



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105811447 A

(43)申请公布日 2016.07.27

(21)申请号 201610285845.9

(22)申请日 2016.05.04

(71)申请人 贵州大学

地址 550025 贵州省贵阳市贵州大学花溪  
北校区科技处

(72)发明人 袁旭峰 常成

(74)专利代理机构 贵阳中新专利商标事务所  
52100

代理人 吴无惧

(51) Int. Cl.

H02J 3/36(2006.01)

H02J 3/06(2006.01)

H02J 3/38(2006.01)

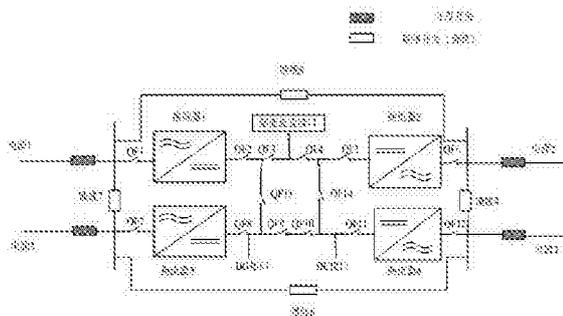
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

基于智能直流配电中心的城市配电网网架结构

(57)摘要

本发明公开了一种基于智能直流配电中心的城市配电网网架结构,它包括二组以上10KV背靠背多端直流配电系统,10KV背靠背多端直流配电系统包括AC/DC换流器和DC/AC换流器,AC/DC换流器和DC/AC换流器之间串联有四个断路器,相邻10KV背靠背多端直流配电系统之间通过第六断路器和第七断路器连接,第六断路器连接在相邻直流配电系统的第一个断路器输出端之间,第七断路器连接在相邻直流配电系统的第三个断路器输出端之间,换流器输入端之间通过四组接有联络开关的馈线连接形成网状结构;解决了现有技术不能适应复杂的电力系统,尤其是可靠性提升、调整控制潮流、分布式电源接入等方面的技术问题。



1.一种基于智能直流配电中心的城市配电网网架结构,它包括接有联络开关的馈线和二组以上10KV背靠背多端直流配电系统,其特征在于:10KV背靠背多端直流配电系统包括AC/DC换流器和DC/AC换流器,AC/DC换流器和DC/AC换流器之间串联有四个断路器,相邻10KV背靠背多端直流配电系统之间通过第六断路器和第七断路器连接,第六断路器连接在相邻直流配电系统的第一个断路器输出端之间,第七断路器连接在相邻直流配电系统的第三个断路器输出端之间,换流器输入端之间通过四组接有联络开关的馈线连接形成网状结构。

2.根据权利要求1所述的一种基于智能直流配电中心的城市配电网网架结构,其特征在于:第一组10KV背靠背多端直流配电系统的第二个断路器输出端并联有储能装置接口。

3.根据权利要求1所述的一种基于智能直流配电中心的城市配电网网架结构,其特征在于:最后一组10KV背靠背多端直流配电系统的第一个断路器输出端并联有分布式电源接口,在第三个断路器输出端并联有DC接口。

4.根据权利要求1所述的一种基于智能直流配电中心的城市配电网网架结构,其特征在于:四组接有联络开关的馈线和每个换流器输入端并联接到10KV配电母线上。

## 基于智能直流配电中心的城市配电网网架结构

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电力电子及电力系统应用技术领域,特别是涉及一种基于智能直流配电中心的城市配电网网架结构。

### 背景技术

[0002] 目前,城市配电网网架结构改造已经成为国家、电网公司、广大学者关注的热门话题之一。在现有的城市配电网中,无论是单环网、多分段多联络,还是N供一备的供电模式,但在实际运行时,馈线间的联络开关是断开的,即“闭环接线,开环运行”,其本质仍然是单电源供电,10kV馈线的潮流不可控。当发生电气故障时,配电网需通过分段开关切除故障,然后闭合联络开关供电,实际上需要一段时间的短时停电,不能保证供电的持续性。

[0003] 随着新能源技术的发展,太阳能光伏发电、风力发电等分布式发电技术已经广泛应用到配电网中,但在高密度分布式电源接入配电网之后,传统的辐射型配电网变为间歇性多电源分散式网络,同时难以满足对配电网的安全运行要求。综上,现有城市配电网接线模式及网架结构已经不能适应复杂的电力系统,尤其是在可靠性提升、调整控制潮流、分布式电源接入等方面。不能使配电网能够在系统发生故障后快速恢复并具有较强的抗干扰能力;不能够有效地调整控制配电网的潮流流向;不能分布式电源接入后,实现配电网三相不平衡和谐波问题的主动抑制等问题。

### 发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题:提供一种基于智能直流配电中心的城市配电网网架结构,以解决现有技术的城市配电网网架结构不能适应复杂的电力系统,尤其是在可靠性提升、调整控制潮流、分布式电源接入等方面不能使配电网能够在系统发生故障后快速恢复并具有较强的抗干扰能力;不能够有效地调整控制配电网的潮流流向;不能分布式电源接入后,实现配电网三相不平衡和谐波问题的主动抑制等问题。

[0005] 本发明技术方案:

一种基于智能直流配电中心的城市配电网网架结构,它包括接有联络开关的馈线和二组以上10KV背靠背多端直流配电系统,10KV背靠背多端直流配电系统包括AC/DC换流器和DC/AC换流器,AC/DC换流器和DC/AC换流器之间串联有四个断路器,相邻10KV背靠背多端直流配电系统之间通过第六断路器和第七断路器连接,第六断路器连接在相邻直流配电系统的第一个断路器输出端之间,第七断路器连接在相邻直流配电系统的第三个断路器输出端之间,换流器输入端之间通过四组接有联络开关的馈线连接形成网状结构。

[0006] 第一组10KV背靠背多端直流配电系统的第二个断路器输出端并联有储能装置接口。

[0007] 最后一组10KV背靠背多端直流配电系统的第一个断路器输出端并联有分布式电源接口,在第三个断路器输出端并联有DC接口。

[0008] 四组接有联络开关的馈线和每个换流器输入端并联接到10KV配电母线上。

[0009] 本发明的有益效果：

本发明提供了一种简便、高效、可靠、智能化的供电结构，既能实现多电源供电又能对配电网潮流进行双向调控；10kV背靠背多端直流配电系统的直流侧具有DC接口，可将太阳能光伏发电设备、风力发电设备等分布式发电装置和储能装置接入到配电网“智能直流配电中心”，既可为配电网提供清洁、高效的能源，又可保证在电网发生故障时的持续供电，同时，电动汽车充电站等DC负荷也可接入到“智能直流配电中心”，为DC负荷供电。

[0010] 本发明具有结构简单、合理，在现有的具有环网的城市配电网网架结构的基础上，构建了一套以10kV背靠背多端直流配电系统为核心的基于“智能直流配电中心”的城市配电网网架结构。引入背靠背多端直流配电系统，采用双向换流器，通过完善的换流器控制策略，实现了“背靠背”换流器的功能解耦，既具有电能变换的功能，又具有主动调控末端电压的功能；为实现配电网三相不平衡和谐波问题的主动抑制，背靠背换流器具有检测该问题的功能并可采取相应的抑制措施。同时，换流器的主动控制策略兼具滤波器和三相平衡化的附加功能。背靠背多端直流配电系统能够对配电网潮流进行双向调控，并可在联络开关的作用下实现潮流可控与不可控的切换控制；另一方面，本发明引入分布式电源及储能装置、DC负荷，既可以在并网模式下为直流负载供电，又可以在孤岛模式下对配电网持续供电；解决了现有技术的城市配电网网架结构不能适应复杂的电力系统，尤其是在可靠性提升、调整控制潮流、分布式电源接入等方面不能使配电网能够在系统发生故障后快速恢复并具有较强的抗干扰能力；不能够有效地调整控制配电网的潮流流向；不能分布式电源接入后，实现配电网三相不平衡和谐波问题的主动抑制等问题。

## 附图说明

[0011] 图1 为本发明实施例的结构原理框图；

图2、图3为本发明实施例MMC结构的10kV背靠背多端直流配电系统的拓扑结构示意图。

## 具体实施方式

[0012] 一种基于智能直流配电中心的城市配电网网架结构，它包括接有联络开关的馈线和二组以上10KV背靠背多端直流配电系统，10KV背靠背多端直流配电系统包括AC/DC换流器和DC/AC换流器，AC/DC换流器和DC/AC换流器之间串联有四个断路器，相邻10KV背靠背多端直流配电系统之间通过第六断路器和第七断路器连接，第六断路器连接在相邻直流配电系统的第一个断路器输出端之间，第七断路器连接在相邻直流配电系统的第三个断路器输出端之间，换流器输入端之间通过四组接有联络开关的馈线连接形成网状结构。

[0013] 第一组10KV背靠背多端直流配电系统的第二个断路器输出端并联有储能装置接口。

[0014] 最后一组10KV背靠背多端直流配电系统的第一个断路器输出端并联有分布式电源接口，在第三个断路器输出端并联有DC接口。

[0015] 四组接有联络开关的馈线和每个换流器输入端并联接到10KV配电母线上。

[0016] 10kV背靠背多端直流配电系统可以通过对连接的多端10kV交流母线上的电压幅

值、相位进行控制从而实现配电网潮流的双向调控。多个交流电源可通过接有分段开关的馈线接入到“智能直流配电中心”，当电源或馈线某处发生故障，可通过对分段开关的操作使其退出运行而不影响变电站侧的正常供电，同时，配电中心侧可在接有联络开关的馈线作用下持续供电，由此达到了配电网经济性和故障性重构的目的。

[0017] 所述接有联络开关的馈线与10kV背靠背多端直流配电系统并联接到10kV配电母线上，正常情况下联络开关断开，可对配电网潮流进行双向调控；当10kV背靠背多端直流配电系统发生故障而整体退出运行时，联络开关闭合，结构同传统的环网城市配电网网架结构，此时配电网潮流是不可控的，由此，实现了配电网潮流在可控和不可控两种模式之间相互切换。

[0018] 所述分布式电源及储能装置通过10kV背靠背多端直流配电系统正负直流母线上的DC接口设备接入“智能直流配电中心”，分布式电源可选择太阳能光伏电池、中小型风力发电机等，储能装置可选择蓄电池储能、超级电容器储能、超导储能以及飞轮储能等。分布式电源可以在并网和孤岛两种模式下运行，当配电网的电源全部退出运行时，“智能直流配电中心”可工作于孤岛状态。

[0019] 所述DC负荷通过DC接口设备接入到“智能直流配电中心”，“智能直流配电中心”可作为电动汽车充电站为电动汽车充电。

[0020] 上述系统，可由与10kV背靠背多端直流配电系统并联馈线上的联络开关切换系统的工作状态，正常情况下联络开关断开；当系统发生故障而退出运行时，配电网结构同传统的环网城市配电网网架结构，无法对配电网潮流进行控制，为潮流不可控状态。

[0021] 上述系统，多个交流电源可通过接有分段开关的馈线接入“智能直流配电中心”，实现多电源供电，保证了供电可靠性，同时实现了多条线路配电网经济性重构。当电源或馈线发生故障时，可通过分段开关切出故障部分，而配电网仍持续供电，实现配电网故障性重构。

[0022] 本发明所述10kV背靠背多端直流配电系统采用两个换流器，分别实现整流和逆变功能，采用的是一种新型的模块化多电平换流器MMC，其在减少开关损耗、容量升级、电磁兼容、故障管理等方面具有明显的优势。

[0023] 本发明在背靠背多端直流配电系统两换流器间正负直流母线上接有多个DG接口、存储装置接口DG和DC接口，使分布式发电装置、储能装置、直流负荷均可通过这些接口接入到配电网架构中。

[0024] 本实施例通过四个接入端口二组背靠背10KV背靠背多端直流配电系统对本发明技术方案进行进一步的解释说明：

实施例1：本实施例主要包括二组10kV背靠背多端直流配电系统（见图1），具有联络开关的馈线5、6、7、8，DG接口、储能装置接口、DC接口，控制线路开断的断路器QF1至QF12；所示双向换流器1、2，双向换流器3、4分别构成二组10kV背靠背多端直流配电系统。具有联络开关的馈线5、6、7、8通过双向换流器的交流侧开关QF1、QF6、QF7、QF12连接到“智能直流配电中心”；分布式电源、储能装置和直流负荷分别通过DG接口、储能装置接口、DC接口分别接到10kV背靠背多端直流配电系统两个换流器间的正负直流母线上。

[0025] 10kV背靠背多端直流配电系统接入城市配电网中，正常运行时，馈线5、6、7、8上的联络开关断开，此时，可实现配电网潮流的双向调控；当智能直流配电中心发生故障退出运

行时,在馈线5、6上联络开关的作用下仍可持续供电,此时与现有环网配电网网架结构一样,配电网潮流是不可控的。

[0026] 当分布式电源及储能装置的投入可实现当变电站发生故障而使所有上级电源1、2、3、4丢失时,系统运行于孤岛工作模式,保证了城市配电网的持续供电。

[0027] 其中,DC负荷可通过DC接口接入“智能直流配电中心”,此时,“智能直流配电中心”可看作一个直流供电系统,如将电动汽车作为直流负荷接入到该系统,在储能装置的作用下对其进行充电。

[0028] 实施例2:图2和图3为本发明采用MMC结构的10kV背靠背多端直流配电系统的拓扑结构示意图。该系统由两端背靠背换流器及直流线路组成,送端和受端换流器均采用MMC拓扑,2个换流器具有相同的结构。

[0029] 该拓扑为全桥类型,每个MMC有6个桥臂,每个桥臂由n个规格一样的子模块SM和1个电抗L串联组成。单个SM由2个IGBT对应图中 $V_{n1}$ 和 $V_{n2}$ 和1个直流储存电容C组成, $V_{n1}$ 、 $V_{n2}$ 为反并联二极管, $U_C$ 为SM电容电压, $U_{SM}$ 为稳态运行时SM的输出电压。MMC结构的10kV背靠背多端直流配电系统易于实现潮流的反转。在功率反送时,可以通过改变直流电流方向来改变潮流的流向,既有利于潮流的控制,又有利于较高可靠性的多端直流系统的构成,克服了传统多端直流配电系统并联时潮流控制不方便、串联时可靠性低的缺陷,并可同时对有功和无功分别进行独立控制,控制方式更为方便灵活。

[0030] 实施例3

双向换流器1、2间或3、4间的正负直流母线上发生故障,断路器QF4、QF9动作将这一部分切出,配电网分解成两段具有双向换流器的环网架构,此时仍可实现对配电网潮流的双向调控;

某侧换流器,换流器1、3或换流器2、4发生故障,断路器QF1、QF7或者QF6、QF12动作将故障部分切出,配电网分解成两部分,一部分同现有环网配电网网架结构,此时,不可对潮流进行控制;另一部分是接有双向换流器的配电网网架结构,可实现对潮流的双向调控。

[0031] 两侧换流器,换流器1、2、3、4全部发生故障而退出运行,此时,配电网可分解成四部分,均为现有环网配电网网架结构,不可对配电网潮流进行调控。虽然,当“智能直流配电中心”某处发生故障时,切出故障后有的部分不可对潮流进行控制,但均可保证对配电网供电的持续性。

[0032] 实施例4

当配电网中靠近上级电源1的馈线1某处发生故障时,在分段开关的作用下可将该段馈线切出,虽然电源1不再向配电网供电,但仍可在其他三个上级电源2、3、4和馈线2、3、4的作用下对配电网进行供电,并可对配电网潮流进行调控,实现了闭环运行。

[0033] 实施例5

当配电网中所有变电站(电源1、2、3、4)均退出运行时,“智能直流配电中心”中的分布式发电及储能装置,可使其运行在孤岛模式,在此情况下,配电网依旧可以持续供电。

[0034] 实施例6

通过接有联络开关的馈线将多组10kV背靠背多端直流配电系统互联起来,在多组10kV背靠背多端直流配电系统的作用下,可将多个变电站上级电源引入到配电网架构中,并实现对多潮流的控制。

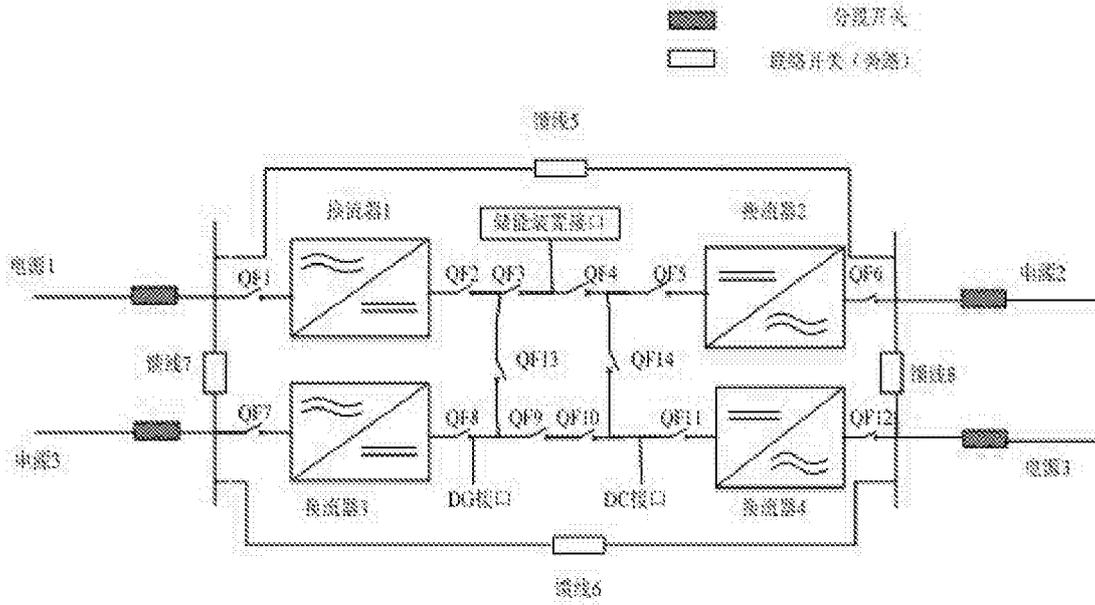


图1

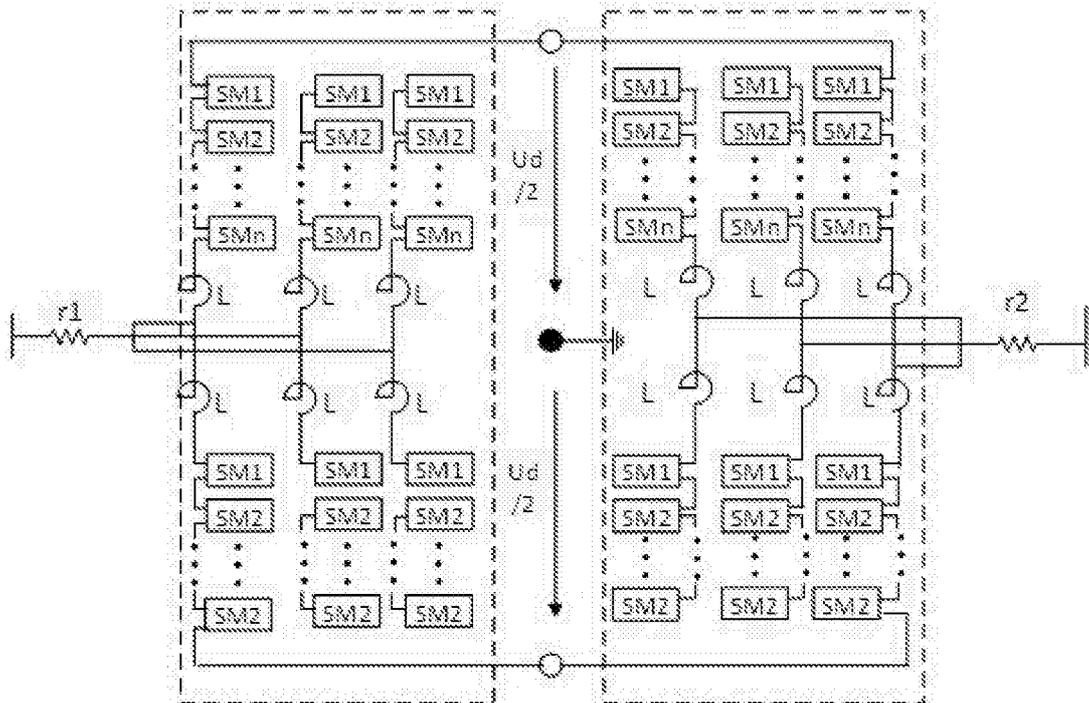


图2

