



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108258676 A

(43)申请公布日 2018.07.06

(21)申请号 201611241199.2

(22)申请日 2016.12.29

(71)申请人 中国电力科学研究院

地址 210003 江苏省南京市鼓楼区南瑞路8号

申请人 国家电网公司

(72)发明人 段青 盛万兴 沙广林 史常凯

李振 马春艳 赵彩虹 李玉凌

(74)专利代理机构 北京安博达知识产权代理有限公司 11271

代理人 徐国文

(51)Int.Cl.

H02J 1/10(2006.01)

H02J 3/02(2006.01)

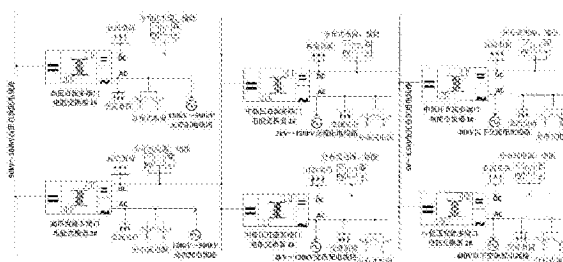
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

基于直流多端口电能交换器的全可控灵活配电系统及方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于直流多端口电能交换器的全可控灵活配电系统及方法,该系统由多个不同电压等级的配电节点层次组网模型相互连接组成,所述单个配电节点层次组网模型包括直流多端口电能交换器及其负载,所述负载包括各类用电单元及分布式电源;同时通过交直流端口集中的方式可以减少配电网中交直流变换器的数量,实现一个配电端口内的交直流无缝控制以及多种能源高效融合利用的目的。通过将交流端口与对应电压等级的直流端口集中于直流多端口电能交换器的方式,实现中高低压交直流配电网之间、交直流配电网与分布式电源、储能装置以及用电单元之间,能量与信息数据的双向流动。



1. 一种基于直流多端口电能交换器的交直流全可控灵活配电系统,其特征在于,所述配电系统由多个单个配电节点层次组网模型相互连接组成,所述单个配电节点层次组网模型包括不同电压等级的直流多端口电能交换器及其负载,所述负载包括各类用电单元、分布式电源以及储能等,所述不同电压等级的直流多端口电能交换器相互连接;

通过将交流端口与对应电压等级的直流端口集中于直流多端口电能交换器的方式,实现中高低压交直流配电网之间、交直流配电网与分布式电源、储能装置以及用电单元之间,能量与信息数据的双向流动;同时通过交直流端口集中的方式减少配电网中交直流变换器的数量,实现一个配电端口内的交直流无缝控制。

2. 如权利要求1所述的交直流全可控灵活配电系统,其特征在于,所述不同电压等级的直流多端口电能交换器包括高压直流多端口电能交换器和中、低压直流多端口电能交换器;

所述高压直流多端口电能交换器的输入侧通过高压直流母线实现互联,进而实现电能交换器基础上的高压直流组网层;

高压直流多端口电能交换器输出侧通过中压直流母线实现互联,形成基于电能交换器的中压直流组网层;

中、低压直流多端口电能交换器输入侧通过中低压直流母线实现互联,实现电能交换器基础上的中低压直流组网层;

通过高压直流组网层、中高压交流组网层和中低压直流组网层中电压母线互联,形成基于直流多端口电能交换器的配电节点构成的交直流全可控灵活配电系统。

3. 如权利要求2所述的交直流全可控灵活配电系统,其特征在于,所述高压直流组网层的高压直流母线的电压等级为90kV~180kV,所述中压直流组网层的中压直流母线的电压等级为1.5kV~90kV,所述低压直流组网层的低压直流母线的电压等级为5V~1.5kV。

4. 如权利要求3所述的交直流全可控灵活配电系统,其特征在于,所述不同电压等级的直流多端口电能交换器包括相互连接的电气信息层和电气物理层;所述电气信息层包括监测模块、智能控制模块、通信模块和信息处理模块、以及管理控制系统;所述电气物理层包括电力电子固态模块和电能接口模块;所述智能控制模块与所述电力电子固态模块连接。

5. 如权利要求4所述的交直流全可控灵活配电系统,其特征在于,所述电力电子固态模块包括依次连接的固态模块控制器、电力电子开关管、保护与驱动模块和测感模块;所述电能接口模块包括高压交流接口、高压直流接口、工频交流接口和中压直流接口;

所述不同电压等级的直流多端口电能交换器通过通讯协议的转换和电能接口模块,实现交直流配电区域内、不同层级间电能交换器的通信和信息的即插即用,构成物理信息模型。

6. 如权利要求5所述的交直流全可控灵活配电系统,其特征在于,所述不同电压等级的直流多端口电能交换器的输出侧端口类型包括:交直流端口和直流端口;所述交直流端口包括不同电压等级与不同功能的分接口;通过交直流端口集中于不同电压等级的直流多端口电能交换器的方式,实现配电网中交直流线路的无缝连接;

所述交直流端口中的高压交流接口电压等级为120kV~500kV;中压交流接口的电压等级为2kV~120kV;低压交流接口的电压等级为400V以下。

所述不同功能的接口包括负载接口、储能接口、分布式发电并网接口、充电桩接口和电

源接口。

7. 如权利要求5所述的交直流全可控灵活配电系统,其特征在于,所述电力电子固态模块拓扑中AC/DC或DC/AC变换器根据电压等级选用多电平拓扑结构中的一种,多电平拓扑结构中模块的数量取决于直流电压或交流电压等级,所述的多电平拓扑结构包括二极管嵌位的单桥臂拓扑、H桥级联拓扑以及模块化多电平拓扑;

所述二极管嵌位的单桥臂拓扑根据实际情况根据功率等级选择NPC单桥臂或三相三桥臂拓扑,相应的中间中高频隔离变压器采用单相或三相结构;所述H桥级联拓扑与模块化多电平MMC拓扑中的H桥根据功率等级采用单相或三相拓扑,变压器采取相应的改变。

8. 一种应用权利要求1-7中任一项所述的交直流全可控灵活配电系统的配电方法,其特征在于,所述方法包括:

步骤1:确定全可控灵活配电系统单个配电节点层次组网模型;

步骤2:将多个全可控灵活配电系统单个配电节点层次组网模型组成交直流全可控灵活配电系统。

9. 如权利要求8所述的配电方法,其特征在于,所述步骤1包括:

将不同电压等级的直流多端口电能交换器相互连接组成单个节点层次组网模型;

所述不同电压等级的直流多端口电能交换器包括高压直流多端口电能交换器和中低压直流多端口电能交换器;

所述高压直流多端口电能交换器的输入侧通过高压直流母线实现互联,进而实现电能交换器基础上的高压直流组网层;

高压直流多端口电能交换器输出侧通过中高压直流母线实现互联,形成基于电能交换器的中压直流组网层;

中低压直流多端口电能交换器输入侧通过中低压直流母线实现互联,实现电能交换器基础上的低压直流组网层;

高压直流组网层、中压直流组网层和低压直流组网层通过直流多端口电能交换器互联,形成基于直流多端口电能交换器的交直流全可控灵活配电系统。

10. 如权利要求8所述的配电方法,其特征在于,所述步骤2中,将多个单个配电节点层次组网模型相互连接组成交直流全可控灵活配电系统,通过将交流端口与不同电压等级直流端口集中于直流多端口直流电能交换器的负载侧的方式,实现中高压直流配电网降压向交直流负载供电、中高压直流配电网与分布式电源、储能装置的能量双向流动;同时交直流端口集中的方式减少配电网中交直流变换器的数量,实现一个配电端口内的交直流无缝控制。

基于直流多端口电能交换器的全可控灵活配电系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种层次组网灵活配电系统,具体涉及一种基于直流多端口电能交换器的全可控灵活配电系统及方法。

背景技术

[0002] 大量的分布式电源、微电网和柔性负荷的接入,使得传统配电网演化为交流配电网与直流微电网共存。交流配电网仍沿用传统配电网结构与控制特点,无法满足用户对配电网电能质量和多种电能形式定制用电的要求;同时当前依靠用户自己保证电能质量和大量分散性整流装置对直流负荷供电的方式,不仅增加了成本、容易产生电能质量问题,还严重的降低了能效。另一方面,直流微电网的能效问题和经济性饱受质疑,而且为了适应分布式电源和柔性负荷的大量接入,如图1所示,构成未来直流配电网所需要的交直流变换器数量急剧增加,使系统结构复杂、控制难度提高。

[0003] 此外,电力用户深度参与配电网运行与管理的需求越来越强烈,迫切希望改变当前集中控制和被动管理的模式,并从配电网自身架构上建立集中与分布相结合的分层递进主动控制框架。

发明内容

[0004] 为解决上述现有技术中的不足,本发明的目的是提供一种基于直流多端口电能交换器的全可控灵活配电系统及方法,本发明适用于未来中高压直流配电网的多端口直流电能交换器、以及以该类直流电能交换器为核心的交直流无缝全可控灵活配电系统,从而有效地解决上述问题。

[0005] 本发明的目的是采用下述技术方案实现的:

[0006] 本发明提供一种基于直流多端口电能交换器的交直流全可控灵活配电系统,其改进之处在于,所述配电系统由多个单个配电节点层次组网模型相互连接组成,所述单个配电节点层次组网模型包括不同电压等级的直流多端口电能交换器及其负载,所述负载包括各类用电单元、分布式电源以及储能等,所述不同电压等级的直流多端口电能交换器相互连接;

[0007] 通过将交流端口与对应电压等级的直流端口集中于直流多端口电能交换器的方式,实现中高低压交直流配电网之间、交直流配电网与分布式电源、储能装置以及用电单元之间,能量与信息数据的双向流动;同时交直流端口集中的方式减少配电网中交直流变换器的数量,实现一个配电端口内的交直流无缝控制。

[0008] 进一步地,所述不同电压等级的直流多端口电能交换器包括高压直流多端口电能交换器和中、低压直流多端口电能交换器;

[0009] 所述高压直流多端口电能交换器的输入侧通过高压直流母线实现互联,进而实现电能交换器基础上的高压直流组网层;

[0010] 高压直流多端口电能交换器输出侧通过中压直流母线实现互联,形成基于电能交

换器的中压直流组网层；

[0011] 中低压直流多端口电能交换器输入侧通过中低压直流母线实现互联，实现电能交换器基础上的中低压直流组网层；

[0012] 通过高压直流组网层、中高压交流组网层和中低压直流组网层中电压母线互联，形成基于直流多端口电能交换器的配电节点构成的交直流全可控灵活配电系统。

[0013] 进一步地，所述高压直流组网层中高压直流母线的电压等级为90kV~180kV，所述中高压交流组网层中高压直流母线的电压等级为1.5kV~90kV，所述中低压直流组网层的中低压直流母线的电压等级为5V~1.5kV。

[0014] 进一步地，所述不同电压等级的直流多端口电能交换器包括相互连接的电气信息层和电气物理层；所述电气信息层包括监测模块、智能控制模块、通信模块和信息处理模块；所述电气物理层包括电力电子固态模块和电能接口模块；所述智能控制模块与所述电力电子固态模块连接。

[0015] 进一步地，所述电力电子固态模块包括依次连接的固态模块控制器、电力电子开关管、保护与驱动模块和测感模块；所述电能接口模块包括高压交流接口、高压直流接口、工频交流接口和中压直流接口；

[0016] 所述不同电压等级的直流多端口电能交换器通过通讯协议的转换和电能接口模块，实现交直流配电区域内、不同层级间电能交换器的通信和信息的即插即用，构成物理信息模型。

[0017] 进一步地，所述不同电压等级的直流多端口电能交换器的输出侧端口类型包括：交直流端口和直流端口；所述交直流端口包括不同电压等级与不同功能的分接口；通过交直流端口集中于不同电压等级的直流多端口电能交换器的方式，实现配电网中交直流线路的无缝连接；

[0018] 所述交直流端口中的高压交流接口电压等级为120kV~500kV；中压交流接口的电压等级为2kV~120kV；低压交流接口的电压等级为400V以下。

[0019] 所述不同功能的接口包括负载接口、储能接口、分布式发电并网接口、充电桩接口和电源接口。

[0020] 进一步地，所述电力电子固态模块拓扑中AC/DC或DC/AC变换器根据电压等级选用多电平拓扑结构中的一种，多电平拓扑结构中模块的数量取决于直流电压或交流电压等级，多电平拓扑结构包括二极管嵌位(NPC)的单桥臂拓扑、H桥级联拓扑以及模块化多电平MMC拓扑，根据应用中电压等级确定所采用多电平结构的电平数；

[0021] 所述二极管嵌位NPC的单桥臂拓扑实际上根据功率等级选择NPC单桥臂或三相三桥臂拓扑，相应的中间中高频隔离变压器采用单相或三相结构；所述H桥级联拓扑与模块化多电平MMC拓扑中的H桥根据功率等级采用单相或三相拓扑，变压器采取相应的改变。

[0022] 本发明还提供一种交直流全可控灵活配电系统的配电方法，其改进之处在于，所述方法包括：

[0023] 步骤1：确定全可控灵活配电系统单个配电节点层次组网模型；

[0024] 步骤2：将多个全可控灵活配电系统单个配电节点层次组网模型组成交直流全可控灵活配电系统。

[0025] 进一步地，所述步骤1包括：

- [0026] 将不同电压等级的直流多端口电能交换器相互连接组成单个节点层次组网模型；
- [0027] 所述不同电压等级的直流多端口电能交换器包括高压直流多端口电能交换器和中低压直流多端口电能交换器；
- [0028] 所述高压直流多端口电能交换器的输入侧通过高压直流母线实现互联，进而实现电能交换器基础上的高压直流组网层；
- [0029] 高压直流多端口电能交换器输出侧通过中高压交流母线实现互联，形成基于电能交换器的中高压交流组网层；
- [0030] 中低压直流多端口电能交换器输入侧通过中低压直流母线实现互联，实现电能交换器基础上的中低压直流组网层；
- [0031] 通过高压直流组网层、中高压交流组网层和中低压直流组网层中电压母线互联，形成基于直流多端口电能交换器的交直流全可控灵活配电系统。
- [0032] 进一步地，所述步骤2中，将多个单个节点层次组网模型相互连接组成交直流全可控灵活配电系统，通过将交流端口与不同电压等级直流端口集中于直流多端口直流电能交换器的负载侧的方式，实现中高压直流配电网降压向交直流负载供电、中高压直流配电网与分布式电源、储能装置的能量双向流动；同时交直流端口集中的方式减少配电网中交直流变换器的数量，实现一个配电端口内的交直流无缝控制。
- [0033] 为了对披露的实施例的一些方面有一个基本的理解，下面给出了简单的概括。该概括部分不是泛泛评述，也不是要确定关键/重要组成元素或描绘这些实施例的保护范围。其唯一目的是用简单的形式呈现一些概念，以此作为后面的详细说明的序言。
- [0034] 与最接近的现有技术相比，本发明提供的技术方案具有的优异效果是：
- [0035] 本发明提出了一种适用于未来中高压直流配电网的多端口直流电能交换器、以及以该类直流电能交换器为核心的交直流无缝全可控灵活配电系统，该系统将接纳大规模分布式电源、储能、柔性负荷等即插即用接入并实现统一协调管理，实现能量的多向流动，有效提高能源利用率，节约分布式接入及未来配网改造成本。同时，该系统可实现区域分布自治的、电能灵活变换的、网格状的全对等交直流无缝混合配电网，具备自愈、网络重构和免疫能力，具有极高的供电可靠性，基本排除大面积停电的风险。系统将高度融合电网物理系统与电网通信信息系统，将实现覆盖城乡的能源、电力、信息综合服务体系。
- [0036] 为了上述以及相关的目的，一个或多个实施例包括后面将详细说明并在权利要求中特别指出的特征。下面的说明以及附图详细说明某些示例性方面，并且其指示的仅仅是各个实施例的原则可以利用的各种方式中的一些方式。其它的益处和新颖性特征将随着下面的详细说明结合附图考虑而变得明显，所公开的实施例是要包括所有这些方面以及它们的等同。

附图说明

- [0037] 图1是分布式交直流混合配电系统结构图；
- [0038] 图2是本发明提供的基于直流多端口电能交换器交直流全可控灵活配电系统单个节点模型图；
- [0039] 图3是本发明提供的基于直流多端口电能交换器交直流全可控灵活配电系统层次组网框架图；

[0040] 图4是本发明提供的直流多端口电能交换器结构图；

[0041] 图5是本发明提供的直流多端口电能交换器电力电子固态模块拓扑结构图，(a) 为直流多端口电能交换器电力电子固态模块的结构框图；(b) DC/AC变换器的二极管嵌位(NPC)的单桥臂拓扑图；(c) 为DC/AC变换器的H桥级联(H-bridge cascaded)拓扑图；(d) 为DC/AC变换器的模块化多电平(MMC)拓扑图。

具体实施方式

[0042] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步的详细说明。

[0043] 以下描述和附图充分地示出本发明的具体实施方案，以使本领域的技术人员能够实践它们。其他实施方案可以包括结构的、逻辑的、电气的、过程的以及其他的改变。实施例仅代表可能的变化。除非明确要求，否则单独的组件和功能是可选的，并且操作的顺序可以变化。一些实施方案的部分和特征可以被包括在或替换其他实施方案的部分和特征。本发明的实施方案的范围包括权利要求书的整个范围，以及权利要求书的所有可获得的等同物。在本文中，本发明的这些实施方案可以被单独地或总地用术语“发明”来表示，这仅仅是为了方便，并且如果事实上公开了超过一个的发明，不是要自动地限制该应用的范围为任何单个发明或发明构思。

[0044] 实施例1

[0045] 本发明针对当前配电网高渗透率接入、定制用电需求、交直流变流变流器数量过高、以及用户参与配电网运行与管理等方面问题，创新配电网的结构模式与控制模式，提出了一种适用于未来中高压直流配电网的多端口直流电能交换器、以及以该类直流电能交换器为核心的交直流无缝全可控灵活配电系统。

[0046] 所述配电系统由多个单个配电节点层次组网模型相互连接组成，所述单个配电节点层次组网模型包括不同电压等级的直流多端口电能交换器及其负载，所述负载包括各类用电单元、分布式电源以及储能等，所述不同电压等级的直流多端口电能交换器相互连接；

[0047] 通过将交流端口与对应电压等级的直流端口集中于直流多端口电能交换器的方式，实现中高低压交直流配电网之间、交直流配电网与分布式电源、储能装置以及用电单元之间，能量与信息数据的双向流动(如图2所示)；同时交直流端口集中的方式减少配电网中交直流变换器的数量，实现一个配电端口内的交直流无缝控制。

[0048] 将不同电压等级的直流多端口电能交换器互联，形成层次组网灵活配电系统(如图3所示)，实现交直流电能的层次组网、无缝混合、灵活可控、智能管理及配用，有效降低有源配电网系统构成的复杂性，减少分散设备的种类、数量，提高运行可控性与可维护性，显著提高未来直流配电网对分布式电源、微电网和柔性负荷等新元素的接纳能力。

[0049] 本发明提出了一种适用于未来中高压直流配电网的多端口直流电能交换器、以及以该类直流电能交换器为核心的交直流无缝全可控灵活配电系统。融合电气信息物理系统的直流多端口电能交换器输入端为中压直流输入，输出端为中低压交直流集中输出端口。高压直流多端口电能交换器输入侧通过高压直流母线实现互联，进而实现电能交换器基础上的高压直流组网层(1.5kV~65kV)；高压直流多端口电能交换器输出侧通过中高压交流母线实现互联，形成基于电能交换器的中高压交流组网层(1kV~35kV)；中低压直流多端口电能交换器输入侧通过中低压直流母线实现互联，实现电能交换器基础上的中低压直流组

网层(5V~800V)。不同电压等级电能交换器的交、直流输出接口通过母线连接拥有相应电压等级输入接口的下层电能交换器及相应电压等级的分布式电源、储能、柔性负荷等的接入;通过不同电压组网层中电压母线互联,形成基于直流多端口电能交换器的交直流无缝灵活配电系统。依托电能交换器实现电力需求侧管理、分布式电源、柔性负荷与配电网的有机融合,以及电源与用户的即插即用和用户多品质电能定制服务。高压直流组网层中高压直流母线的电压等级为90kV~180kV,中高压交流组网层中高压交流母线的电压等级为1.5kV~90kV,中低压直流组网层的中低压直流母线的电压等级为5V~1.5kV。

[0050] 实施例2

[0051] 本发明提出了一种适用于未来中高压直流配电网的多端口直流电能交换器、以及以该类直流电能交换器为核心的交直流无缝全可控灵活配电系统。该灵活配电系统架构下,系统管理由灵活配电系列装备统一进行并网控制、能量管理、协调运行,

[0052] (1) 全可控灵活配电系统单个节点层次组网模型

[0053] 如附图2所示为以直流多端口电能交换器为核心配电装备的全可控灵活配电系统单个节点层次组网模型,直流电能交换器的端口类型包括:直—交直,直—直。其中输出端的交直流接口又包括不同电压等级(AC110V~35kV,DC5V~65kV)与不同功能(负载接口、储能接口、分布式发电并网接口、充电桩接口、电源接口)的分接口。通过交直流端口集中于直流多端口电能交换器的方式,实现配电网中交直流线路的无缝连接,有效减少了交直流变换器的数量。

[0054] 交流接口可实现工频交流用电、交流分布式电源和负荷接入;直流接口一方面可完成分布式储能系统、电动汽车并网、分布式风光发电及直流负荷的接入,另一方面可实现下层电能交换器的接入。电能交换器通过自身智能控制实现充放电、发电、负荷管理,经电能变换实现低压级分布式电源、储能、电动汽车、负荷的接入。通过不同类型交直流接口的结合,形成了交直流混合的灵活配电核心设备,并以此为系统节点构建灵活配电系统。

[0055] (2) 全可控灵活配电系统层次组网框架

[0056] 如图3所示为以直流多端口电能交换器为核心配电装备构建的全可控灵活配电系统。将直流多端口电能交换器分为高压与中低压两种类型(为便于介绍基于直流多端口电能交换器,图3给出4个电能交换器组成的系统,而实际情况下不限于仅这4机组网,可以为单机或多机,线路也可以根据实际情况都具备或组合具备)。其中高压直流多端口电能交换器的直流高压输入范围为1.5kV~65kV;高压直流配电线路中多个高压直流多端口电能交换器(图中显示为1#与2#)互联形成高压直流组网层(1.5kV~65kV)。高压直流多端口电能交换器输出交流端口电压范围为1kV~35kV,输出中压直流端口电压范围为400V~1.5kV;其中,中压直流端口互联形成中压直流组网层(400V~1.5kV)。中压组网层中接入分布发电、储能以及负荷之外,还作为中低压直流多端口电能交换器输入(如图中低压直流多端口电能交换器1#与2#通过400V~1.5kV中压直流组网层互联)。中低压直流多端口电能交换器输出交流端口电压范围为110V~380V,输出低压直流端口电压范围为5V~400V;其中,低压直流端口互联形成低压直流组网层(5V~400V)。

[0057] 在空间范围上高压电能交换器掌控广域范围内的高压交直流电力灵活供应,同时实现高压大容量分布式电源及高压负荷消纳;而中低压电能交换器按其电压等级高低及容量大小,辖区范围依次减小;相同电压等级的电能交换器构成相应层级,如此灵活配电系统

架构下实现层次化。图3为两个高压、两个中低压直流多端口电能交换器为节点的组网图，未来配电系统中为多个节点系统的平行对等组网并无限延伸，从而构建庞大的全可控灵活配电系统。

[0058] 系统内部电能通过电能交换器电力电子核心模块进行交流、直流灵活变换，将不同电压等级的交流和直流配用电“无缝”混合、闭环运行，与过去交流与直流两个相互独立的配电系统相比，具有控制、协调、能效、经济等多方面的优势。这种层次组网的交直流无缝混合的全可控灵活配电网，是一种层次化、全对等、强连接、交直流无缝混合、区域自治和分层协调的分布格局，其分布与集中结合的架构更加有利于分层递阶控制，它从微型、小型能源的收集，储能和负载的消纳到配电节点的互联再到组网形成的广域交直流无缝混合的灵活配电网，符合下一代配电网发展的需求。

[0059] (3) 直流多端口电能交换器结构

[0060] 直流多端口电能交换器主要包含：电力电子固态模块、电能接口模块、监测模块和储能模块(可选)、智能控制模块、通信模块和信息处理模块(如图4所示)。其中核心模块为电力电子固态模块，主要包括：电力电子固态模块包括依次连接的固态模块控制器、电力电子开关管、保护与驱动模块和测感模块；所述电能接口模块包括高压交流接口、高压直流接口、工频交流接口和中压直流接口；

[0061] 所述不同电压等级的直流多端口电能交换器通过通讯协议的转换和电能接口模块，实现交直流配电区域内、不同层级间电能交换器的通信和信息的即插即用，构成物理信息模型。。电能交换器通过多种通讯协议的转换和多种信息接入接口，实现区域内、不同层级间电能交换器的通信和信息的即插即用，构成物理信息模型，达到集中控制与分布控制有机结合。

[0062] 所述电力电子固态模块拓扑中AC/DC或DC/AC变换器根据电压等级选用多电平拓扑结构中的一种，多电平拓扑结构中模块的数量取决于直流电压或交流电压等级，多电平拓扑结构包括二极管嵌位(NPC)的单桥臂拓扑、H桥级联拓扑以及模块化多电平MMC拓扑，根据应用中电压等级确定所采用多电平结构的电平数；

[0063] 所述二极管嵌位NPC的单桥臂拓扑实际上根据功率等级选择NPC单桥臂或三相三桥臂拓扑，相应的中间中高频隔离变压器采用单相或三相结构；所述H桥级联拓扑与模块化多电平MMC拓扑中的H桥根据功率等级采用单相或三相拓扑，变压器采取相应的改变。具体的：

[0064] 直流多端口电能交换器电力电子固态模块拓扑如图5所示，其中，(a)为直流多端口电能交换器电力电子固态模块的结构框图。DC/AC变换器根据电压等级可以选用图5(b)所示的多电平拓扑结构中的一种，而多电平结构中模块的数量取决于直流电压等级。其中，图5(b)所示为二极管嵌位(NPC)的单桥臂拓扑，实际上可根据功率等级选择NPC单桥臂或三相三桥臂拓扑，相应的中间中高频隔离变压器采用单相或三相结构。同样道理，图5(b)所示的H桥级联(H-bridge cascaded)与模块化多电平(MMC)拓扑中，H桥也可根据功率等级采用单相或三相拓扑，变压器也采取相应的改变。

[0065] 本发明提供了一种适用于未来中高压直流配电网的多端口直流电能交换器、以及以该类直流电能交换器为核心的交直流无缝全可控灵活配电系统。该直流电能交换器具体多种拓扑类型变体，以适应用电端对交直流电压等级的要求；通过集中控制和分布式控制

有机结合实现配电系统中储能装置、分布式电源、定制用户之间的电能灵活控制,达到交直流无缝混合以及多种能源高效融合利用的目的。

[0066] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制,尽管参照上述实施例对本发明进行了详细的说明,所属领域的普通技术人员依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者等同替换,这些未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换,均在申请待批的本发明的权利要求保护范围之内。

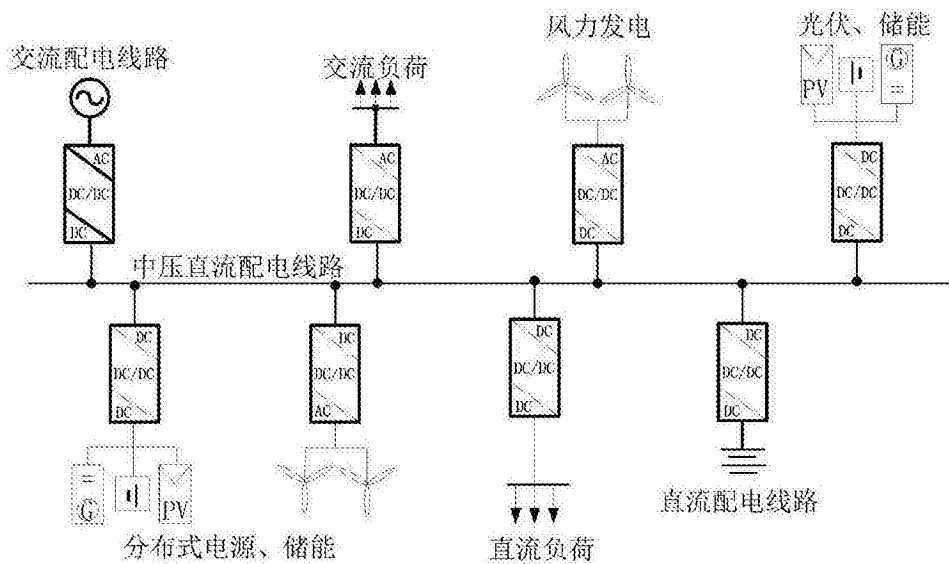


图1

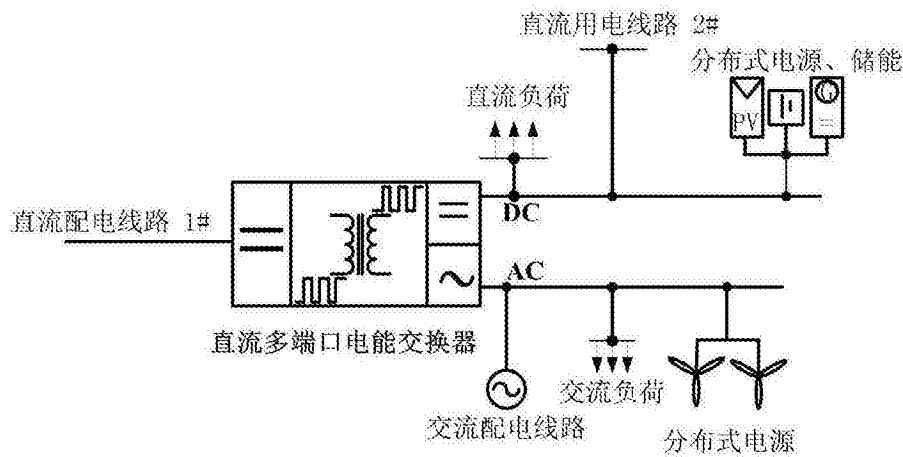


图2

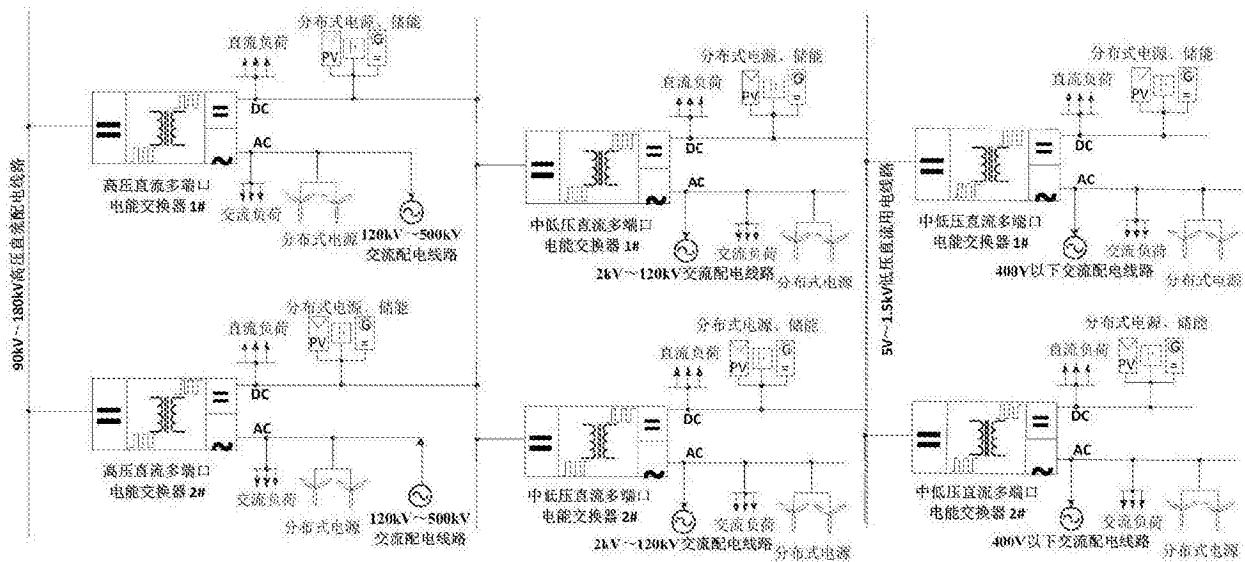


图3

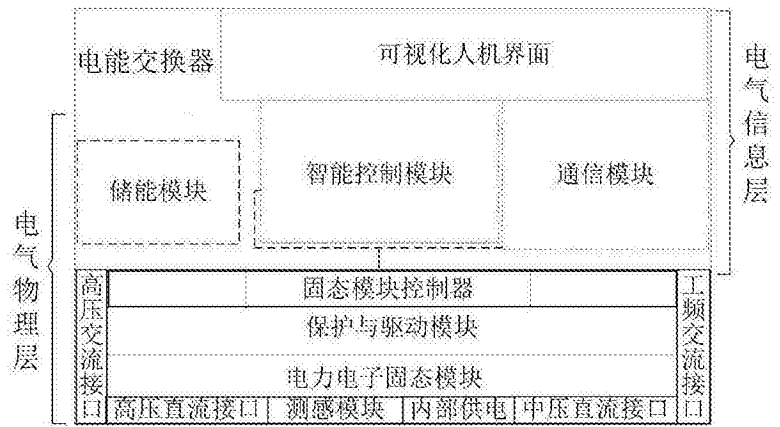
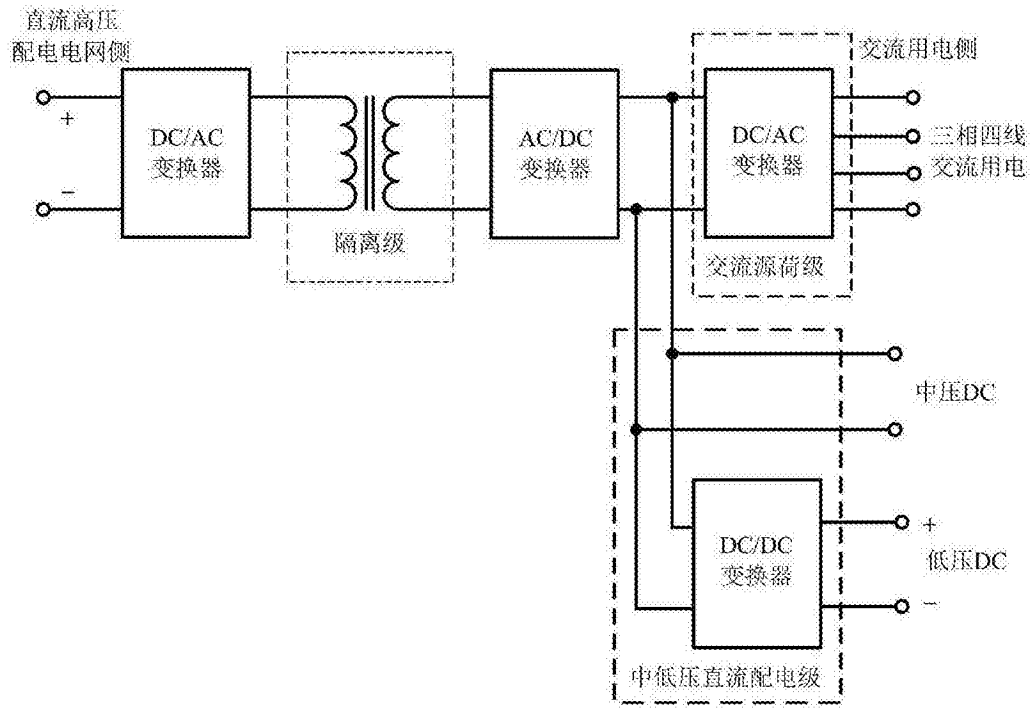
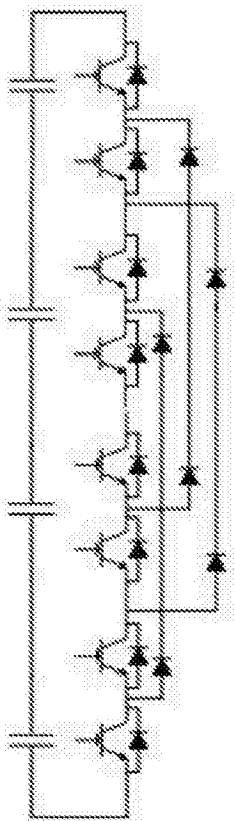


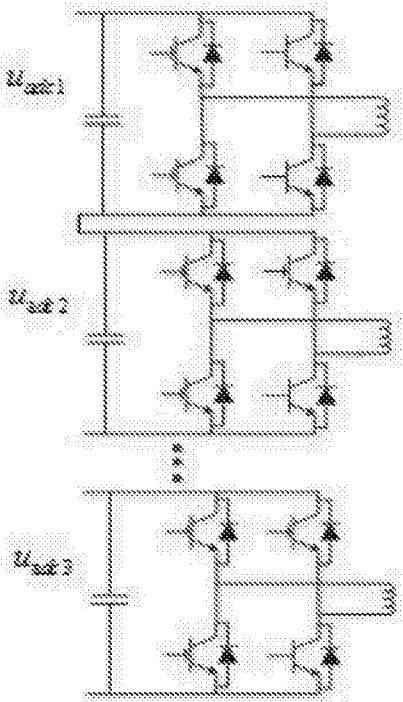
图4



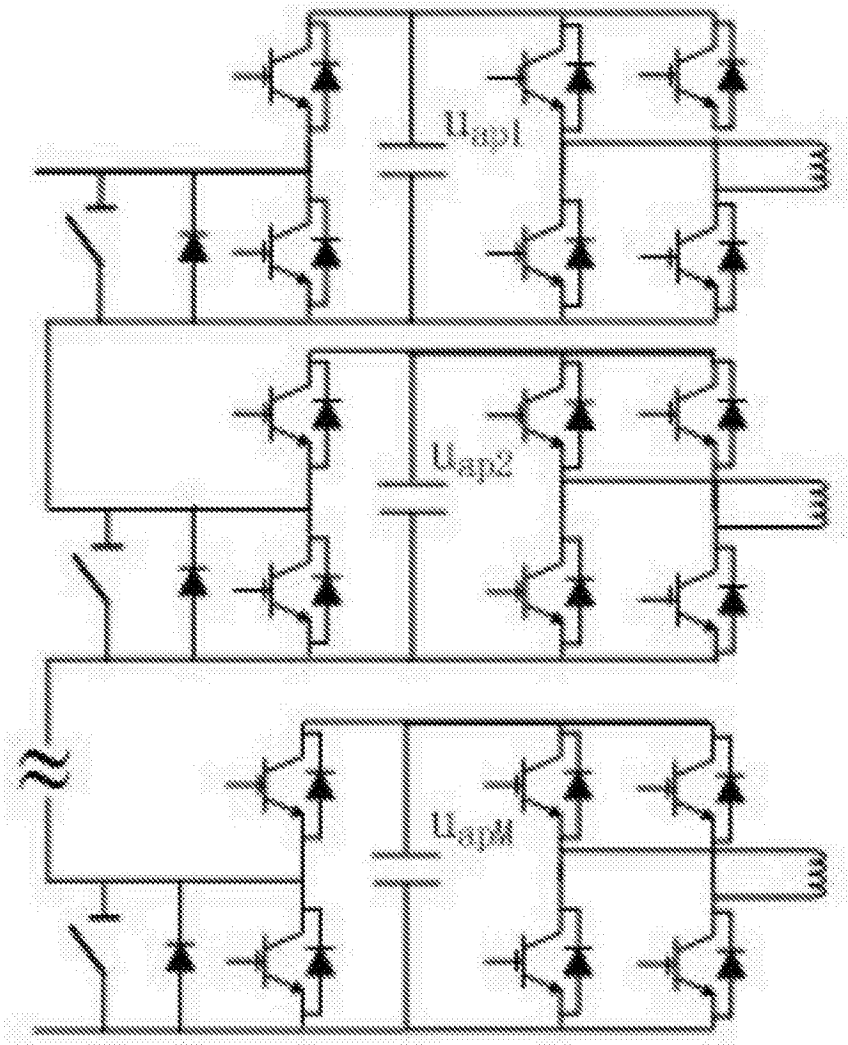
(a)



(b)



(c)



(d)

图5