

国家知识产权局

NATIONAL INTELLECTUAL PROPERTY ADMINISTRATION, PRC



证 明

本证明之附件是向本局提交的下列专利申请文件副本。

申 请 号：2024100837293

申 请 类 型：发明专利

发 明 创 造 名 称：直串式补偿器的控制保护系统

申 请 日：2024年01月19日

申 请 人：南京南瑞继保电气有限公司、南京南瑞继保工程技术有限公司

发明人或设计人：张宝顺、潘磊、林艺哲、邹强、黄如海、董云龙、卢宇

局长
申长雨



2024年02月28日

权 利 要 求 书

1、一种直串式补偿器的控制保护系统，其特征在于，所述直串式补偿器包括多个串联的补偿模块，所述控制保护系统包括：

多个控制保护装置，配置为根据调度发送的功率指令，生成所述多个串联的补偿模块的电压指令；

多个阀模块接口装置，配置为转发所述电压指令；以及

多个模块控制装置，配置为接收所述电压指令，并根据所述电压指令生成所述多个串联的补偿模块内的电子器件的开通和关断命令；

其中，所述多个控制保护装置、所述多个阀模块接口装置和所述多个模块控制装置彼此独立布置，且

每个控制保护装置对应多个阀模块接口装置；

每个阀模块接口装置对应多个模块控制装置；

每个模块控制装置对应一个补偿模块。

2、根据权利要求 1 所述的控制保护系统，其特征在于，所述控制保护系统还包括阀模块接口，所述多个阀模块接口装置进一步配置为共用所述阀模块接口，并通过所述阀模块接口将所述电压指令转发给所述多个模块控制装置。

3、根据权利要求 1 所述的控制保护系统，其特征在于，每个控制保护装置均包括集控模块，所述集控模块配置为根据调度发送的功率指令，生成所述多个串联的补偿模块的电压指令。

4、根据权利要求 1 所述的控制保护系统，其特征在于，每个控制保护装置均包括：

集控模块，配置为根据调度发送的功率指令，生成所述多个串联的补偿模块的第一注入电压指令，并协调控制和集中保护所述多个串联的补偿模块；

阀控制模块，配置为根据所述第一注入电压指令或者预设的第二

注入电压指令，生成所述多个串联的补偿模块的电压指令。

5、根据权利要求 4 所述的控制保护系统，其特征在于，所述集控模块包括用于所述多个串联的补偿模块的电压平衡控制子模块、保护子模块和/或线路过载控制子模块，其中：

所述电压平衡控制子模块配置为平衡线路三相电压；

所述保护子模块配置为当交流系统发生故障时，保护所述补偿模块和/或配合所述交流系统的保护功能；

所述线路过载控制子模块配置为当所述直串式补偿器所接入的线路或者相邻线路的电流超过设定范围时，调节所述补偿模块的注入电压指令，以将所述电流控制在所述设定范围内。

6、根据权利要求 4 所述的控制保护系统，其特征在于，所述阀控制模块包括用于所述多个串联的补偿模块的协调控制子模块，其中：

所述协调控制子模块配置为控制所述多个串联的补偿模块的投入、退出，和/或分配注入电压指令。

7、根据权利要求 4 所述的控制保护系统，其特征在于，所述模块控制装置包括：

直流电压控制模块，配置为稳定对应补偿模块的电容电压；

线路过载控制模块，配置为将对应补偿模块的接入线路的电流控制在设定范围内；

过电流保护模块，配置为避免对应的补偿模块承受过电流冲击，以保护对应的补偿模块；和/或

电压指令限制模块，配置为将对应的补偿模块的电压指令限制在设定范围内。

8、根据权利要求 7 所述的控制保护系统，其特征在于，所述直流电压控制模块、线路过载控制模块、电压指令限制模块和/或过电流保护模块集成于同一块控制板卡上。

9、根据权利要求 5 所述的控制保护系统，其特征在于，所述控制保护系统应用于多回线路直串式补偿器中，且所述集控模块还包括：多回线路协调控制子模块，配置为分配多回线路的功率指令。

10、根据权利要求 1 所述的控制保护系统，其特征在于，所述多个控制保护装置包括主控制保护装置和备控制保护装置，且所述主控制保护装置生成的指令的优先级高于所述备控制保护装置生成的指令的优先级。

11、根据权利要求 4 所述的控制保护系统，其特征在于，所述集控模块和所述阀控制模块通过无线或光纤进行通讯。

12、根据权利要求 1 所述的控制保护系统，其特征在于，所述多个串联的补偿模块包括第一补偿模块和第二补偿模块，其所述第一补偿模块接收所述电压指令，并发送给所述第二补偿模块。

13、根据权利要求 1 所述的控制保护系统，其特征在于，所述多个串联的补偿模块布置在变电站、开关站室或集装箱内，所述补偿模块采用内液冷外风冷的冷却方式。

说明书

直串式补偿器的控制保护系统

技术领域

本申请涉及柔性输电领域，具体而言，涉及一种直串式补偿器的控制保护系统。

背景技术

随着大型电力系统的互联以及各种新设备的使用，在使发电、输电更经济、更高效的同时，也增加了电力系统的规模和复杂度；再加上大量的分布式发电系统接入电网，使传统的固定由输电网向配电网传送的潮流发生逆向。用户负荷的不断增长需要潮流控制手段提高现有的功率输送能力；正在蓬勃发展的智能电网和电力市场间复杂的功率交换需要频繁的潮流优化控制。

直串式补偿器，可为智能电网提供更灵活、更先进的控制手段，可有效提高电力系统的供电能力和安全稳定性。大量的补偿模块保障了设备的冗余性，进而提升了装置的可靠性；同时，直串式补偿器可部署在输电线路或者变电站，占地小。

目前，直串式补偿器的控制保护系统比较简单，均采用模块就地控制的模式，控制方式不灵活，潮流调节的性能较差。国内有部分高校和科研院所开展了多种串联补偿器（例如，串联电抗器、静止同步串联补偿器、潮流控制器等），主要在拓扑结构、仿真建模和控制策略上开展研究，尚未有关于串联补偿器的控制保护系统结构及功能配置的报告。

发明内容

本申请旨在提出一种直串式补偿器的控制保护系统，以解决直串式补偿器的控制保护系统控制方式不灵活以及潮流调节的性能较差的问题。

根据本申请的一方面，提出一种直串式补偿器的控制保护系统，

所述直串式补偿器包括多个串联的补偿模块，所述控制保护系统包括多个控制保护装置，配置为根据调度发送的功率指令，生成所述多个串联的补偿模块的电压指令；多个阀模块接口装置，配置为转发所述电压指令；以及多个模块控制装置，配置为接收所述电压指令，并根据所述电压指令生成所述多个串联的补偿模块内的电子器件的开通和关断命令；其中，所述多个控制保护装置、所述多个阀模块接口装置和所述多个模块控制装置彼此独立布置，且每个控制保护装置对应多个阀模块接口装置；每个阀模块接口装置对应多个模块控制装置；每个模块控制装置对应一个补偿模块。

根据一些实施例，所述控制保护系统还包括阀模块接口，所述多个阀模块接口装置进一步配置为共用所述阀模块接口，并通过所述阀模块接口将所述电压指令转发给所述多个模块控制装置。

根据一些实施例，每个控制保护装置均包括集控模块，所述集控模块配置为根据调度发送的功率指令，生成所述多个串联的补偿模块的电压指令。

根据一些实施例，每个控制保护装置均包括集控模块，配置为根据调度发送的功率指令，生成所述多个串联的补偿模块的第一注入电压指令，并协调控制和集中保护所述多个串联的补偿模块；阀控制模块，配置为根据所述第一注入电压指令或者预设的第二注入电压指令，生成所述多个串联的补偿模块的电压指令。

根据一些实施例，所述集控模块包括用于所述多个串联的补偿模块的电压平衡控制子模块、保护子模块和/或线路过载控制子模块，其中：所述电压平衡控制子模块配置为平衡线路三相电压；所述保护子模块配置为当交流系统发生故障时，保护所述补偿模块和/或配合所述交流系统的保护功能；所述线路过载控制子模块配置为当所述直串式补偿器所接入的线路或者相邻线路的电流超过设定范围时，调节所述补偿模块的注入电压指令，以将所述电流控制在所述设定范围内。

根据一些实施例，所述阀控制模块包括用于所述多个串联的补偿模块的协调控制子模块，其中，所述协调控制子模块配置为控制所述多个串联的补偿模块的投入、退出，和/或分配注入电压指令。

根据一些实施例，所述模块控制装置包括直流电压控制模块，配置为稳定对应补偿模块的电容电压；线路过载控制模块，配置为将对应补偿模块的接入线路的电流控制在设定范围内；过电流保护模块，配置为避免对应的补偿模块承受过电流冲击，以保护对应的补偿模块；和/或所述电压指令限制模块配置为将对应的补偿模块的电压指令限制在设定范围内。

根据一些实施例，所述直流电压控制模块、线路过载控制模块、电压指令限制模块和/或过电流保护模块集成于同一块控制板卡上。

根据一些实施例，所述控制保护系统应用于多回线路直串式补偿器中，且所述集控模块还包括多回线路协调控制子模块，配置为分配多回线路的功率指令。

根据一些实施例，所述多个控制保护装置包括主控制保护装置和备控制保护装置，且所述主控制保护装置生成的指令的优先级高于所述备控制保护装置生成的指令的优先级。

根据一些实施例，所述集控模块和所述阀控制模块通过无线或光纤进行通讯。

根据一些实施例，所述多个串联的补偿模块包括第一补偿模块和第二补偿模块，其所述第一补偿模块接收所述电压指令，并发送给所述第二补偿模块。

根据一些实施例，所述多个串联的补偿模块布置在变电站、开关站室或集装箱内，所述补偿模块采用内液冷外风冷的冷却方式。

根据本申请的实施例，直串式补偿器的控制保护系统包括多个控制保护装置和多个阀模块接口装置，分别承担多个串联的补偿模块的计算压力和通讯压力。同时，控制保护系统的结构也更清晰。由于具有较多的软硬件资源，本申请的控制保护系统性能更优并且功能更全面，适用于大容量、多模块直串式补偿器的工程应用。

应当理解的是，以上的一般描述和后文的细节描述仅是示例性的，并不能限制本申请。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍。通过参照附图详细描述其示例实施例，本申请的上述和其他目标、特征及优点将变得更加显而易见。

图 1 示出了现有技术的一种分布式串联补偿器的控制保护系统结构示意图。

图 2 示出了根据本申请示例实施例的一种直串式补偿器的控制保护系统结构框图。

图 3 示出了根据本申请实施例的一种直串式补偿器的控制保护系统结构示意图。

图 4 示出了根据本申请实施例的一种直串式补偿器系统结构示意图。

图 5 示出了根据本申请实施例的双回线路应用场景中的直串式补偿器的控制保护系统结构示意图。

图 6 示出根据本申请另一种直串式补偿器的控制保护系统结构示意图。

图 7 示出了根据本申请示例实施例的另一种直串式补偿器的控制保护系统结构示意图。

具体实施方式

现在将参考附图更全面地描述示例实施例。然而，示例实施例能够以多种形式实施，且不应被理解为限于在此阐述的实施例；相反，提供这些实施例使得本申请将全面和完整，并将示例实施例的构思全面地传达给本领域的技术人员。在图中相同的附图显示表示相同或类似的部分，因而将省略对它们的重复描述。

所描述的特征、结构或特性可以以任何合适的方式结合在一个或更多实施例中。在下面的描述中，提供许多具体细节从而给出对本公开的实施例的充分理解。然而，本领域技术人员将意识到，可以实践本公开的技术方案而没有这些特定细节中的一个或更多，或者可以采用其它的方式、组元、材料、装置或操作等。在这些情况下，将不详

细示出或描述公知结构、方法、装置、实现、材料或者操作。

附图中所示的流程图仅是示例性说明，不是必须包括所有的内容和操作/步骤，也不是必须按所描述的顺序执行。例如，有的操作/步骤还可以分解，而有的操作/步骤可以合并或部分合并，因此实际执行的顺序有可能根据实际情况改变。

本申请的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别不同对象，而不是用于描述特定顺序。此外，术语“包括”和“具有”以及它们任何变形，意图在于覆盖不排他的包含。例如包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备没有限于已列出的步骤或单元，而是可选地还包括没有列出的步骤或单元，或可选地还包括对于这些过程、方法、产品或设备固有的其他步骤或单元。

图 1 示出了现有技术的一种分布式串联补偿器的控制保护系统结构示意图，如图 1 所示的控制保护系统采用分级布置、分层控制的远端调度控制层、站内集中控制保护层和就地模块控制层。由于站内集中控制保护层既要接收上级的功率指令，完成补偿器的注入电压计算，又要实现注入电压指令的分配并与各补偿模块通讯，因此，站内集中控制保护层面临着较大的硬件和软件资源压力，难以适用于多模块、大容量的直串式补偿器。

为了充分发挥分布式串联补偿器潮流优化的特点，保护其设备及电力系统的安全，推动分布式潮流控制器应用的快速发展，本申请的发明人发现，需要一种结构更清晰、性能更优、功能更全面、更适合工程应用的直串式补偿器的控制保护系统。

根据本申请的实施例，直串式补偿器的控制保护系统包括多个控制保护装置和多个阀模块接口装置，分别承担多个串联的补偿模块的计算压力和通讯压力。同时，控制保护系统的结构也更清晰。由于具有较多的软硬件资源，本申请的控制保护系统性能更优并且功能更全面，适用于大容量、多模块直串式补偿器的工程应用。

下面结合附图，对根据本申请的具体实施例进行详细说明。

图 2 示出了根据本申请示例实施例的一种直串式补偿器的控制保护系统结构框图，如图 2 所示的控制保护系统包括多个控制保护装置 201、多个阀模块接口装置 203 和多个模块控制装置 205。其中，多个控制保护装置 201 配置为根据调度发送的功率指令，生成所述多个串联的补偿模块的电压指令；多个阀模块接口装置 203 配置为转发所述电压指令；以及多个模块控制装置 205，配置为接收所述电压指令，并根据所述电压指令生成所述多个串联的补偿模块内的电子器件的开通和关断命令。

根据本申请的实施例，所述多个控制保护装置 201、所述多个阀模块接口装置 203 和所述多个模块控制装置 205 彼此独立布置，且每个控制保护装置对应多个阀模块接口装置；每个阀模块接口装置对应多个模块控制装置；每个模块控制装置对应一个补偿模块。在本实施中，通过将阀模块接口装置独立配置，从而可以配置较多的通讯接口，从而支持和大量的补偿模块进行通讯。因此，本申请实施例存在多个模块控制装置和多个阀模块接口装置，从而具备更多的计算能力和通讯能力。因此，本申请的实施例适用于多模块、大容量的直串式补偿器的工程应用场合。

根据本申请的实施例，所述控制保护系统还包括阀模块接口，所述多个阀模块接口装置 203 进一步配置为共用所述阀模块接口，并通过所述阀模块接口将所述电压指令转发给所述多个模块控制装置。在本实施例中，通过共用阀模块接口可以降低成本。

在一些实施例中，每个控制保护装置均包括集控模块，所述集控模块配置为根据调度发送的功率指令，生成所述多个串联的补偿模块的电压指令。

在另一些实施例中，每个控制保护装置均包括集控模块和阀控制模块。其中，所述集控模块和所述阀控制模块通过无线或光纤进行通讯。所述集控模块配置为根据调度发送的功率指令，生成所述多个串联的补偿模块的第一注入电压指令，并协调控制和集中保护所述多个

串联的补偿模块；所述阀控制模块配置为根据所述第一注入电压指令或者预设的第二注入电压指令，生成所述多个串联的补偿模块的电压指令。

根据本申请的实施例，所述集控模块包括用于所述多个串联的补偿模块的电压平衡控制子模块、保护子模块和/或线路过载控制子模块。

在一些实施例中，所述电压平衡控制子模块配置为平衡线路三相电压；所述保护子模块配置为当交流系统发生故障时，保护所述补偿模块和/或配合所述交流系统的保护功能；所述线路过载控制子模块配置为当所述直串式补偿器所接入的线路或者相邻线路的电流超过设定范围时，调节所述补偿模块的注入电压指令，以将所述电流控制在所述设定范围内。

在另一些实施例中，所述阀控制模块包括用于所述多个串联的补偿模块的协调控制子模块。其中，所述协调控制子模块配置为控制所述多个串联的补偿模块的投入、退出，和/或分配注入电压指令。

根据本申请的实施例，所述模块控制装置包括直流电压控制模块、线路过载控制模块、电压指令限制模块和/或过电流保护模块。在一些实施例中，所述直流电压控制模块配置为稳定对应补偿模块的电容电压，所述线路过载控制模块配置为将对应补偿模块的接入线路的电流控制在设定范围内，所述过电流保护模块配置为避免对应的补偿模块承受过电流冲击，以保护对应的补偿模块；所述电压指令限制模块配置为将对应的补偿模块的电压指令限制在设定范围内。

在一些具体的实施例中，所述直流电压控制模块、线路过载控制模块、电压指令限制模块和/或过电流保护模块可集成于同一块控制板卡上，从而节省硬件配置。

根据一些实施例，所述控制保护系统为每回三相线路的补偿模块均配置所述集控模块，且所述集控模块还包括多回线路协调控制模块，从而多回线路之间可以配合调控潮流。其中，所述多回线路协调控制子模块配置为分配多回线路的功率指令。

根据一些实施例，所述多个控制保护装置包括主控制保护装置和备控制保护装置，且所述主控制保护装置生成的指令的优先级高于所述备控制保护装置生成的指令的优先级。

根据图 1 所示的实施例，直串式补偿器的控制保护系统包括多个控制保护装置和多个阀模块接口装置，可用于分别承担多个串联的补偿模块的计算压力和通讯压力。同时，控制保护系统的结构也更清晰。由于具有较多的软硬件资源，本申请的控制保护系统性能更优并且功能更全面，适用于大容量、多模块直串式补偿器的工程应用。

图 3 示出了根据本申请实施例的一种直串式补偿器的控制保护系统结构示意图，图 4 示出了根据本申请实施例的一种直串式补偿器系统结构示意图。

根据本申请的实施例，直串式补偿器的由 N 个补偿模块可集中串联布置在变电站内，或者集中串联布置在线路上，或者分布串联在线路上。其中， N 为自然数，且 N 大于 1。如图 4 所示，每个补偿模块包含全桥子模块和旁路设备。

如图 3 所述，控制保护系统包括控制保护装置 A 和控制保护装置 B、阀模块接口装置 A 和阀模块接口装置 B，以及模块控制装置。

每个控制保护装置包括集控模块与阀控制模块。如图 3 所示，集控模块 A 与阀控制模块 A 组成控制保护设备 A，集控模块 B 与阀控制模块 B 组成控制保护设备 B。

控制保护装置 A 和控制保护装置 B 的设备功能相同，在具体的实施例中，控制保护装置 A 和控制保护装置 B 分别作为主系统设备和备系统设备，且控制保护装置 A 和控制保护装置 B 均包括用于实现两套设备的主系统和备系统选择功能的控制模块，且主设备传输给阀模块接口装置 A 或阀模块接口装置 B 的指令被优先执行。

在一些实施例中，阀模块接口装置 A 与阀模块接口装置 B 功能相同，与各补偿模块控制装置通过无线或者光纤通讯连接；

如图 3 所示，集控模块将功率指令转化为各补偿模块的第一

注入电压指令，并协调控制和集中保护各补偿模块。其中，功率指令通过接收调度发送或者由运行人员根据电网的实时运行状态和负荷预测结果设定或预先设定。

在具体的实施例中，例如，调度根据交流电网的实时运行状态，得出直串式补偿器进行电网潮流优化调节的最优线路功率指令或根据电网的实时运行状态和负荷预测结果得到功率控制指令曲线。

阀控制模块接收集控模块发送的第一注入电压指令或者预先设定第二注入电压指令，第一注入电压指令和第二注入电压指令经阀控制模块处理后产生补偿模块电压指令。阀模块接口装置接收各补偿模块电压指令，并发送至各模块控制装置；模块控制装置接收该补偿模块电压指令，并转化为对应补偿模块内电力电子器件的开通和关断命令。

根据一些实施例，每个集控模块包括但不限于用于所述多个串联的补偿模块的电压平衡控制子模块、保护子模块和/或线路过载控制子模块。其中，电压平衡控制子模块用于平衡线路三相电压；各补偿模块的保护子模块用于在交流系统发生故障时，保护对应的补偿模块、以及与交流系统保护的配合；线路过载控制子模块配置为当直串式补偿器所接入的线路或者相邻线路的电流超过设定范围时，调节各补偿模块的注入电压指令，控制线路电流在设定值内。

根据一些实施例，阀控制装置包括但不限于用于所述多个串联的补偿模块的协调控制子模块，协调控制子模块配置为控制所述多个串联的补偿模块的投入、退出，和/或分配注入电压指令。

例如，阀控制装置接收注入电压的指令和对应补偿模块的电压，在保持模块电容电压平衡的条件下，选择投入对应的补偿模块投入，并使这些投入的补偿模块的电压和等于注入电压的指令。

根据一些实施例，模块控制装置的控制保护模块包括但不限于直流电压控制模块、线路过载控制模块、电压指令限制模块和过电流保护模块。其中，直流电压控制模块用于稳定对应补偿模

块的电容电压；线路过载控制模块用于将直串式补偿器所接入的线路的电流控制在设定范围内；过电流保护模块用于避免对应的补偿模块承受过电流冲击，以保护对应的补偿模块；电压指令限制模块配置为将对应的补偿模块的电压指令限制在设定范围内。

根据一些实施例，直流电压控制模块、线路过载控制模块、电压指令限制模块和/或过电流保护模块可集成于一块控制板卡上。

图 3 所示应用于单回线路的应用场景，当多个单回线路并联时，即组成多回线路。图 5 示出了根据本申请实施例的双回线路应用场景中的直串式补偿器的控制保护系统结构示意图，如图 5 所述，对于多回线路应用场景，每回线路的各补偿模块均配置一套站内集控装置，也即，作为主系统设备的控制保护装置和作为备系统设备的控制保护装置。

根据本申请的实施例，图 5 中的每个控制保护系统的集控模块在如图 3 所述的基础上，还包括多回线路协调控制子模块，用于分配多回线路的功率指令。

图 6 示出根据本申请另一种直串式补偿器的控制保护系统结构示意图，适用于较小容量、补偿模块数量较少的直串式补偿器控制保护系统。

如图 6 所示，直串式补偿器的控制保护系统包括控制保护装置、阀模块接口装置和模块控制装置，且控制保护装置包括集控模块。

根据一些实施例，集控模块 A 与集控模块 B 功能相同，且分别作为主设备和备设备。集控模块 A 与集控模块 B 均包括用于实现两套设备的主系统和备系统选择功能的控制模块，且主设备传输给阀模块接口装置 A 或阀模块接口装置 B 的指令被优先执行。阀模块接口装置 A 与阀模块接口装置 B 功能相同，与各补偿模块控制装置通过无线或者光纤通讯连接。

根据一些实施例，集控模块接收调度的功率指令，输出各补偿模块电压指令；阀模块接口装置接收所述各补偿模块电压指令，发送至各模块控制装置；模块控制装置接收所述补偿模块电压指令，并转化为对应补偿模块内电力电子器件的开通和关断命令。

图 7 示出了根据本申请示例实施例的另一种直串式补偿器的控制保护系统结构示意图。如图 7 所示，控制保护系统包括控制保护装置、阀模块接口装置、阀模块接口和模块控制装置。其中，集控模块 A 与阀控制模块 A 组成控制保护装置 A，集控模块 B 与阀控制模块 B 组成控制保护装置 B。控制保护装置 A 和控制保护装置 B 的设备功能相同，均包括用于实现两套设备的主系统和备系统选择功能的控制模块，且主系统传输给阀模块接口装置 A 或阀模块接口装置 B 的指令被优先执行。

如图 7 所示，阀模块接口装置 A 与阀模块接口装置 B 功能相同，且共用所述阀模块接口，阀模块接口与各补偿模块控制装置通过无线或者光纤通讯连接。

根据一些实施例，集控模块接收调度的功率指令并转化为补偿器的注入电压指令；阀控制模块接收补偿器的注入电压指令，输出各补偿模块电压指令；阀模块接口装置接收各补偿模块电压指令，发送至各模块控制装置；模块控制装置接收补偿模块电压指令，并转化为对应补偿模块内电力电子器件的开通和关断命令。

如图 7 所示，补偿模块 1 与补偿模块 2 通过无线或者光纤通讯。例如，补偿模块 1 接收阀模块接口发送的补偿模块 2 的输出电压指令，并发送至补偿模块 2；补偿模块 2 接收阀模块接口发送的补偿模块 1 的输出电压指令，并发送至补偿模块 1。

根据一些实施例，直串式补偿器的补偿模块可通过选择对潮流控制效果最好的地点安装，例如，集中串联布置在变电站或者开关站室内，补偿模块采用内液冷外风冷的冷却方式。

由于集装箱式可以移动，可按需灵活接入不同的线路，因此，在一些具体的实施例中，直串式补偿器的补偿模块集中串联布置

集装箱内，直串式补偿器根据电网调节需求灵活接入线路，补偿模块采用内液冷外风冷的冷却方式。

以上对本申请实施例进行了详细介绍，本文中应用了具体个例对本申请的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明仅用于帮助理解本申请的方法及其核心思想。同时，本领域技术人员依据本申请的思想，基于本申请的具体实施方式及应用范围上做出的改变或变形之处，都属于本申请保护的范围。综上所述，本说明书内容不应理解为对本申请的限制。

说明书附图

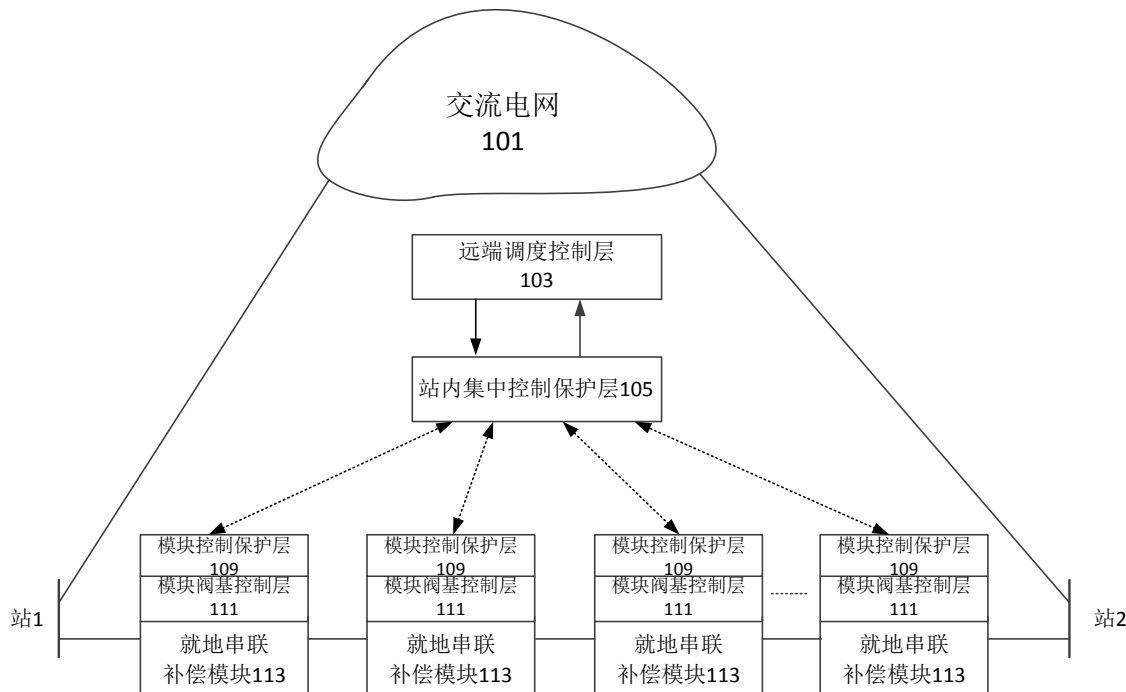


图 1



图 2

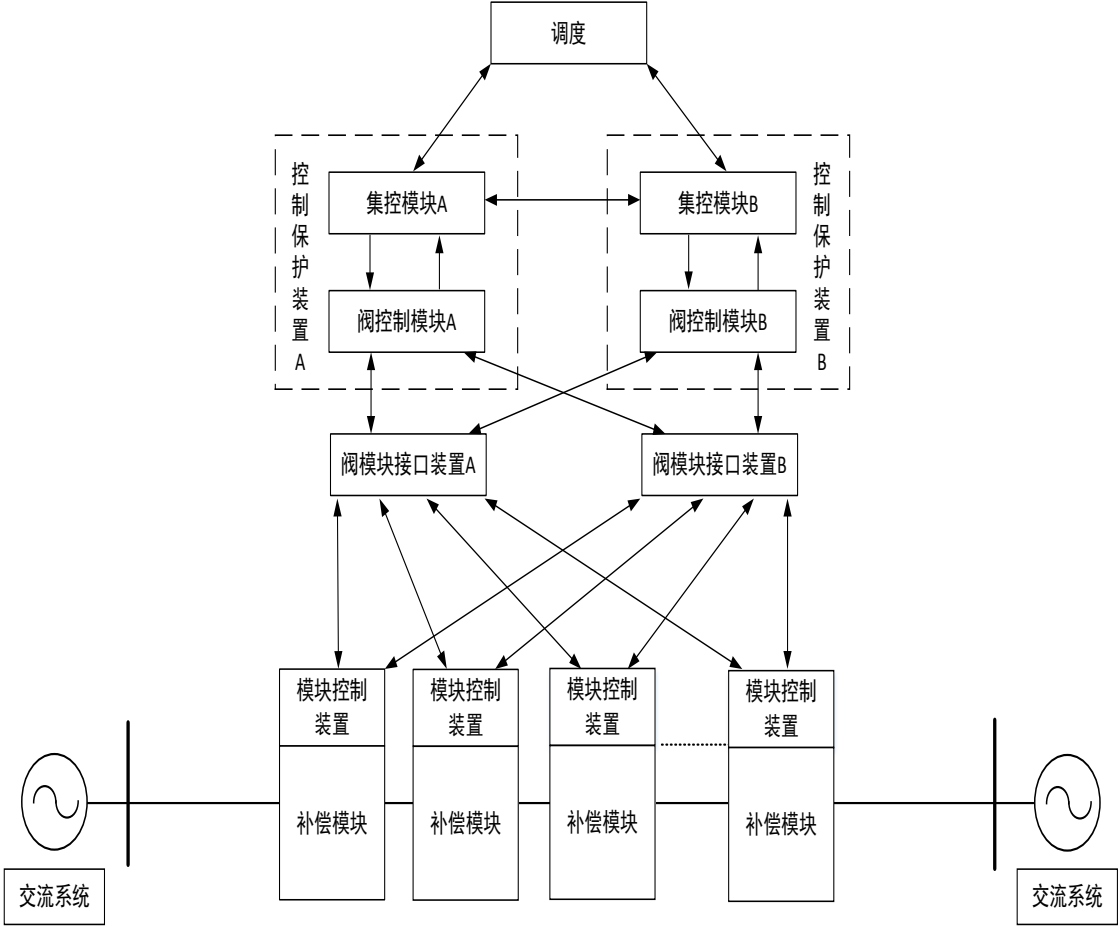


图 3

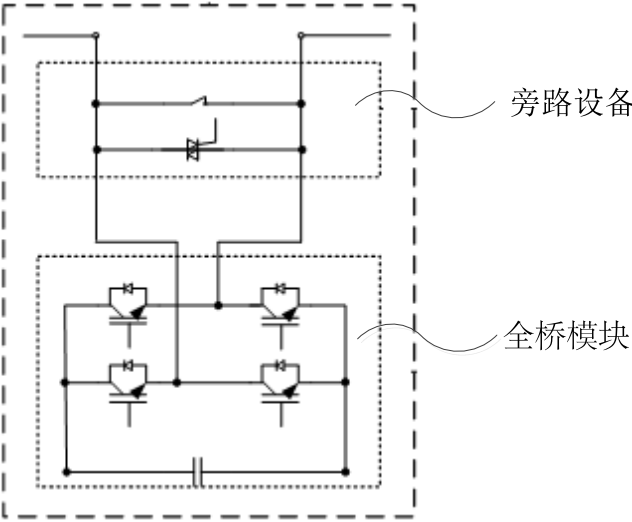


图 4

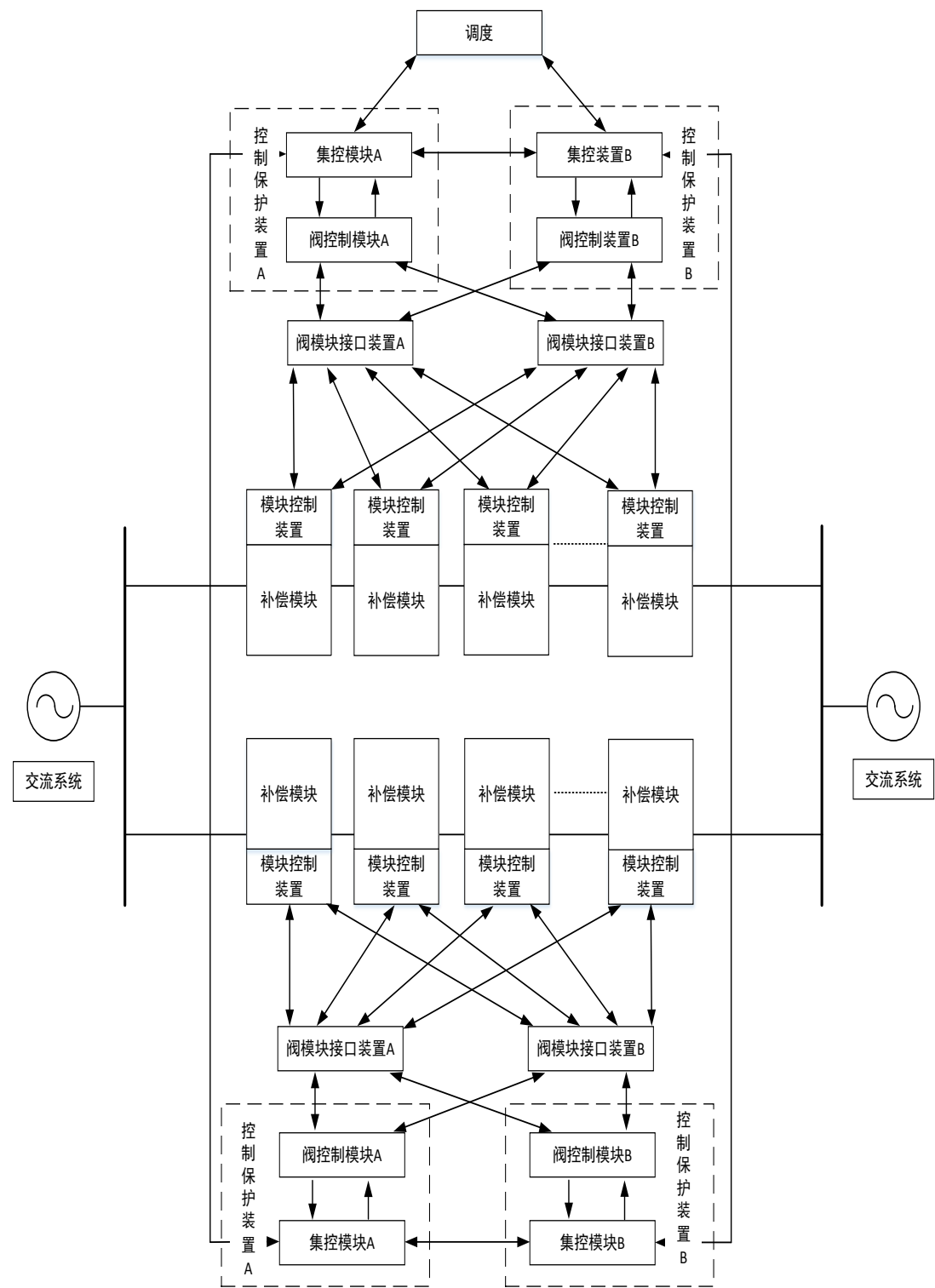


图 5

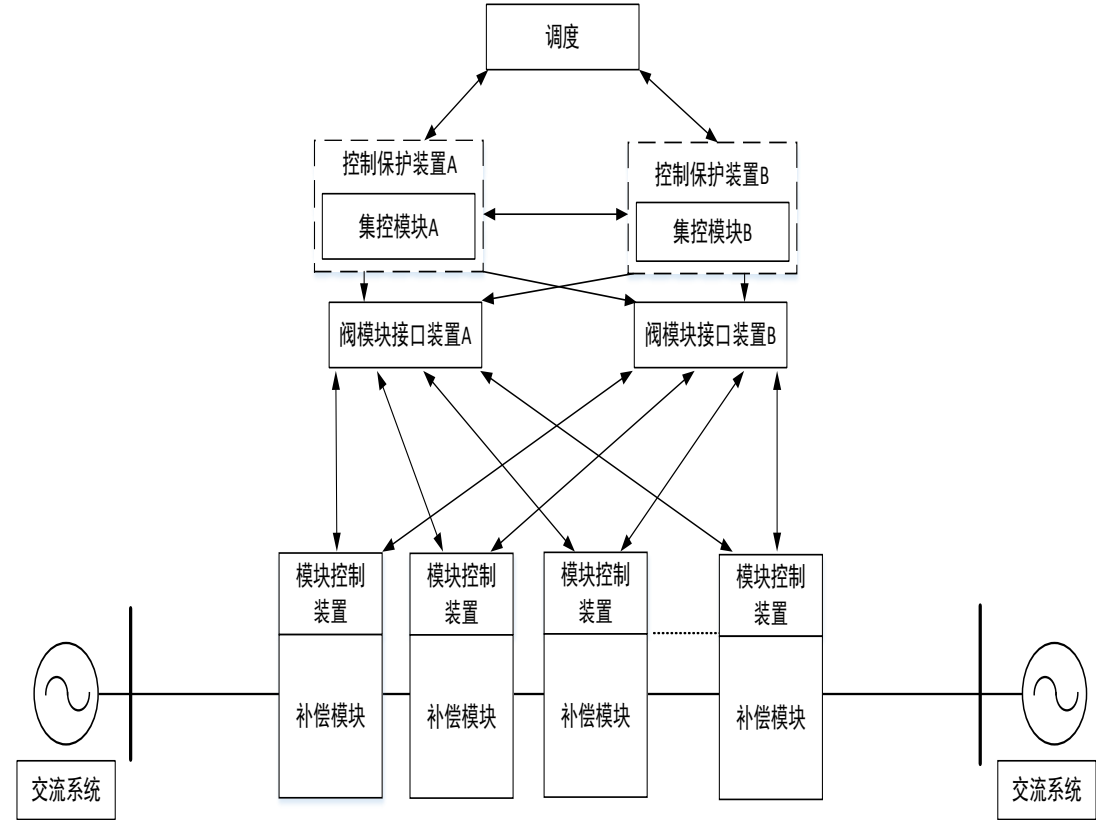


图 6

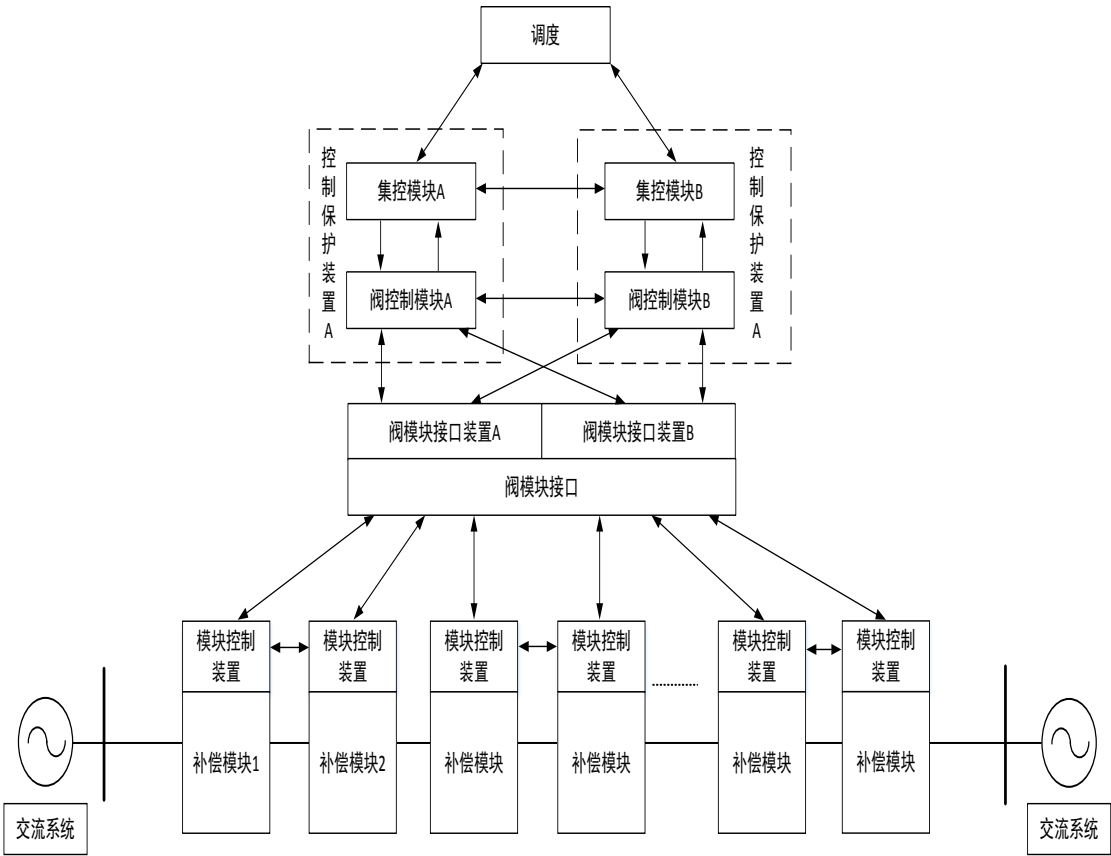


图 7