型海岛电网进行微电网系统改造,使得并网型海岛电网具备了在并网、孤岛两种模式下运行的能力,增强了海岛电网供电的可靠性和稳定性,同时为海岛丰富的可再生能源提供了稳定、坚强的电网送出通道。

[0026] (2) 该并网型海岛电网微电网系统保留了海岛电网原有线路及设备,其微电网改造过程没有重复性电网设备建设,减少了微电网工程规模、降低了投资成本、缩短了建设周期。

[0027] (3) 将柴油发电机组安装在配电网负荷侧,该海岛微电网孤岛运行时柴油发电机组可就近为海岛电网负荷提供电力供给,降低了电力输送的损耗。

[0028] (4) 通过在配电网变压器低压侧安装固态快速快关,不仅可以实现对海岛电网负荷的快速、精确管理,同时避免了变压器投切过程中对固态快速开关的冲击。

[0029] (5) 通过传统鼠笼型异步风力发电机组的定子输出侧接入背靠背变流器,使得异步风力发电机组具备了无功控制以及低电压穿越能力,从而能够参与微电网的运行控制,并解决了异步风电机组并网启动对电网无功冲击的问题。

附图说明

[0030] 图 1 为海岛电网的微电网系统结构示意图;

[0031] 图 2 为鼠笼型异步风力发电机组改造后的结构示意图;

[0032] 图 3 为电网侧 / 微网侧变流器结构图。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图与实施例对本实用新型做进一步说明:

[0034] 本实用新型的并网型海岛电网的微电网系统,在原有并网型海岛电网架构的基础上建设了储能系统,柴油发电系统,微电网能量协调优化与控制系统、光纤通信网络并进行了配电网改造以及异步风力发电机组改造。

[0035] 如图 1 所示,对并网型海岛电网进行微电网建设主要涉及风力发电机组改造、柴油发电系统建设、储能系统建设、配电网改造、微电网能量协调优化与控制系统建设以及光纤通信网络建设等内容。

[0036] 一种并网型海岛电网的微电网系统,包括:

[0037] 储能系统,所述储能系统通过升压变压器接入海岛电网交流母线;

[0038] 配电网负荷系统,所述配电网负荷系统包括用户负荷,用户负荷通过快速固态开关与配电网负荷变压器低压侧连接,所述配电网负荷变压器高压侧接入海岛电网交流配电网;

[0039] 柴油发电系统,其作为海岛微电网系统处于孤岛运行时的主电源;所述柴油发电系统包括柴油发电机组 A 和柴油发电机组 B,柴油发电机组 A 经配电网负荷变压器接入海岛电网低压配电网,柴油发电机组 B 经升压变压器接入海岛电网交流母线来参与海岛电网孤岛运行时的交流母线电压稳定控制;

[0040] 风力发电系统,其包括异步风力发电机组,异步风力发电机组的定子输出侧串联接入背靠背变流器,以实现传统异步风力发电机组的低电压穿越及无功功率控制,所述背靠背变流器输出侧经升压后送至海岛电网交流母线;

[0041] 光纤通信网,在海岛电网中沿输配电线路架设光纤,在输配电线路的预设点处安装光纤通信收发装置,形成海岛电网光纤通信网;

[0042] 微电网能量协调优化与控制系统,其经光纤通信网进行海岛电网运行数据的实时

汇集,并给海岛电网内各运行设备下达运行控制指令,实现海岛电网的并网/孤岛双模式稳定运行、双模式平滑切换。

[0043] 在该改造后的海岛微电网工程系统中,用于承担微电网中可再生能源功率平滑调节、紧急功率/能量支撑、电网功率/能量控制等任务的储能系统经升压变压器接入海岛电网交流母线。储能系统可采用多类型子混合储能系统,从而提高储能系统在功率、能量、循环寿命等方面的综合特性,不同类型储能系统由其各自储能变流器控制经新建变压器接入海岛电网交流母线。若储能系统采用多类型混合储能方式,升压变压器低压侧采用多分支结构,各类储能系统支路经汇流后接入升压变压器低压侧。

[0044] 由于储能系统储能容量有限,因此一般选择柴油发电机组作为微电网孤岛运行时的主电源。柴油发电系统建设采用在海岛电网内新增柴油发电机组 B 和柴油发电机组 A。柴油发电机组 B 经新建变压器接入海岛电网交流母线,柴油发电机组 A 接入海岛电网负荷侧。柴油发电机组 A 为海岛电网孤岛运行时的主电源,其就近接入负荷侧满足负荷电力需求,可降低海岛电网孤岛运行时的电力输送损耗,其容量应与海岛内电网负荷容量相当。柴油发电机组 B 接入海岛电网交流母线参与海岛电网孤岛运行时的交流母线电压稳定控制。

[0045] 并网型海岛电网中接入的风电机组一般为直驱永磁同步风力发电机组、双馈风力发电机组以及鼠笼型异步风力发电机组。直驱永磁同步风力发电机组、双馈风力发电机组由于具备低电压穿越能力以及有功、无功调节能力,因此在微电网中无需改造。对于鼠笼型异步风力发电机组,由于其不具备低电压穿越能力且并网启动时需从电网中吸纳大量无功功率,因此应进行改造以具备参与微电网运行控制的能力。采用的方案为:在异步风力发电机组定子输出侧串联接入背靠背变流器,背靠背变流器由机侧变流器与网侧变流器构成;机侧变流器与网侧变流器均采用三相半桥 VSR 拓扑,二者之间通过直流母线并联;机侧变流器交流侧与发电机定子连接,网侧变流器交流侧接入电网,直流母线处接入 Crowbar 电路以实现发电机组的低电压穿越,机侧变流器可为风电机组的启动提供无功功率。

[0046] 为解决海岛电网负荷主动控制的问题,配电网改造建设中,在配电网负荷变压器的低压侧串联接入快速固态开关实现对海岛电网负荷的投切管理。将快速固态开关接入变压器的低压侧可以避免变压器投切过程中产生的涌流冲击,从而可降低对快速固态开关的容量需求,降低改造成本。

[0047] 为实现对海岛电网运行信息快速、准确采集以及遥控指令的实时下达,在海岛电网中沿输配电线路架设光纤,并在输配电线路的预设点处处安装光纤通信收发装置,为海岛电网内各运行设备的实时数据监控以及控制信息的快速下达提供信道,完成海岛电网光纤通信网建设。

[0048] 在海岛内选择合适地点建设微电网能量协调优化与控制系统,该系统为海岛微电网运行控制的中枢,主要由多类型服务器、工作站、通信交换机、纵向隔离加密等装置以及能量优化协调管理软件构成,用于微电网运行数据实时汇集、运行策略优化以及遥控指令下达,进而实现海岛微电网的运行模式切换、紧急控制、可再生能源功率平滑、经济运行等功能。

[0049] 储能系统、柴油发电系统以及微电网能量协调优化与控制系统可采用集装箱式结构,以节省土建投资,缩短系统安装周期同时便于设备的运输和转移。

[0050] 通过上述建设,在保留海岛电网原有电网结构及电网设备的基础上,完成了储能

系统建设、风电机组接入改造、柴油发电机组建设、配电网改造、通信网络建设以及微电网能量协调优化与控制系统建设等内容,使海岛电网具备并网 / 孤岛双模式稳定运行能力。

[0051] 如图 2 所示,对鼠笼型异步风力发电机组的定子输出侧与升压变压器之间串联接入背靠背变流器,背靠背变流器由机侧变流器、网侧变流器构成,机侧变流器与网侧变流器之间经过直流母线并联。背靠背变流器中,网侧变流器运行于 P/Q 模式,用于控制直流母线电压的稳定;机侧变流器运行于 V/F 模式,为鼠笼型异步风力发电机组的定子提供稳定的三相交流电压。鼠笼型异步风力发电机组启动时,其无功需求由机侧变流器提供,由于直流母线的直流解耦作用,网侧变流器可独立运行于单位功率因数状态,解决了鼠笼型异步风力发电机组启动时对海岛电网的无功冲击问题。并联接入直流母线的 Crowbar 电路用于解决海岛电网并网 / 孤岛双模式切换的暂态过程中风电机组的低电压穿越问题。

[0052] 所述背靠背变流器由机侧变流器与网侧变流器构成。所述机侧变流器与网侧变流器均采用三相半桥 VSR 拓扑,二者之间通过直流母线并联。如图 3 所示,电网侧变流器与微网侧变流器均采用三相半桥 VSR 拓扑。功率开关管 G1、G3、G5 的漏极连接到一起接到直流侧电容 C1 的正极,功率开关管 G1、G3、G5 的源极分别与功率开关管 G2、G4、G6 的漏极相连接,功率开关管 G2、G4、G6 的源极连接到一起接到直流侧电容 C2 的负极。续流二极管 D1、D3、D5、D2、D4、D6 分别反并联在每个功率开关管的漏 - 源极之间。L1、L2、L3 为交流侧滤波电感。通过对以上各开关管进行通断控制可以实现该变换器整流状态、逆变状态的快速灵活转换及直流侧电压、交流侧有功 / 无功功率的快速精确控制。

[0053] 上述虽然结合附图对本实用新型的具体实施方式进行了描述,但并非对本实用新型保护范围的限制,所属领域技术人员应该明白,在本实用新型的技术方案的基础上,本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本实用新型的保护范围以内。

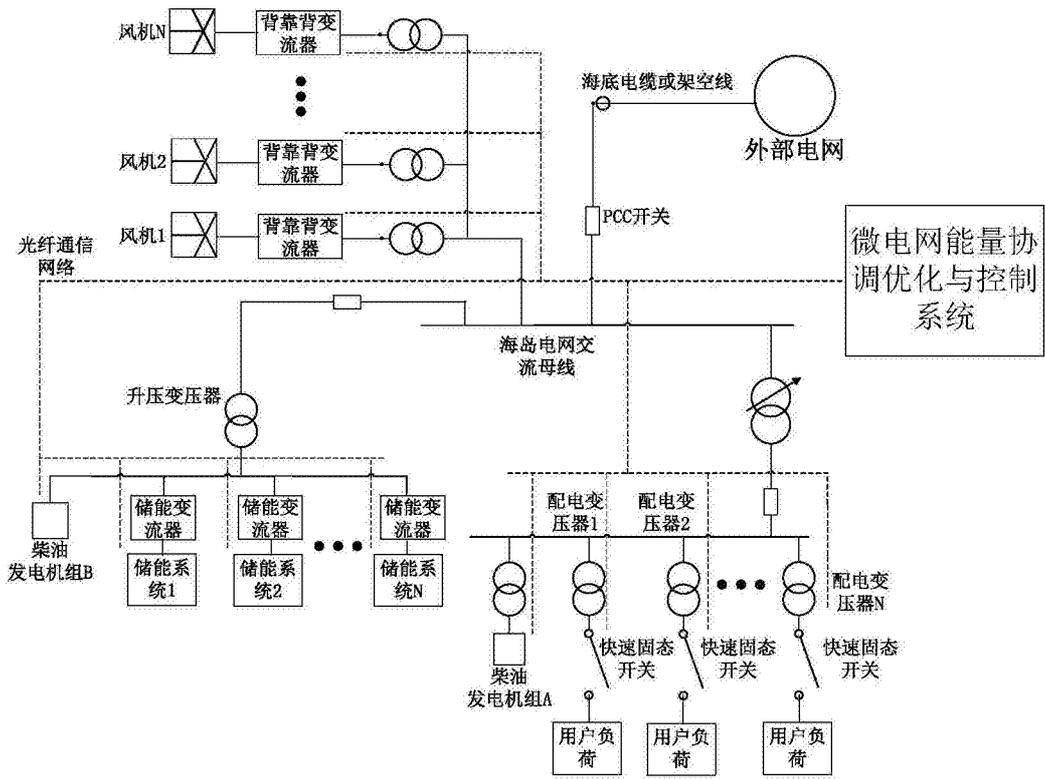


图 1

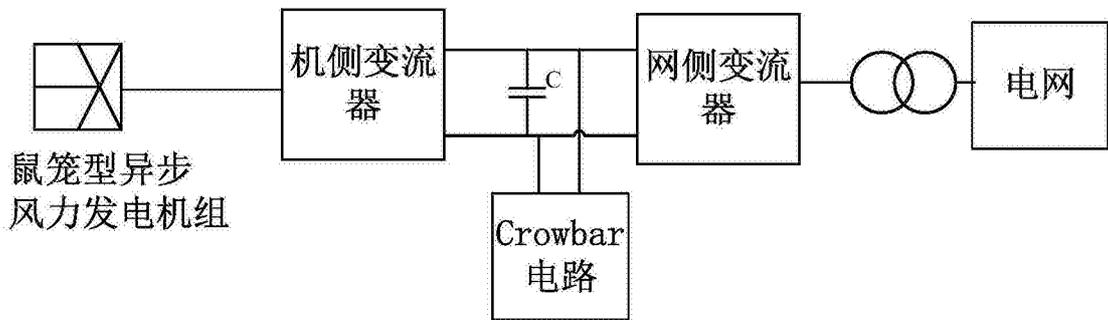


图 2

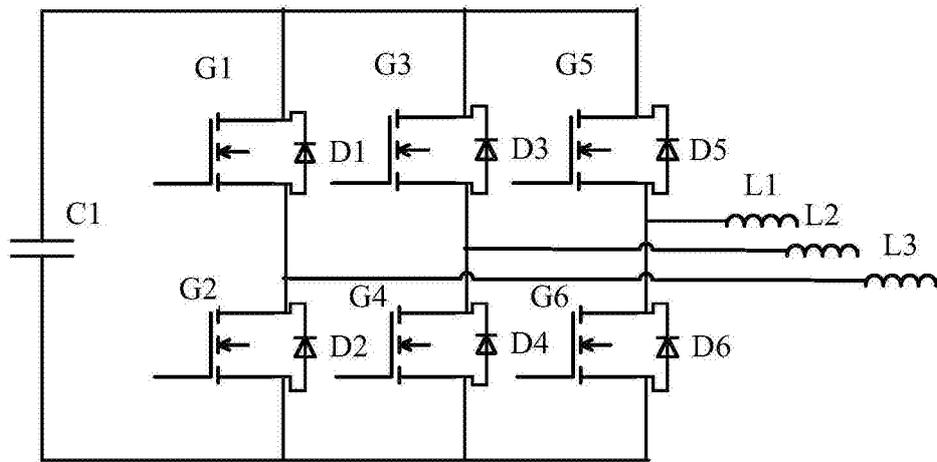


图 3