



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109802422 B

(45) 授权公告日 2020.12.22

(21) 申请号 201910117384.8

(22) 申请日 2019.02.15

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109802422 A

(43) 申请公布日 2019.05.24

(73) 专利权人 全球能源互联网研究院有限公司  
地址 102209 北京市昌平区未来科技城滨  
河大道18号

专利权人 国网浙江省电力公司  
国网天津市电力公司

(72) 发明人 赵国亮 邓占锋 陆振纲 宋洁莹  
曹澄沙 于建成 马世乾 蔡林海  
徐科

(74) 专利代理机构 北京三聚阳光知识产权代理  
有限公司 11250

代理人 马永芬

(51) Int. Cl.

H02J 3/36 (2006.01)

H02J 3/06 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 106972505 A, 2017.07.21

CN 107565580 A, 2018.01.09

CN 106887957 A, 2017.06.23

EP 0917271 A3, 1999.05.19

WO 2018098672 A1, 2018.06.07

F. Bignucolo et al. Applications of the solid state transformer concept in the electrical power system.《2015 AEIT International Annual Conference (AEIT)》.2015,

Qi Huanhuan et al. Thoughts on Differential Protection Design of Series Transformer in FACTS Device.《2018 International Conference on Power System Technology (POWERCON)》.2018,

陈国富等.统一电能质量控制器的故障响应特性研究.《陕西电力》.2014,第42卷(第12期),

郑涛等.基于MMC的统一潮流控制器交流侧故障特性及保护方案.《电网技术》.2015,第39卷(第12期),

审查员 苏建明

权利要求书1页 说明书5页 附图6页

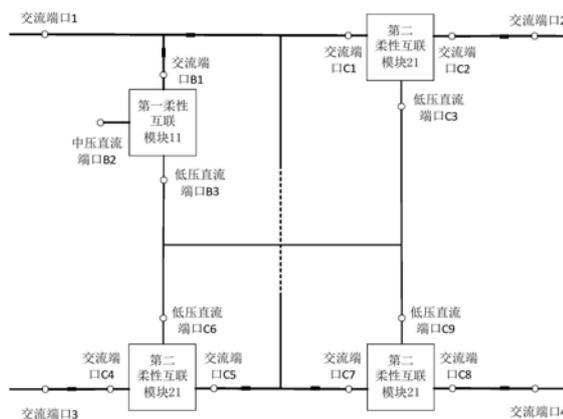
(54) 发明名称

一种柔性环网互联装置及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种柔性环网互联装置及系统,其中,该柔性环网互联装置包括:多个电网交流端口、至少一个第一柔性互联模块和至少一个第二柔性互联模块,第一柔性互联模块与第二柔性互联模块之间进行互联,其中,第一柔性互联模块并联连接于两交流端口之间,第一互联模块包括:至少一第一直流端口和/或至少一第一交流端口;第二柔性互联模块串联连接于两交流端口之间,第二柔性互联模块包括:第二直流端口或第二交流端口,实现交流各端柔性环网互联,潮流双向流动,使得配电运行模式柔性切换、控制方式灵活。

CN 109802422 B



1. 一种柔性环网互联装置,其特征在于,包括:多个电网交流端口、至少一个第一柔性互联模块和至少一个第二柔性互联模块,所述第一柔性互联模块与第二柔性互联模块之间进行互联,其中,

所述第一柔性互联模块并联连接于两所述电网交流端口之间,所述第一柔性互联模块包括:至少一第一直流端口和/或至少一第一交流端口,所述第一柔性互联模块包括多端口电力电子变压器,所述多端口电力电子变压器包括:至少一第一直流端口和/或至少一第一交流端口;

所述第二柔性互联模块串联连接于两所述电网交流端口之间,所述第二柔性互联模块包括:第二直流端口或第二交流端口,所述第二柔性互联模块包括:串联变压器及电压源换流器,所述串联变压器原边绕组的一端连接一交流端口,另一端连接另一交流端口,副边绕组与电压源换流器连接。

2. 根据权利要求1所述的柔性环网互联装置,其特征在于,所述第一直流端口与第二直流端口用于直接互联,或者连接至直流母线,或者通过串联开关连接至直流母线。

3. 根据权利要求1所述的柔性环网互联装置,其特征在于,第一交流端口与第二交流端口用于直接互联,或者连接至交流母线,或者通过串联开关连接至交流母线。

4. 根据权利要求1所述的柔性环网互联装置,其特征在于,所述串联变压器及电压源换流器之间直接连接或通过串联开关连接。

5. 根据权利要求4所述的柔性环网互联装置,其特征在于,所述第二柔性互联模块还包括:旁路开关,并联在所述串联变压器的原边和/或副边绕组两端,用于对所述串联变压器进行短路保护。

6. 一种柔性环网互联系统,其特征在于,包括:分布式电源、负载、储能装置及如权利要求1-5任一所述的柔性环网互联装置,

所述第一柔性互联模块与第二柔性互联模块分别连接至公共母线上;

所述分布式电源、负载及储能装置连接在所述公共母线上,与各个电网实现潮流互联。

## 一种柔性环网互联装置及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电力设备技术领域,具体涉及一种柔性环网互联装置及系统。

### 背景技术

[0002] 配电网处于电力系统的末端,直接面向电力用户,承担着分配电能、服务客户的重任。当前,配电网建设滞后、结构不合理,“闭环设计,开环运行”使得调控手段有限,制约了配电网运行控制的灵活性,造成了馈线负荷不均衡、供电恢复时间长等问题。另一方面,配电网内非线性、冲击性负荷比重的增加,以及新能源渗透率的不断提高,对配电网电能质量和供电可靠性的保障手段提出了更高要求。现有配电网正面临用电需求定制化和多样化、分布式电源接入规模化、潮流协调控制复杂化等多方面的巨大挑战。这些问题采用常规开关等传统调控手段难以同时得到有效解决。

### 发明内容

[0003] 因此,本发明提供一种柔性环网互联装置及系统,克服了现有技术中常规开关倒闸操作引起的供电中断、合环冲击等问题的不足。

[0004] 第一方面,本发明实施例提供一种柔性环网互联装置,包括:多个电网交流端口、至少一个第一柔性互联模块和至少一个第二柔性互联模块,所述第一柔性互联模块与第二柔性互联模块之间进行互联,其中,所述第一柔性互联模块并联连接于两所述电网交流端口之间,所述第一柔性互联模块包括:至少一第一直流端口和/或至少一第一交流端口;所述第二柔性互联模块串联连接于两所述电网交流端口之间,所述第二柔性互联模块包括:第二直流端口或第二交流端口。

[0005] 在一实施例中,所述第一直流端口与第二直流端口用于直接互联,或者连接至直流母线,或者通过串联开关连接至直流母线。

[0006] 在一实施例中,第一交流端口与第二交流端口用于直接互联,或者连接至交流母线,或者通过串联开关连接至交流母线。

[0007] 在一实施例中,所述第一柔性互联模块包括多端口电力电子变压器,所述多端口电力电子变压器包括:至少一第一直流端口和/或至少一第一交流端口。

[0008] 在一实施例中,所述第二柔性互联模块包括:串联变压器及电压源换流器,所述串联变压器原边绕组的一端连接一交流端口,另一端连接另一交流端口,副边绕组与电压源换流器连接。

[0009] 在一实施例中,所述串联变压器及电压源换流器之间直接连接或通过串联开关连接。

[0010] 在一实施例中,所述第二柔性互联模块还包括:旁路开关,并联在所述串联变压器的原边和/或副边绕组两端,用于对所述串联变压器进行短路保护。

[0011] 第二方面,本发明提供一种柔性环网互联系统,包括:分布式电源、负载、储能装置及第一方面所述的柔性环网互联装置,所述第一柔性互联模块与第二柔性互联模块分别连

接至公共母线上;所述分布式电源、负载及储能装置连接在所述公共母线上,与各个电网实现潮流互联。

[0012] 本发明技术方案,具有如下优点:

[0013] 1. 本发明提供了一种柔性环网互联装置,包括:多个电网交流端口、至少一个第一柔性互联模块和至少一个第二柔性互联模块,第一柔性互联模块与第二柔性互联模块之间进行互联,其中,第一柔性可以为多端开口电力电子变压器,包含至少一第一直流端口和/或至少一第一交流端口并联连接于两个电网交流端口之间,第二柔性互联模块可以包括串联变压器T及电压源换流器VSC,串联连接于两电网交流交流端口之间,实现交流各端柔性环网互联,潮流双向流动,使得配电运行模式柔性切换、控制方式灵活。

[0014] 2. 本发明提供了一种柔性环网互联系统,通过将柔性环网互联装置中的柔性互联模块进行互联或连接至公共母线,不仅交流各端柔性环网互联,功率灵活调控,潮流双向流动,各柔性互联模块连接至公共母线,实现了公共母线的多路供电,增强了供电系统的可靠性;公共母线上接入分布式电源、负荷等,提高分布式电源的渗透率及消纳能力,提升配电网经济性、可靠性。

## 附图说明

[0015] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式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,下面描述中的附图是本发明的一些实施方式,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。

[0016] 图1为本发明实施例提供的柔性环网互联装置一个示例的流程图;

[0017] 图2为本发明实施例提供的柔性环网互联装置另一个示例的流程图;

[0018] 图3为本发明实施例提供的柔性环网互联装置另一个示例的流程图;

[0019] 图4为本发明实施例提供的柔性环网互联装置另一个具体示例的流程图;

[0020] 图5为本发明实施例提供的柔性环网互联装置另一个具体示例的流程图;

[0021] 图6为本发明实施例提供的柔性环网互联系统一个具体示例的流程图;

[0022] 图7为本发明实施例提供的柔性环网互联系统另一个具体示例的流程图。

## 具体实施方式

[0023] 下面将结合附图对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例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。

[0024] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,还可以是两个元件内部的连通,可以是无线连接,也可以是有线连接。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0025] 此外,下面所描述的本发明不同实施方式中所涉及的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互结合。

[0026] 本发明实施例提供一种柔性环网互联装置,如图1所示,包括:多个电网交流端口(图1以2个交流端口为举例,但是不以此为限)、至少一个第一柔性互联模块11和至少一个第二柔性互联模块21,所述第一柔性互联装置与第二柔性互联装置之间进行互联(图1以包括一个第一柔性互联模块11及一个第二柔性互联模块22为举例,但是不以此为限),所述第一柔性互联模块并联连接于两电网交流端口之间,所述第一柔性互联模块包括:至少一第一直流端口和/或至少一第一交流端口;所述第二柔性互联模块串联连接于两电网交流端口之间,所述第二柔性互联模块包括:第二直流端口或第二交流端口。

[0027] 在实际应用中,所述第一直流端口与第二直流端口用于直接互联,或者连接至直流母线,或者通过串联开关连接至直流母线。第一交流端口与第二交流端口用于直接互联,或者连接至交流母线,或者通过串联开关连接至交流母线。在实际应用中,对应电压等级电压性质的第一直流端口与第二直流端口进行互联,对应电压等级电压性质的第一交流端口与第二交流端口进行互联。

[0028] 本发明实施例提供的柔性环网互联装置,代替了现有技术中采用的多分段-多联络配电网中的馈线联络开关的方式,能够根据控制指令实时调整相连接馈线间的功率流动,从而调控整个系统的潮流分布,使配电网的运行调度更加“柔性”,兼具运行模式柔性切换、控制方式灵活的特点。

[0029] 在一具体实施例中,该柔性环网互联装置可以包括:四个电网交流端口、一个第一柔性互联模块11及三个第二柔性互联模块21,如图2所示,该柔性环网互联装置具体包括:四个交流端口分别为交流端口1、交流端口2、交流端口3、交流端口4,四个交流端口均可以为中压10KV,仅仅以此为例,不以此为限。其中交流端口1与交流端口2位于一条馈线,交流端口1与交流端口2位于一条馈线,且两条馈线之间进行电气互联。其中,第一柔性互联模块11通过其交流端口B1并联连接于交流端口1和交流端口2之间,并引出中压直流端口B2和低压交流端口B3,三个第二柔性互联模块21分别通过其交流端口C1和交流端口C2串联连接于交流端口1和交流端口2之间,并引出低压交流端口C3、通过其交流端口C4和交流端口C5串联连接于交流端口3和交流端口4之间,并引出低压交流端口C6、以及通过其交流端口C7和交流端口C8串联连接于交流端口3和交流端口4之间,并引出低压交流端口C9,上述的低压交流端口B3、低压交流端口C3、低压交流端口C6及低压交流端口C9直接互联。

[0030] 在另一具体实施例中,如图3所示,上述柔性环网互联装置,将低压交流端口B3、低压交流端口C3、低压交流端口C6及低压交流端口C9直接均连接至低压直流母线或者连接至直流母线,或者通过串联开关连接至直流母线。

[0031] 在本发明实施例中,如图2所示或如图3所示的柔性环网互联装置,通过将低压交流端口B3、低压交流端口C3、低压交流端口C6及低压交流端口C9直接互联或连接相应电压等级公共直流母线,实现了交流系统、中压直流系统和低压直流系统的互联,实现了不同线路的潮流均衡,构成了多条能量通路,形成了多种能量流动方向和路径,实现了对配电的灵活控制。

[0032] 在一具体实施例中,第一柔性互联模块11包括多端口电力电子变压器,所述多端口电力电子变压器包括:至少一第一直流端口和/或至少一第一交流端口,在本发明实施例中,如图4所示,第一柔性互联模块11为三端口电力电子变压器,端口B1为10KV交流端口、端口B2为±10KV直流端口、端口B3为±375V直流端口,端口B1连接交流端口1,端口B2连接±

10KV直流母线,端口B3连接±375V直流母线,仅以此举例,不以此为限,在其他实施例中可以为高压直流端口等。

[0033] 在另一具体实施例中,如图5所示,第一柔性互联模块11为三端口电力电子变压器,端口B1为10KV交流端口、端口B2为±10KV直流端口、端口B3为380V的交流端口,可以连接到交流母线5上通过变压器与交流端口1连接,以上仅以此举例,不以此为限。

[0034] 在一具体实施例中,如图4所示,三个第二柔性互联模块21分别包括:串联变压器T及电压源换流器VSC,构成包含2个10KV交流端口,1个±375V直流端口的结构,其中,端口C1、端口C2、端口C4、端口C5、端口C7、端口C8为10KV交流端口,端口C3、端口C6、端口C9为±375V直流端口。在本发明实施例中,串联变压器T原、副边绕组两端跨接旁路开关K(在其他实施例中,可以在原边或副边绕组设置旁路开关K),用于对串联变压器T进行短路保护,旁路开关K在装置故障时闭合,装置正常工作时断开,原边绕组的一端连接一个10KV交流端口,另一端连接另一个10KV交流端口,对应图3中端口C1连接端口1、端口C2连接端口2、端口C4连接端口3、端口C5连接端口1、端口C7连接端口1、端口C8连接端口4;副边绕组与电压源换流器VSC交流侧串联连接;电压源换流器VSC直流侧与第一柔性互联模块11与±375V直流母线连接对应图3中端口C3、端口C6、端口C9连接±375V直流母线。

[0035] 在另一实施例中,如图5所示,第二柔性互联模块21还包括:AC/DC环节,与所述电压源换流器VSC连接,将直流转换为交流,使所述第二柔性互联模块输出交流端口。第一柔性互联模块的交流端口和第二柔性互联模块的交流端口连接到交流母线5上,仅以此举例,不以此为限。

[0036] 本发明实施例提供的柔性环网互联装置,包括:包括:多个电网交流端口、至少一个第一柔性互联模块和至少一个第二柔性互联模块,第一柔性可以为多端开口电力电子变压器,包含至少一第一直流端口和/或至少一第一交流端口并联连接于两个电网交流端口之间,第二柔性互联模块可以包括串联变压器T及电压源换流器VSC,串联连接于两电网交流交流端口之间,实现交流各端柔性环网互联,潮流双向流动,使得配电运行模式柔性切换、控制方式灵活。

[0037] 实施例2

[0038] 本发明实施例还提供一种柔性环网互联系统,如图6及图7所示,该柔性环网互联系统包括:分布式电源、负载、储能装置及实施例1中所述的柔性环网互联装置,第一柔性互联模块与第二柔性互联模块分别连接至公共母线上;分布式电源及负载连接在所述公共母线上,与各个电网实现潮流互联。

[0039] 在实际应用中,所述的公共母线可以为直流母线或交流母线,当公共母线为直流母线时,分布式电源例如可以是光伏电池板,负载可以为电动汽车直流充电桩,储能装置可以是固定储能装置,也可以是移动储能装置,如移动储能车,移动储能车作为后备储能的装置,储能装置的直流储能变流器为双向变流器,储能电池组通过直流储能变流器接入直流母线,直流储能变流器能够进行储能电池组的直流充电或直流放电,在固定储能装置的调节能力不足时进行能量供给;当公共母线为交流母线时,分布式电源可以为风力发电装置、交流负载可以为居民用电、储能装置为飞轮储能装置等,储能装置中的交流储能变流器同理也为双向变流器,飞轮储能装置可以通过交流储能变流器接入交流母线上,交流储能变流器能够进行储能电池组的交流充电或交流放电,在固定储能装置的调节能力不足时进行

能量供给,保障了重要负荷的供电可靠性,提高分布式电源的渗透率及消纳能力,提升配电网经济性、可靠性。

[0040] 显然,上述实施例仅仅是为清楚地说明所作的举例,而并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引申出的显而易见的变化或变动仍处于本发明创造的保护范围之内。

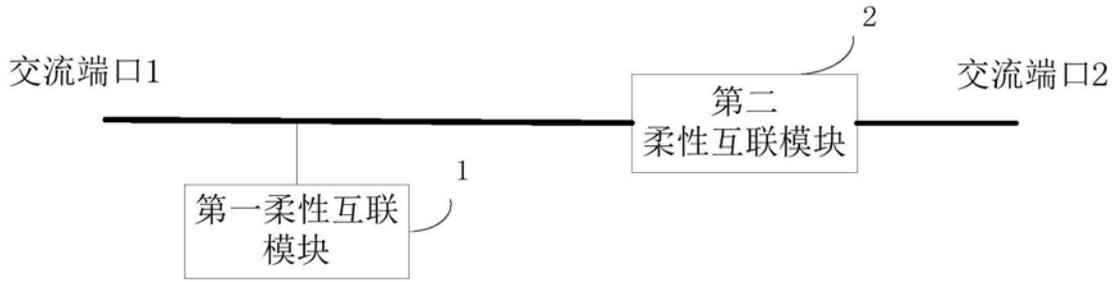


图1

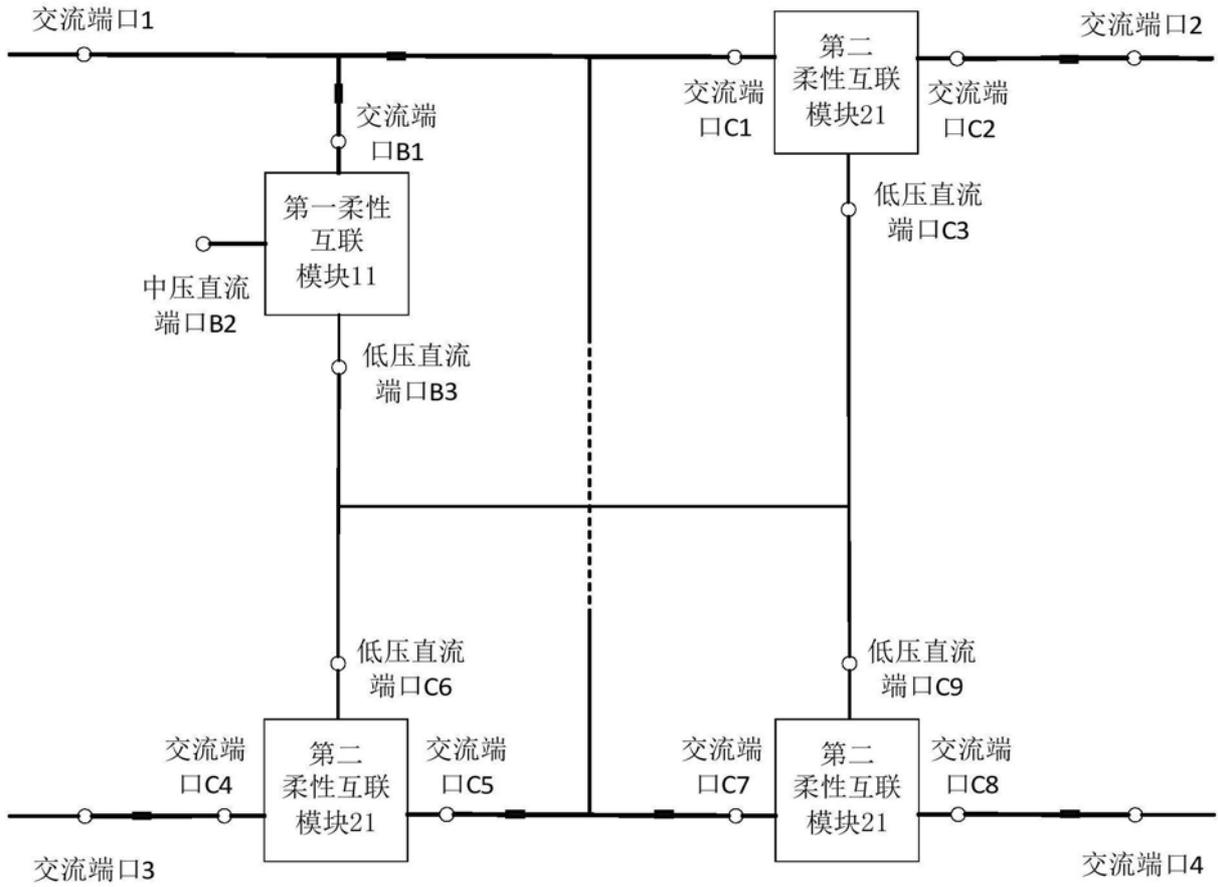


图2

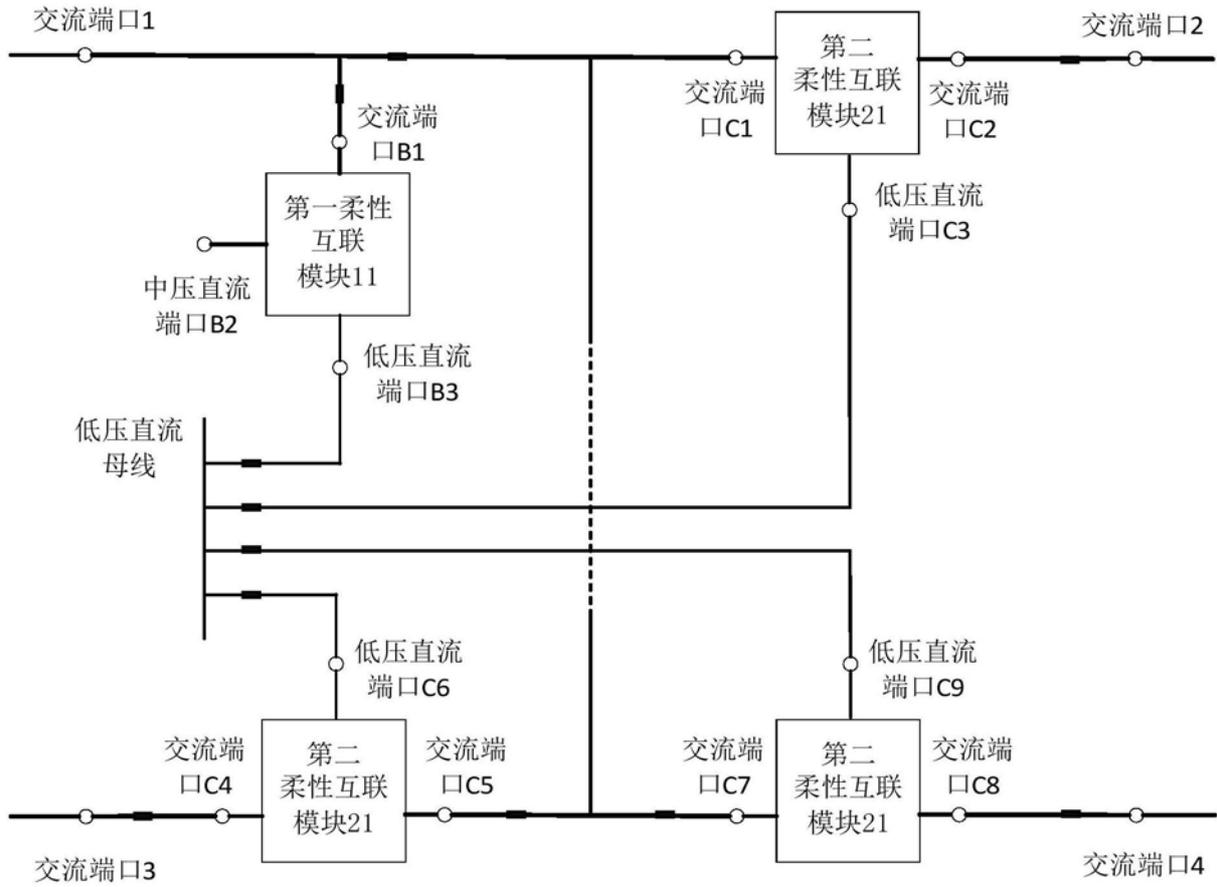


图3

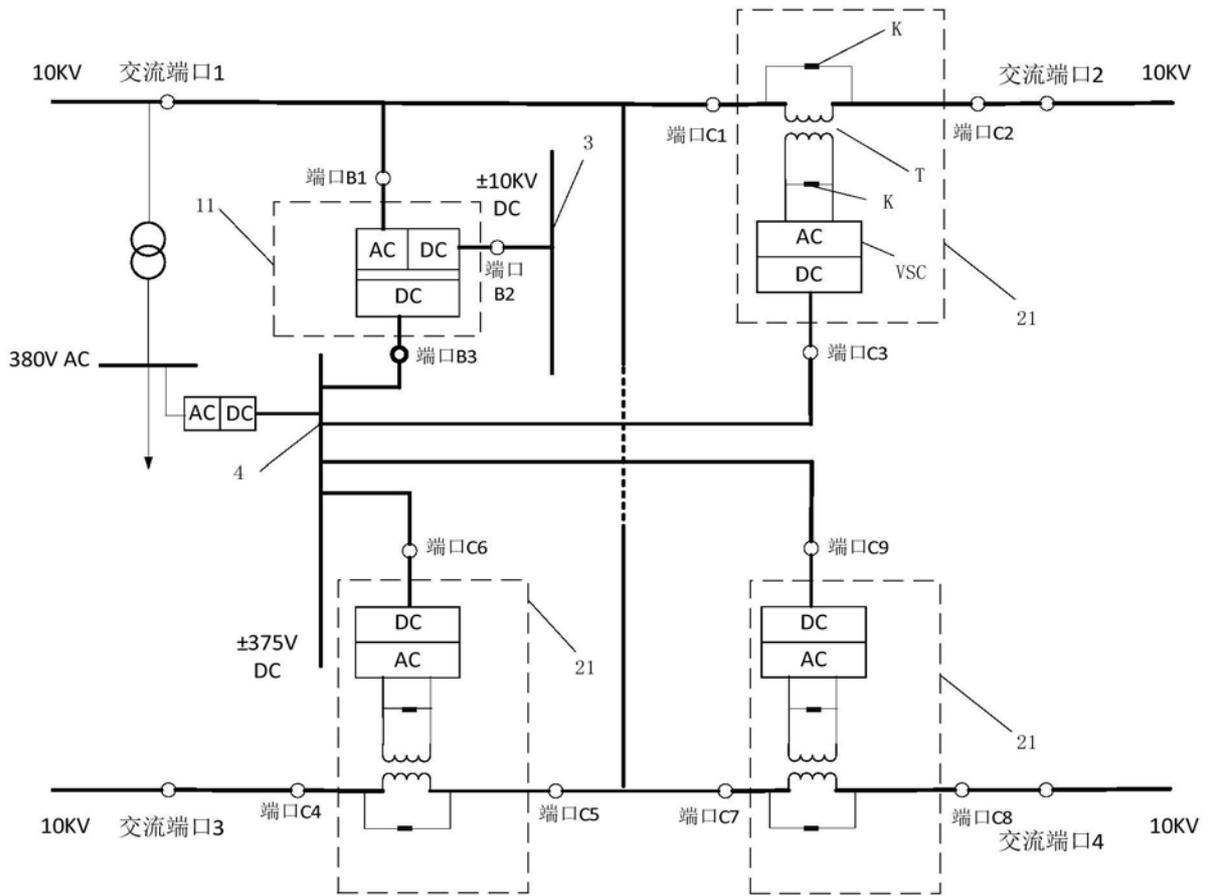


图4

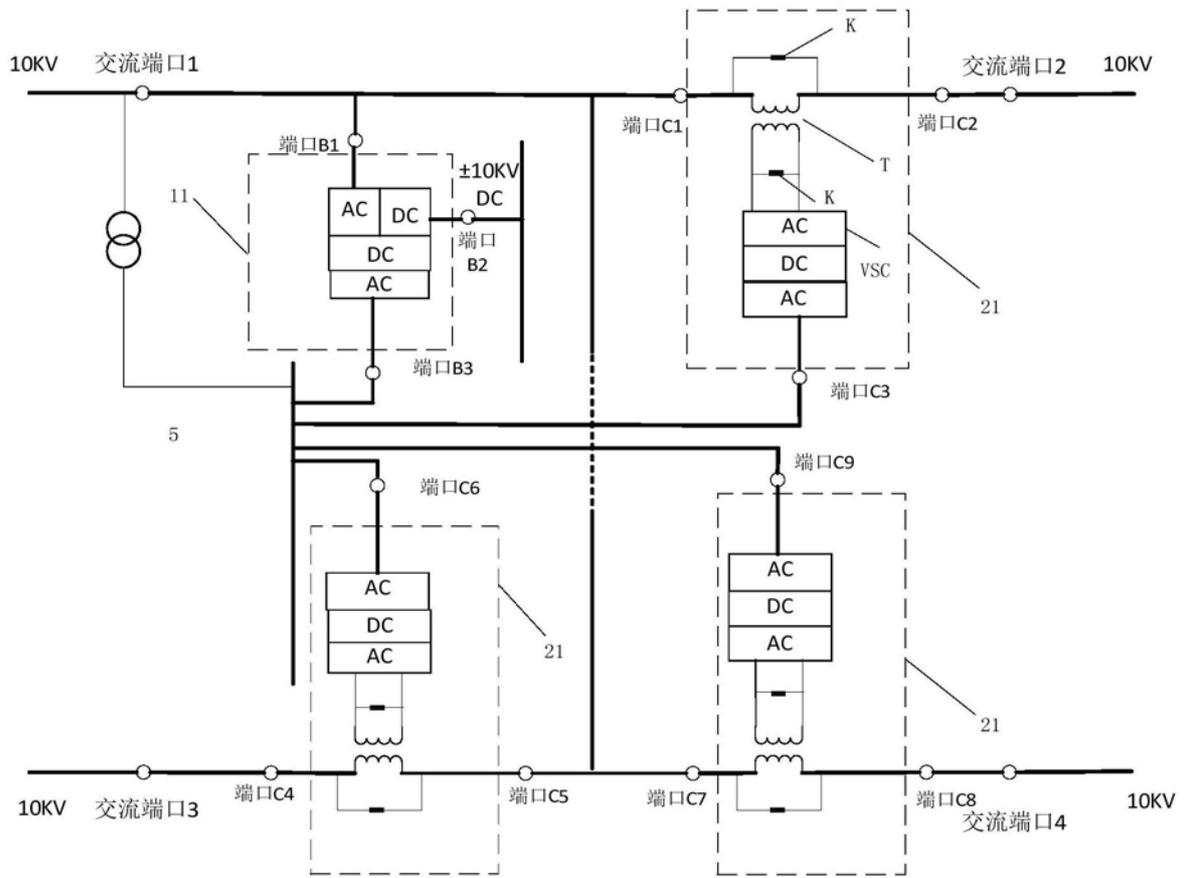


图5

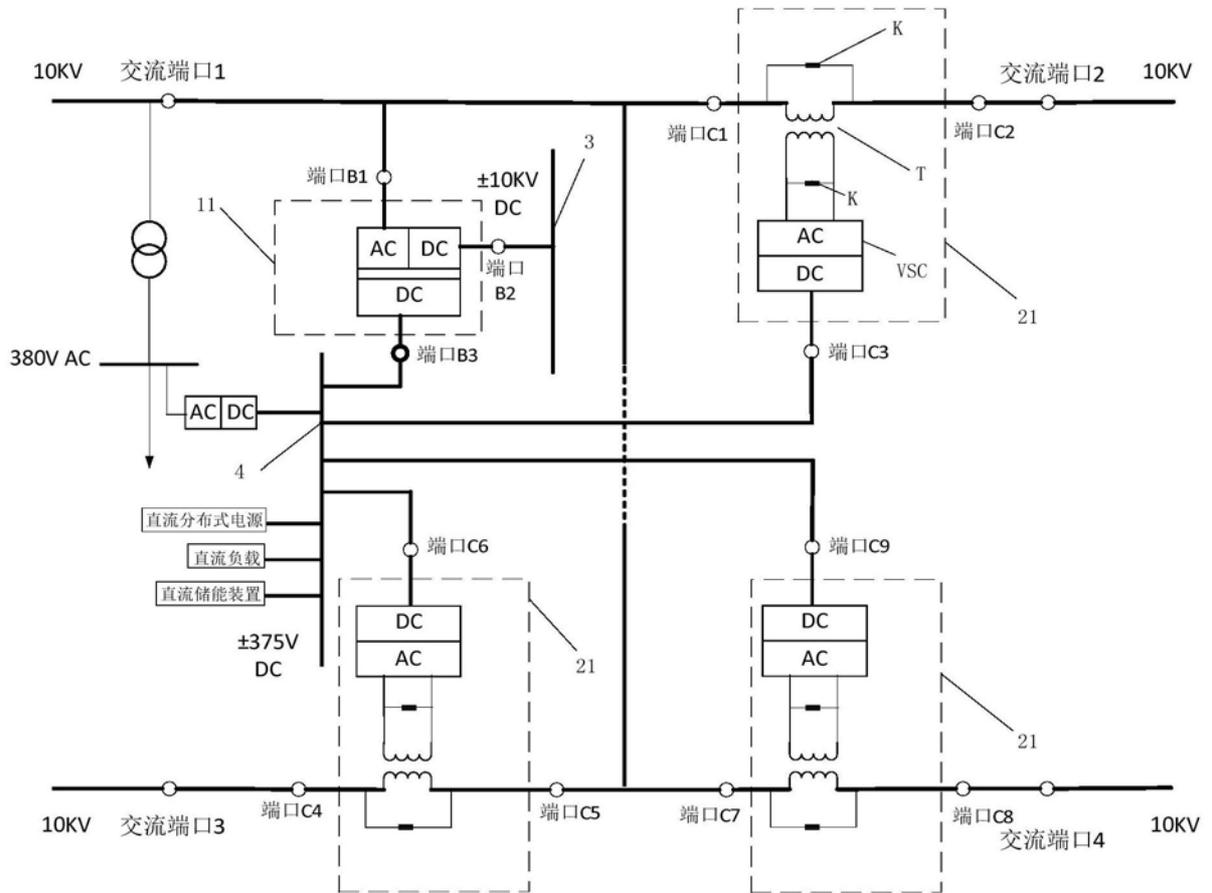


图6

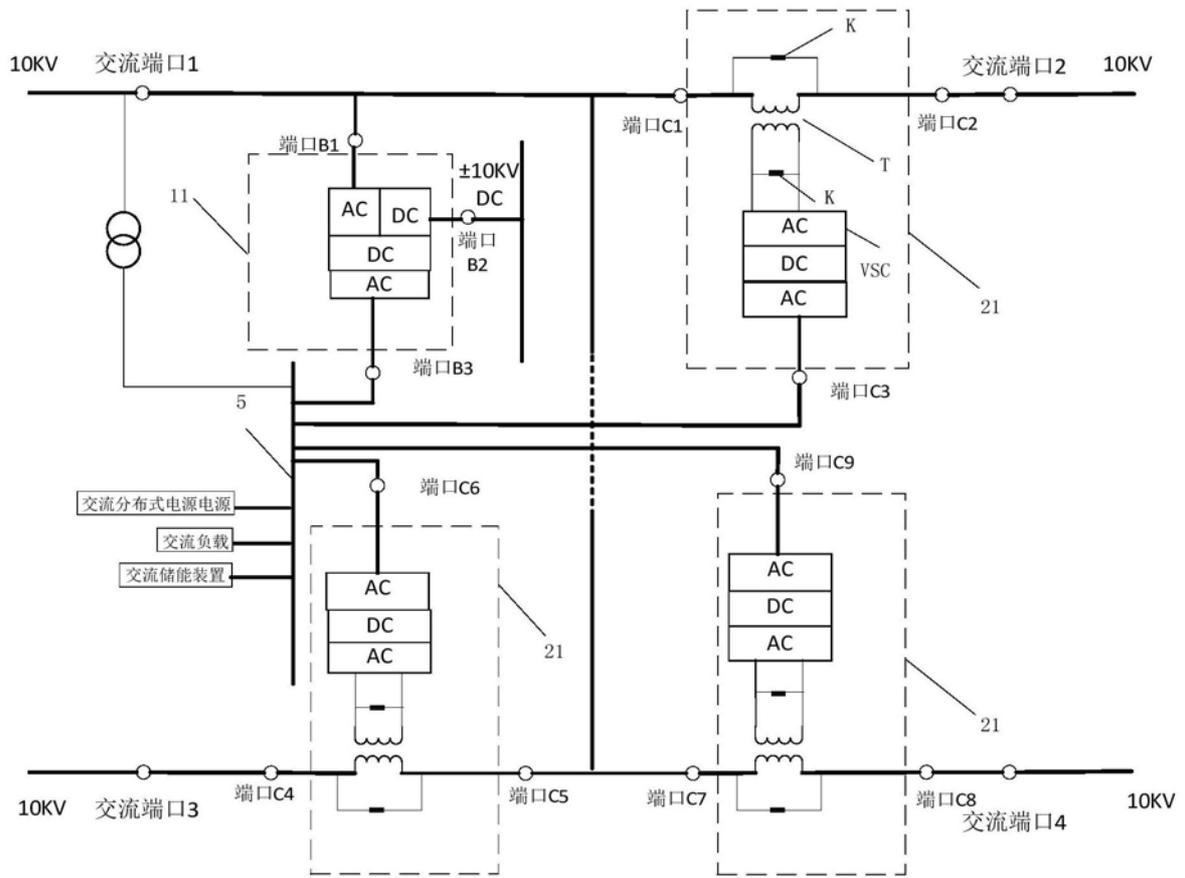


图7