



1. 一种多电能变换的船舶直流配电系统,其特征在於:包括至少两组冗余的直流配电子系统以及重要负载配电柜,供电取自直流发电机或后备蓄电池;所述每组直流配电子系统包含直流主配电柜和多电能变换配电单元,直流主配电柜通过多电能变换配电单元对不同电制负载供电;所述重要负载配电柜在各直流配电子系统之间自动切换,对重要负载进行不间断供电。

2. 根据权利要求1所述的多电能变换的船舶直流配电系统,其特征在於:多电能变换配电单元包括逆变电源柜、整流电源柜和变频器控制柜;逆变电源柜、整流电源柜和变频器控制柜分别连接到直流主配电柜,布置在所需电制的负载配电区域,且均集成电能变换、配电和故障保护功能。

3. 根据权利要求2所述的多电能变换的船舶直流配电系统,其特征在於:直流主配电柜进线端、直流主配电柜馈线推进电机负载端、直流主配电柜变频器控制柜负载端均设置有大电流熔断器;发生故障时,直流主配电柜馈线推进电机负载端、直流主配电柜变频器控制柜负载端设置的大电流熔断器先于在直流主配电柜进线端设置的大电流熔断器熔断;在直流主配电柜整流电源柜负载端、直流主配电柜逆变电源柜负载端还分别设置有一断路器。

4. 根据权利要求2所述的多电能变换的船舶直流配电系统,其特征在於:逆变电源柜包括连接到直流主配电柜的逆变电源以及与逆变电源输出端连接的交流配电回路;在逆变电源输入端以及交流配电回路分别设置断路器;交流配电回路采用上下两级断路器,上一级断路器采用三段式保护特性断路器,为下一级断路器提供选择性配电保护。

5. 根据权利要求2所述的多电能变换的船舶直流配电系统,其特征在於:整流电源柜包括连接到直流主配电柜的整流电源以及与整流电源输出端连接的低电压直流配电回路,连接在低电压直流配电回路上的蓄电池组;在整流电源输入端以及低电压直流配电回路分别设置断路器;低电压直流配电回路采用上下两级断路器,上一级断路器采用三段式保护特性断路器,为下一级断路器提供选择性配电保护。

6. 根据权利要求2所述的多电能变换的船舶直流配电系统,其特征在於:变频器控制柜包括连接到直流主配电柜的直流主配电回路以及连接在直流主配电回路上的多组变频器单元,每组变频器单元对相应区域电机组进行变频控制;在直流主配电回路上各变频器单元输入端分别设置有断路器。

7. 根据权利要求6所述的多电能变换的船舶直流配电系统,其特征在於:各变频器单元采用液冷散热,由冷却装置提供液冷源;直流主配电回路提供的直流电通过一变频器单元逆变及一正弦滤波器滤波后为所述冷却装置提供所需交流电源。

8. 根据权利要求2所述的多电能变换的船舶直流配电系统,其特征在於:还包括在线绝缘监测子系统,所述在线绝缘监测子系统采用多主机低频小幅信号注入和绝缘监测组网技术,对直流主配电柜、变频器控制柜、逆变电源柜、整流电源柜以及重要负载配电柜中配电回路进行绝缘检测。

9. 根据权利要求8所述的多电能变换的船舶直流配电系统,其特征在於:在线绝缘监测子系统包括对直流主配电柜、重要负载配电柜和变频器控制柜配电回路分别进行绝缘监测的绝缘监测系统I,对逆变电源柜中配电回路进行绝缘监测的绝缘监测系统II以及对整流电源柜中配电回路进行绝缘监测的绝缘监测系统III;绝缘监测系统I包括:(1)主机模块I,定位模块I,通讯模块I,以及与定位模块I连接、设置在直流主配电柜中直流配电回路上的

电流互感器I;(2)定位模块II,以及与定位模块II连接、设置在重要负载配电柜中直流配电回路上的电流互感器II;(3)定位模块III,以及与定位模块III连接、设置在变频器控制柜中与直流主配电柜连接的直流主配电回路上的电流互感器III;所述定位模块I、定位模块II、定位模块III分别通过通讯模块I连接到主机模块IM1;绝缘监测系统II包括主机模块IV,定位模块IV,通讯模块IV,以及设置在逆变电源柜中交流配电回路上、且与定位模块IV连接的电流互感器IV;所述定位模块IV通过通讯模块IV连接到主机模块IV;绝缘监测系统III包括主机模块V,定位模块V,通讯模块V,以及设置在整流电源柜中直流配电回路上、且与定位模块V连接的电流互感器V;所述定位模块V通过通讯模块V连接到主机模块V;主机模块I注入低频小幅交流信号到直流主配电柜进线端,如果某个配电回路出现绝缘电阻降低或接地故障,定位模块I通过电流互感器I监测到主机模块I注入的低频小幅交流信号,并识别出故障回路及绝缘电阻值;定位模块II、定位模块III通过电流互感器II、电流互感器III也能监测到主机模块I注入的低频小幅交流信号;定位模块I、定位模块II、定位模块III监测到的绝缘检测信息通过通讯模块I内部总线分别传输到主机模块I,还能通过通讯模块I与上位机交换绝缘监测数据;主机模块IV在逆变电源柜中交流配电母线进线端注入低频小幅信号,主机模块V在整流电源柜中直流配电母线进线端注入低频小幅信号,定位模块IV通过电流互感器IV监测交流配电回路绝缘故障,定位模块V通过电流互感器V监测低电压直流配电回路绝缘故障,定位模块IV、定位模块V对应通过通讯模块IV、通讯模块V内部总线将绝缘检测信息传输到主机模块IV、主机模块V;通讯模块I、通讯模块IV、通讯模块V除通过内部总线接口传输绝缘检测信息外,还具备Modbus协议外部通讯接口,实现各通讯模块组网和数据交换,实现直流配电系统组网监测。

10. 根据权利要求2所述的多电能变换的船舶直流配电系统,其特征在于:根据具体配电柜内部所需器件的种类和数量,直流配电系统中所需配电柜采用分层布局或抽屉式布局的结构设计。

## 一种多电能变换的船舶直流配电系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及船舶电力系统领域,具体涉及一种用于船舶直流电能传输、分配、变换和控制的配电系统。

### 背景技术

[0002] 目前船舶配电系统主要是交流配电系统,发电机发出的电能通过变压器转换为不同电制电能,分别由各交流配电板和馈电电缆给一般负载或电机供电。交流配电系统馈电电缆穿插较多,布置困难,还要考虑频率、相位和功率因数等,控制复杂。

[0003] 近年来,直流配电系统研究日益受到关注,发电机发出电能由直流配电母线传输和分配,各用电区域或负载设备直接取电,直流配电系统相对于交流配电系统,具有节约空间和控制方便的优势。船舶负载设备种类较多,具有各种交、直流电压等级,为了满足各种电制负载供电需要,直流配电系统还要配备电能变换设备,配电系统配电柜与电能变换设备独立分离,也存在占用空间大、电缆穿插多等问题。

### 发明内容

[0004] 针对现有技术存在的不足,本发明要解决的技术问题在于提供一种多电能变换的船舶直流配电系统,该系统采用直流主母线传输和分配电能,由多电能变换配电单元集成不同电制的电能变换和配电功能,直接向区域内负载供电。该系统采用了紧凑性功能和结构设计,具备在线绝缘监测和多重配电保护功能,能够为船舶电力提供高密度、安全和可靠配电。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明采用以下技术方案:

一种多电能变换的船舶直流配电系统,包括至少两组冗余的直流配电子系统以及重要负载配电柜,供电取自直流发电机或后备蓄电池;所述每组直流配电子系统包含直流主配电柜和多电能变换配电单元,直流主配电柜通过多电能变换配电单元对不同电制负载供电;所述重要负载配电柜在各直流配电子系统之间自动切换,对重要负载进行不间断供电。

[0006] 多电能变换配电单元包括逆变电源柜、整流电源柜和变频器控制柜;逆变电源柜、整流电源柜和变频器控制柜分别连接到直流主配电柜,布置在所需电制的负载配电区域,且均集成电能变换、配电和故障保护功能。

[0007] 直流主配电柜进线端、直流主配电柜馈线推进电机负载端、直流主配电柜变频器控制柜负载端均设置有大电流熔断器;发生故障时,直流主配电柜馈线推进电机负载端、直流主配电柜变频器控制柜负载端设置的大电流熔断器先于在直流主配电柜进线端设置的大电流熔断器熔断;在直流主配电柜整流电源柜负载端、直流主配电柜逆变电源柜负载端还分别设置有一断路器。

[0008] 逆变电源柜包括连接到直流主配电柜的逆变电源以及与逆变电源输出端连接的交流配电回路;在逆变电源输入端以及交流配电回路分别设置断路器;交流配电回路采用上下两级断路器,上一级断路器采用三段式保护特性断路器,为下一级断路器提供选择式

配电保护。

[0009] 整流电源柜包括连接到直流主配电柜的整流电源以及与整流电源输出端连接的低电压直流配电回路,连接在低电压直流配电回路上的蓄电池组;在整流电源输入端以及低电压直流配电回路分别设置断路器;低电压直流配电回路采用上下两级断路器,上一级断路器采用三段式保护特性断路器,为下一级断路器提供选择式配电保护。

[0010] 变频器控制柜包括连接到直流主配电柜的直流主配电回路以及连接在直流主配电回路上的多组变频器单元,每组变频器单元对相应区域电机组进行变频控制;在直流主配电回路上各变频器单元输入端分别设置有断路器。

[0011] 各变频器单元采用液冷散热,由冷却装置提供液冷源;直流主配电回路提供的直流电通过一变频器单元逆变及一正弦滤波器滤波后为所述冷却装置提供所需交流电源。

[0012] 上述多电能变换的船舶直流配电系统,还包括在线绝缘监测子系统,所述在线绝缘监测子系统采用多主机低频小幅信号注入和绝缘监测组网技术,对直流主配电柜、变频器控制柜、逆变电源柜、整流电源柜以及重要负载配电柜中配电回路进行绝缘检测。

[0013] 在线绝缘监测子系统包括对直流主配电柜、重要负载配电柜和变频器控制柜配电回路分别进行绝缘监测的绝缘监测系统I,对逆变电源柜中配电回路进行绝缘监测的绝缘监测系统II以及对整流电源柜中配电回路进行绝缘监测的绝缘监测系统III;绝缘监测系统I包括:(1)主机模块I,定位模块I,通讯模块I,以及与定位模块I连接、设置在直流主配电柜中直流配电回路上的电流互感器I;(2)定位模块II,以及与定位模块II连接、设置在重要负载配电柜中直流配电回路上的电流互感器II;(3)定位模块III,以及与定位模块III连接、设置在变频器控制柜中与直流主配电柜连接的直流主配电回路上的电流互感器III;所述定位模块I、定位模块II、定位模块III分别通过通讯模块I连接到主机模块IM1;绝缘监测系统II包括主机模块IV,定位模块IV,通讯模块IV,以及设置在逆变电源柜中交流配电回路上、且与定位模块IV连接的电流互感器IV;所述定位模块IV通过通讯模块IV连接到主机模块IV;绝缘监测系统III包括主机模块V,定位模块V,通讯模块V,以及设置在整流电源柜中直流配电回路上、且与定位模块V连接的电流互感器V;所述定位模块V通过通讯模块V连接到主机模块V;主机模块I注入低频小幅交流信号到直流主配电柜进线端,如果某个配电回路出现绝缘电阻降低或接地故障,定位模块I通过电流互感器I监测到主机模块I注入的低频小幅交流信号,并识别出故障回路及绝缘电阻值;定位模块II、定位模块III通过电流互感器II、电流互感器III也能监测到主机模块I注入的低频小幅交流信号;定位模块I、定位模块II、定位模块III监测到的绝缘检测信息通过通讯模块I内部总线分别传输到主机模块I,还能通过通讯模块I与上位机交换绝缘监测数据;主机模块IV在逆变电源柜中交流配电母线进线端注入低频小幅信号,主机模块V在整流电源柜中直流配电母线进线端注入低频小幅信号,定位模块IV通过电流互感器IV监测交流配电回路绝缘故障,定位模块V通过电流互感器V监测低电压直流配电回路绝缘故障,定位模块IV、定位模块V对应通过通讯模块IV、通讯模块V内部总线将绝缘检测信息传输到主机模块IV、主机模块V;通讯模块I、通讯模块IV、通讯模块V除通过内部总线接口传输绝缘检测信息外,还具备Modbus协议外部通讯接口,实现各通讯模块组网和数据交换,实现直流配电系统组网监测。

[0014] 根据具体配电柜内部所需器件的种类和数量,直流配电系统中所需配电柜采用分层布局或抽屉式布局的结构设计。

[0015] 本发明的有益效果:(1)多电能变换配电单元集成逆变、整流、配电和控制功能,满足了不同电制的区域负载供电及操控需要,直流配电系统统一采用一种直流电制传输和分配电能,减少了配电柜之间供电联系,各配电柜供电独立,简化了配电网络;(2)直流配电系统采用低频小幅信号注入和绝缘监测组网技术,不仅满足了系统直流配电回路绝缘监测,而且保证了多电能变换单元配电回路的绝缘检测,实现了整个系统配电回路在线绝缘监测,有利于配电系统安全可靠运行;(3)配电柜在结构上采用分层布局和抽屉设计,方便在较少的空间布局较多的器件,功能集成度高,占用空间少,便于操控。

## 附图说明

[0016] 图1为本发明的直流配电系统组成图。

[0017] 图2为图1中多电能变换配电单元组成图。

[0018] 图3为本发明的在线绝缘监测子系统原理图。

[0019] 图4为本发明采用多层布局的直流主配电柜结构图;其中,图4(a)为直流主配电柜第一层布局图,图4(b)为直流主配电柜第二层内门外侧布局图,图4(c)为直流主配电柜第二层上内门内侧布局图,图4(d)直流主配电柜第二层下内门内侧布局图,图4(e)为直流主配电柜第三层面板布局图。

[0020] 图5为本发明采用抽屉式布局的逆变电源柜结构图;图5(a)为逆变电源柜主视图,图5(b)为逆变电源柜抽屉俯视图之一,图5(c)为逆变电源柜抽屉俯视图之二,图5(d)为逆变电源柜抽屉俯视图之三,图5(e)为逆变电源柜抽屉俯视图之四。

## 具体实施方式

[0021] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明。

[0022] 参见图1,本发明提供一种多电能变换的船舶直流配电系统,该系统由至少两组冗余的直流配电子系统以及重要负载配电柜组成,供电取自直流发电机或后备蓄电池。每组直流配电子系统,包含主直流配电柜和多电能变换配电单元。直流主配电柜通过多电能变换配电单元对泵、风机、压缩机、阀门和加热器等不同电制负载供电及控制。重要负载配电柜由自动转换开关和配电保护器件组成,在各直流配电子系统之间自动切换,对重要负载进行不间断供电。

[0023] 上述直流主配电柜采用主母排为不同电制负载、推进电机、重要负载等馈送直流电能,并在各馈电回路配置保护断路器,过流或短路条件下自动脱扣隔离故障。多电能变换配电单元,包括逆变电源柜、整流电源柜和变频器控制柜,分别连接到主直流配电柜主母排,布置在所需电制的负载配电区域,且均集成电能变换、配电和故障保护功能。

[0024] 上述多电能变换配电单元中,逆变电源柜逆变电源柜包括连接到直流主配电柜的逆变电源以及与逆变电源输出端连接的交流配电回路;在逆变电源输入端以及交流配电回路分别设置断路器;交流配电回路采用上下两级断路器实现选择性配电保护。整流电源柜包含连接到直流主配电柜的整流电源以及与整流电源输出端连接的低电压直流配电回路,连接在低电压直流配电回路上的蓄电池组;在整流电源输入端以及低电压直流配电回路分别设置断路器;低电压直流配电回路采用上下两级断路器实现选择性配电保护;整流电源采用整流和充电功能一体化设计,不仅为区域负载提供相应电制直流电,还负责给蓄电池

充电,以便给区域内关键负载提供后备电力。变频器控制柜包含连接到直流主配电柜的直流主配电回路、连接在直流主配电回路上的多组变频器单元(变频器单元的数量可以根据需要而定,可以是1组、2组或者2组以上)、以及设置在直流主配电回路上各变频器单元输入端的断路器;变频器控制柜为系列交流泵和风机负载供电与调速控制,变频器裁剪了前馈整流单元,由多组逆变单元共直流母线供电,安装灵活,节省空间。多电能变换单元不仅提供了直流主母线到多种不同交、直流电制的电能变换,而且,集成了区域负载的配电及控制功能。

[0025] 本发明以两组直流配电子系统为例进行说明。参见图1和图2,直流配电系统包含A、B两组直流配电子系统,两组直流配电子系统功能结构相同,互为冗余,通过自动切换开关CB1和CB2给重要负载配电柜供电。以A组直流配电子系统为例,直流配电子系统包含直流主配电柜和多电能变换配电单元,其中多电能变换配电单元由逆变电源柜、整流电源柜、变频器控制柜组成。

[0026] 直流主配电柜负责接收船舶发电机组及蓄电池后备电源供电,并由直流主母线给各配电负载传输电能,直流主配电柜供电进线及馈电负载电流较大,选用大电流熔断器替代框架式断路器,节约了配电柜布局空间,同时,保证了多级协调过载和短路配电保护。考虑到发电机和蓄电池供电端配备断路器Q1和Q2,直流主配电柜进线端选用大电流熔断器FU1和FU2,作为短路条件下后备保护,过载和短路条件下,允许断路器Q1和Q2先动作。直流主配电柜馈线推进电机负载端、直流主配电柜变频器控制柜负载端选用了大电流熔断器FU3和FU4,与上一级熔断器FU1和FU2形成多级配合保护,FU3和FU4熔断前焦耳热量应小于FU1和FU2熔断总焦耳热量,或者额定电流满足小于FU1和FU2额定电流等级2级,保证发生故障时,下一级熔断器先熔断。另外,熔断器FU4与下一级推进电机负载断路器Q5也形成多级保护,熔断器时间电流曲线在断路器脱扣保护曲线上方,熔断器FU4实现后备式过载和短路保护。同样,图2中熔断器FU3作为下一级变频器控制柜断路器QF30、QF31和QF32等后备式保护,变频器负载过载或短路时,相应断路器脱扣保护。在直流主配电柜整流电源柜负载端、直流主配电柜逆变电源柜负载端还分别设置有一断路器QF1、QF2。

[0027] 图2中,逆变电源柜、整流电源柜和变频器控制柜等电能变换单元主要电路由输入开关电路、滤波电路、IGBT主回路、隔离变压器及控制电路等组成,除IGBT器件本身具备过流、过温、短路及欠压等多种保护以外,输入开关电路还设计电压比较电路,对输入过、欠压进行检测保护,输入断路器提供电源过流和短路保护。逆变电源柜和整流电源柜的配电回路均采用上下两级断路器,上一级断路器采用三段式保护特性断路器,为下一级断路器提供选择式配电保护。

[0028] 其中,逆变电源柜包含连接到直流主配电柜的逆变电源,以及与逆变电源输出端连接的交流配电回路,逆变电源通过交流配电回路为区域负载组提供所需交流电制配电,交流配电回路的上级断路器QF12为下一级断路器QF13、QF14、……提供选择式配电保护。整流电源柜包含连接到直流主配电柜的整流电源、与整流电源输出端连接的低电压直流配电回路,以及连接在低电压直流配电回路上的蓄电池组;整流电源U2具备整流和充电功能,不仅为区域负载提供较低电压等级的直流供电,还能为后备蓄电池组充电;低电压直流配电回路由设置在蓄电池输出端的断路器QF22,设置在整流电源输出端的断路器QF23,设置在区域负载端的断路器QF24、QF25、……,以及直流配电母线DC构成。设置在蓄电池输出端的

断路器QF22以及设置在整流电源输出端的断路器QF23为低电压直流配电回路的上级断路器,区域负载端断路器QF24、QF25、……为低电压直流配电回路的下级断路器,同样上级断路器QF22、QF23为下一级断路器QF24、QF25、……提供选择性配电保护。变频器控制柜包含连接到直流主配电柜的直流主配电回路,以及连接在直流主配电回路上的多组变频器单元U30、U31、U32、……;每组变频器单元对相应区域电机组进行变频控制。

[0029] 针对多组大功率变频器的控制柜,各变频器单元采用液冷散热,即变频器采用液冷变频器,体积更小,由冷却装置提供液冷源,直流主配电回路提供的直流电通过变频器单元U30逆变及正弦滤波器滤波后为该冷却装置提供所需交流电源。相对风冷变频器,液冷变频器采用冷却管路热交换,减少了散热风道和风机,散热效率更高,结构更紧凑。

[0030] 本系统中逆变电源柜也可以进一步是单相逆变电源柜、三相逆变电源柜、以及其他电压和频率规格的逆变电源柜。

[0031] 本发明的配电系统还包括在线绝缘监测子系统,所述在线绝缘监测子系统采用多主机低频小幅信号注入和绝缘监测组网技术,不仅能对系统直流主配电回路进行绝缘监测,还能完成多电能变换配电单元中逆变电源柜、整流电源柜和变频器控制柜的不同电制配电回路以及重要负载配电回路的绝缘监测。在线绝缘监测由主机模块注入低频小幅信号,定位模块通过互感器线圈测量回路绝缘电阻值,以定位识别故障回路。首先,第1组绝缘监测主机、通讯模块与多组定位模块采用内部总线连接,可以扩展定位较多回路,实现监测直流主配电柜、变频器控制柜和重要负载配电柜等直流主配电回路。对于逆变和整流等电能变换配电回路,变换电路内部器件及变压器会隔断第1组注入信号,系统采用另外两组主机模块注入信号,实现了该区域交、直流配电绝缘监测。每个主机模块的通讯模块负责管理配电子网内部总线上的绝缘故障信息,同时,通讯模块还支持Modbus协议的外部公共通讯接口,实现配电系统多主机多通讯模块组网。

[0032] 参见图3,在线绝缘监测子系统包括对直流主配电柜、重要负载配电柜和变频器控制柜配电回路进行绝缘监测的绝缘监测系统I,对逆变电源柜中配电回路进行绝缘监测的绝缘监测系统II以及对整流电源柜中配电回路进行绝缘监测的绝缘监测系统III。绝缘监测系统I包括:(1)主机模块IM1,定位模块IL1,通讯模块IC1,以及与定位模块IL1连接、设置在直流主配电柜中直流配电回路上的电流互感器Ir11、r12、……;(2)定位模块II L5,以及与定位模块II L5连接、设置在重要负载配电柜中直流配电回路上的电流互感器II r51、r52、……;(3)定位模块III L4,以及与定位模块III L4连接、设置在变频器控制柜中与直流主配电柜连接的直流主配电回路上的电流互感器III r41、r42、……;定位模块IL1、定位模块II L5、定位模块III L4分别通过通讯模块IC1连接到主机模块IM1。绝缘监测系统II包括主机模块IVM2,定位模块IVL2,通讯模块IVC2,以及设置在逆变电源柜中交流配电回路上、且与定位模块IVL2连接的电流互感器IV r21、r22、……;定位模块IVL2通过通讯模块IVC2连接到主机模块IVM2。绝缘监测系统III包括主机模块VM3,定位模块VL3,通讯模块VC3,以及设置在整流电源柜中直流配电回路上、且与定位模块VL3连接的电流互感器V r31、r32、……;定位模块VL3通过通讯模块VC3连接到主机模块VM3。

[0033] 主机模块IM1注入低频小幅交流信号到直流主配电柜进线端,如果某个配电回路出现绝缘电阻降低或接地故障,定位模块IL1通过电流互感器I监测到主机模块IM1注入的低频小幅交流信号,并识别出故障回路及绝缘电阻值;定位模块II L5、定位模块III L4通过电

流互感器Ⅱ、电流互感器Ⅲ也能监测到主机模块IM1注入的低频小幅交流信号；定位模块ⅠL1、定位模块ⅡL5、定位模块ⅢL4监测到的绝缘检测信息通过通讯模块IC1内部总线分别传输到主机模块IM1，还能通过通讯模块IC1与上位机交换绝缘监测数据；主机模块IVM2在逆变电源柜中交流配电母线进线端注入低频小幅信号，主机模块VM3在整流电源柜中直流配电母线进线端注入低频小幅信号，定位模块IVL2通过电流互感器IV监测交流配电回路绝缘故障，定位模块VL3通过电流互感器V监测低电压直流配电回路绝缘故障，定位模块IVL2、定位模块VL3对应通过通讯模块IVC2、通讯模块VC3内部总线将绝缘检测信息传输到主机模块IVM2、主机模块VM3；通讯模块IC1、通讯模块IVC2、通讯模块VC3除通过内部总线接口传输绝缘检测信息外，还具备Modbus协议外部通讯接口，实现各通讯模块组网的数据交换，实现直流配电系统组网监测。

[0034] 根据具体配电柜内部所需器件的种类和数量，直流配电系统中所需配电柜采用分层布局或抽屉式布局的结构设计：

考虑到系统中各机柜的配电回路多，装配器件多，直流主配电柜采用分层布局的紧凑型结构设计。主配电柜配电回路较多，电流较大，均采用体积较大的塑壳断路器和接触器等开关器件，主母线采用双层叠加铜排设计，增加了截面积，提高了载流量。参见图4，直流主配电柜第一层是配电柜最内层，安装母排1、开关安装板2和塑壳断路器3，均是体积较大及操作较少的器件，第二层为可开启活动内门，内门外侧5布局体积较小的微型断路器4和接触器6，下内门内侧7布局有继电器8等二次回路元件，第三层为配电柜面板11，包含指示仪表9和按钮10等。配电柜分层结构设计，节约了布局空间，缩小了配电柜体积。

[0035] 逆变电源柜等机柜配电回路多，电流较小，主要是微型断路器、接触器和热继电器等体积较小的器件，结构上采用了抽屉式结构布局，器件分区域布置，方便操控，节省空间。参见图5所示的逆变电源柜，图5(a)所示的柜体左边下侧固定逆变电源12，逆变器直接安装在底部加强板上，逆变电源12上侧固定元件板13，分别安装断路器14、继电器15、互感器16等元件。柜体右侧均放置4个大小相同的抽屉18、19、20、21，抽屉放置在左右两侧的导轨上，抽屉面板上固定断路器17。图5(b)所示的抽屉内部放置接触器22，图5(c)所示的抽屉内部放置互感器23和继电器24，抽屉背部安装连接器插件和定位销，保证抽屉与柜体电气连接及机械定位。配电柜抽屉式设计，器件分区域布置，节省空间，操控方便。

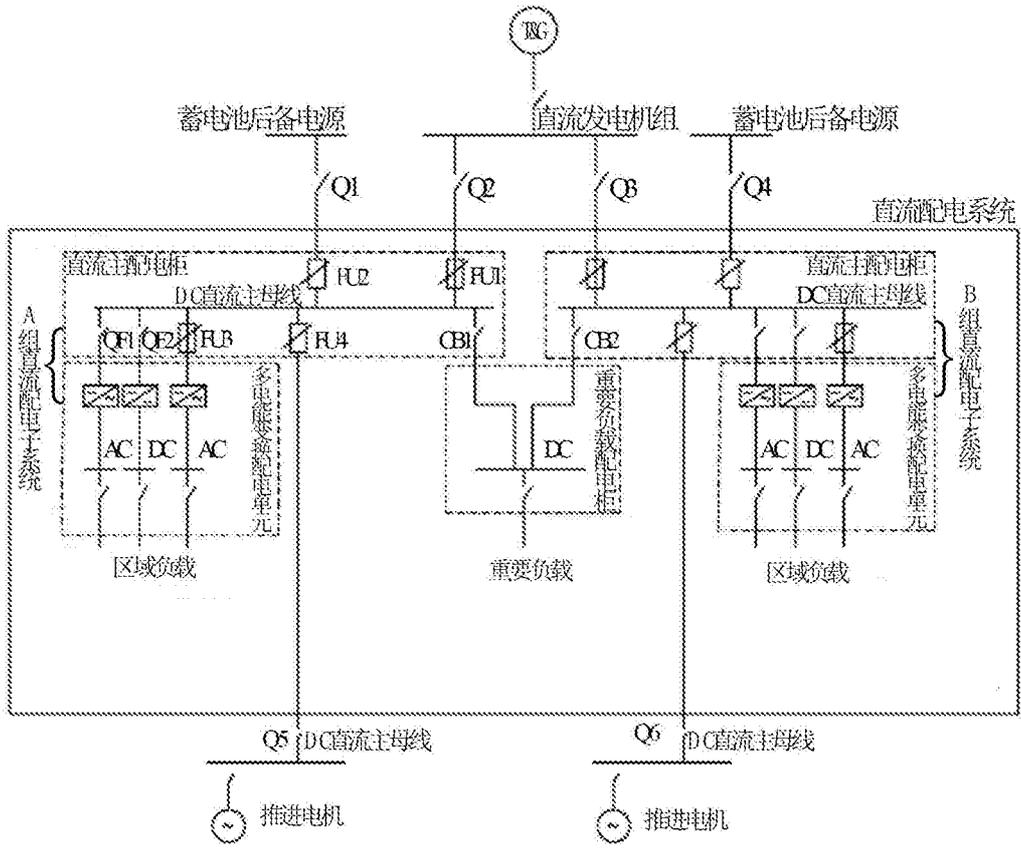


图1

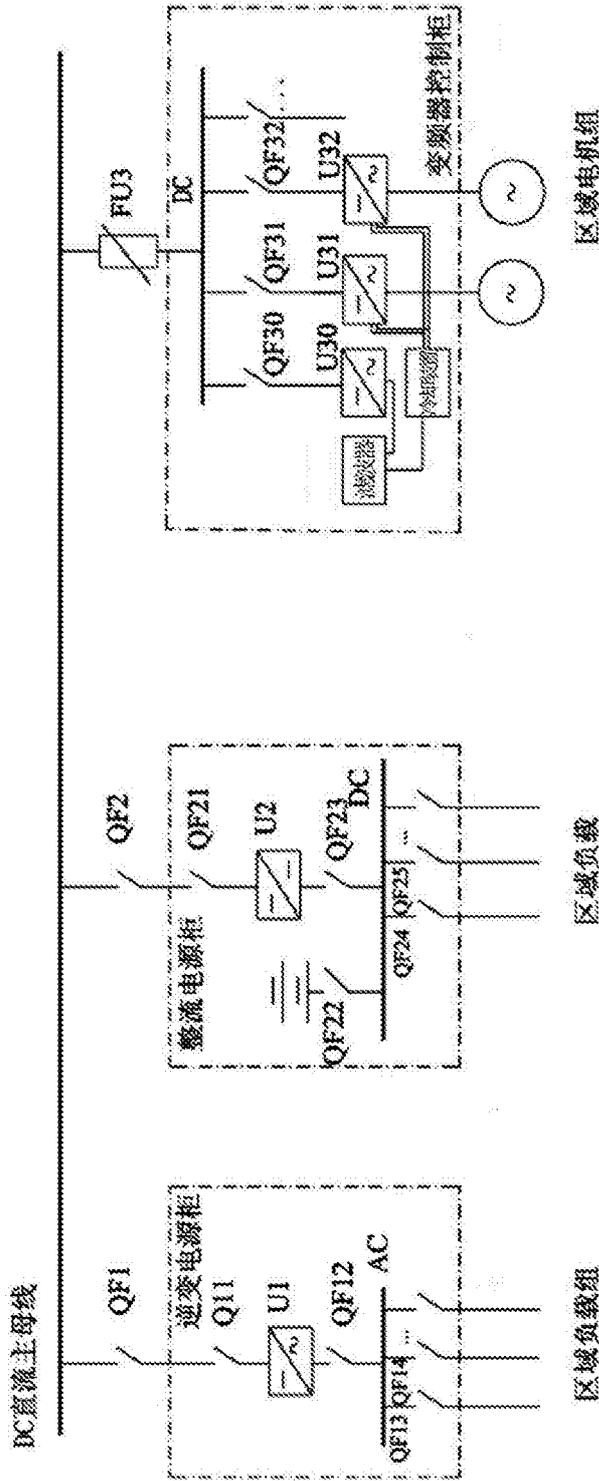


图2

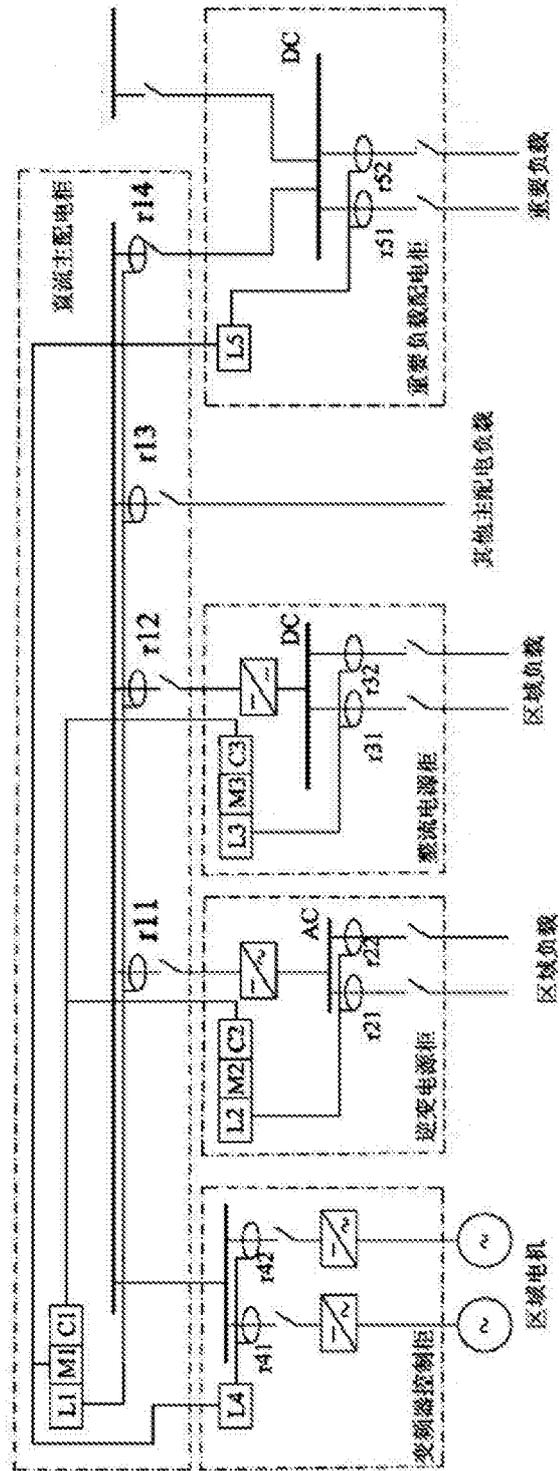


图3

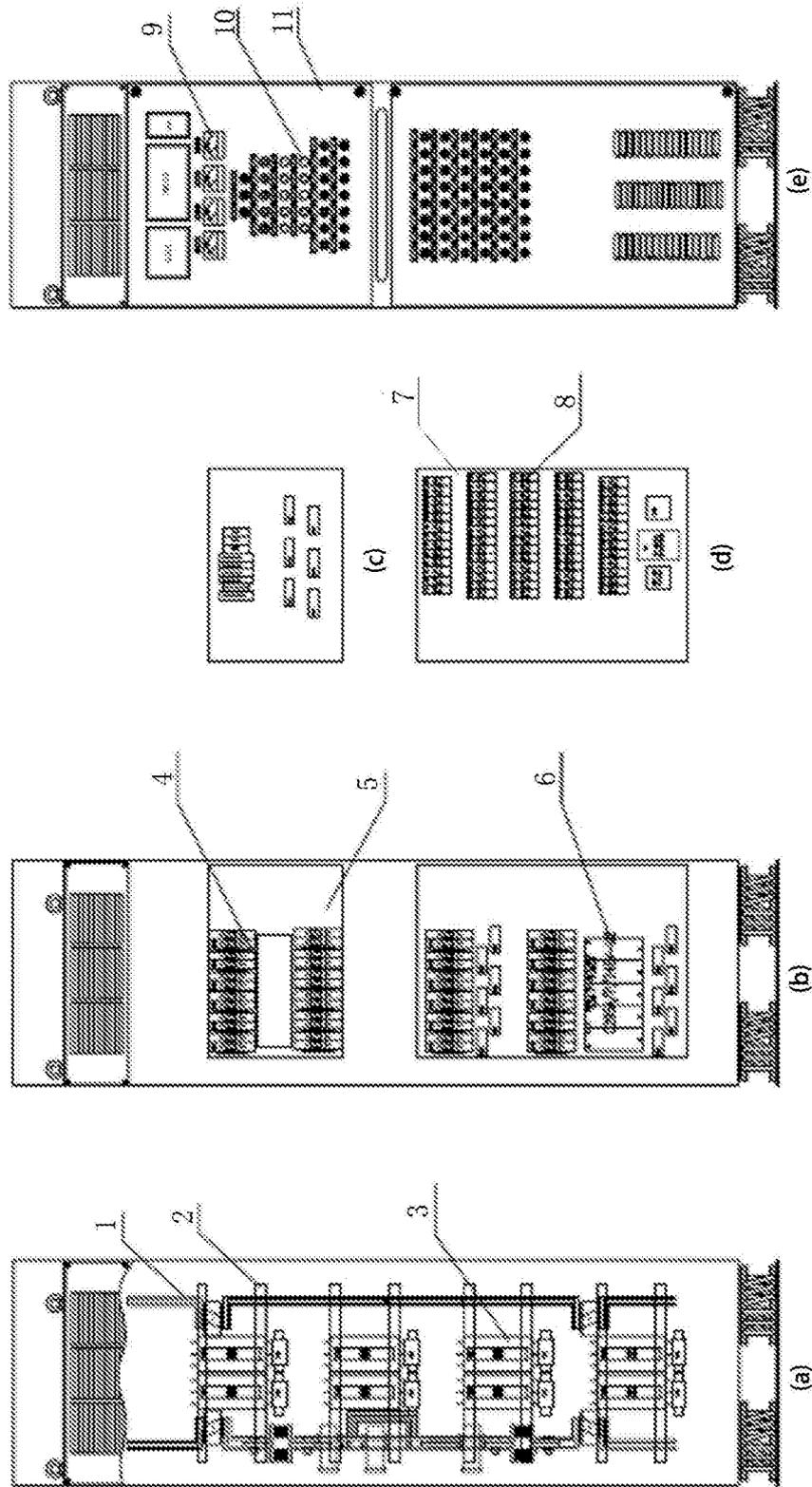


图4

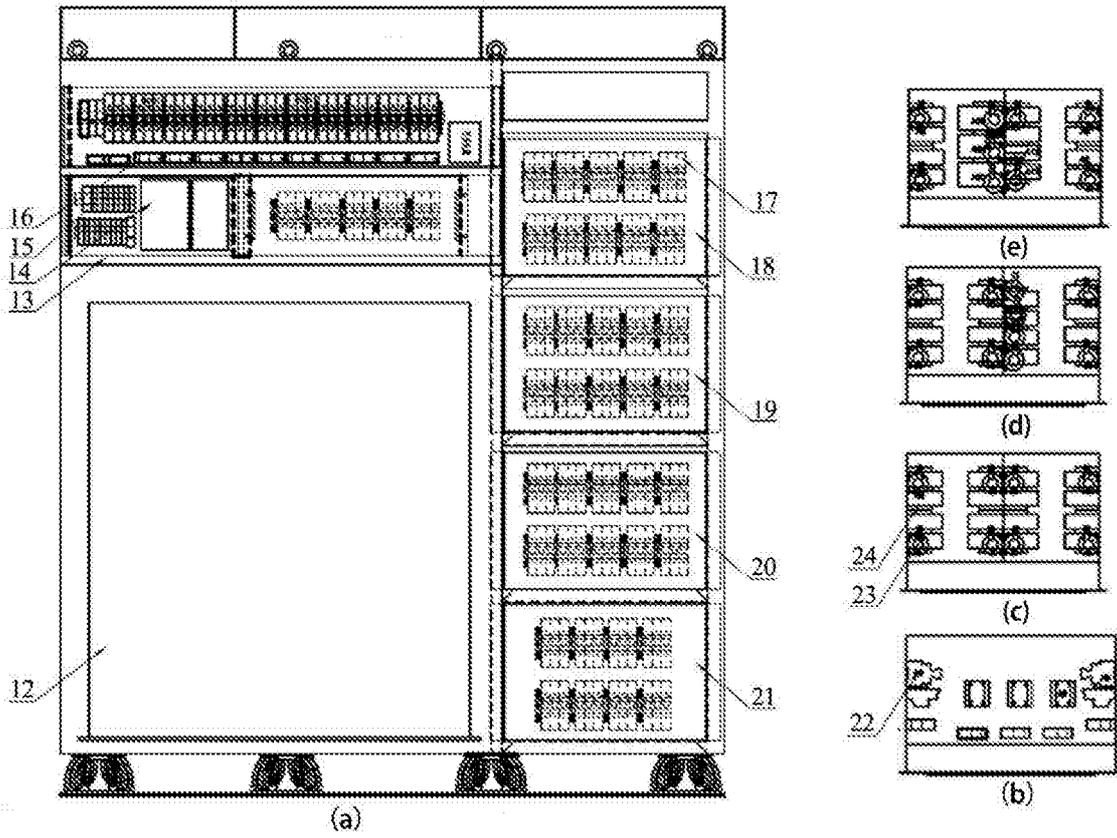


图5