(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 113726203 A
(43)申请公布日 2021.11.30

(21)申请号 202010438832.7

(22)申请日 2020.05.22

(71)申请人 株洲中车时代电气股份有限公司
地址 412001 湖南省株洲市石峰区时代路169号

(72)发明人 张祥 王雄 龙致远 李滔 宋乾儒 吴雪峰 孙胜苗

(74)专利代理机构 北京聿华联合知识产权代理有限公司 11611
代理人 张文娟

(51)Int.Cl.
H02M 7/48(2007.01)
H02M 7/5387(2007.01)
H02J 3/38(2006.01)
H05K 7/20(2006.01)

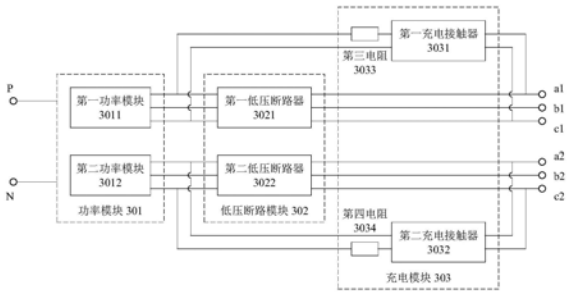
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

简统化变流器电路及变流器装置

(57)摘要

本发明提供一种简统化变流器电路，其包含：功率模块，其输入端通过直流开关柜连接外部的直流牵引网，用于将直流电源经变压变频逆变得到三相交流电源，包含具备相同电路结构的第一功率模块以及第二功率模块，其中，功率模块兼容多种直流电压等级；低压断路模块，其第一端与功率模块连接，第二端与外部的变压器阀侧绕组连接，包含分别与第一功率模块以及第二功率模块连接的第一低压断路器以及第二低压断路器；充电模块，其与功率模块以及低压断路模块连接，包含分别与第一功率模块以及第二功率模块连接的第一充电接触器以及第二充电接触器、第三电阻以及第四电阻。本发明最少同时兼容两种电压制式，对接不同功率等级需求，提升变流器生命周期效率。



CN 113726203 A

1.一种简统化变流器电路,其特征在于,所述简统化变流器电路包含:

功率模块,其输入端通过直流开关柜连接外部的直流牵引网,用于将直流电源经变压变频逆变得到三相交流电源,包含具备相同电路结构的第一功率模块以及第二功率模块,其中,所述功率模块兼容多种直流电压等级;

低压断路模块,其第一端与所述功率模块连接,第二端与外部的变压器阀侧绕组连接,包含分别与所述第一功率模块以及所述第二功率模块连接的第一低压断路器以及第二低压断路器;

充电模块,其与所述功率模块以及所述低压断路模块连接,包含分别与所述第一功率模块以及所述第二功率模块连接的第一充电接触器以及第二充电接触器、第三电阻以及第四电阻。

2.如权利要求1所述的简统化变流器电路,其特征在于,在第一直流电压等级下,所述第一功率模块以及所述第二功率模块的直流输入端并联连接,在第二直流电压等级下,所述第一功率模块以及所述第二功率模块的直流输入端串联连接。

3.如权利要求1所述的简统化变流器电路,其特征在于,所述第一功率模块以及所述第二功率模块均包含六个功率器件。

4.如权利要求1所述的简统化变流器电路,其特征在于,所述功率模块包含:第一直流电流传感器以及第二直流电流传感器,所述第一功率模块以及所述第二功率模块的直流输入端母排穿过所述第一直流电流传感器以及所述第二直流电流传感器。

5.如权利要求1所述的简统化变流器电路,其特征在于,所述功率模块包含:第一直流电压传感器以及第二直流电压传感器,分别并联在所述第一功率模块以及所述第二功率模块的直流输入端。

6.如权利要求1所述的简统化变流器电路,其特征在于,所述功率模块包含:第一交流电流传感器至第六交流电流传感器,所述第一功率模块以及所述第二功率模块的三相交流输出端母排穿过所述第一交流电流传感器至所述第六交流电流传感器。

7.如权利要求1所述的简统化变流器电路,其特征在于,所述功率模块包含:

第一电阻以及第二电阻,分别并联在所述第一功率模块以及所述第二功率模块的直流输入端。

8.如权利要求1所述的简统化变流器电路,其特征在于,所述功率模块包含:

第一电容以及第二电容,分别并联在所述第一功率模块以及所述第二功率模块的直流输入端。

9.一种简统化变流器装置,其特征在于,所述简统化变流器装置包含:主柜二次布线板、如权利要求1-8中任一项所述的简统化变流器电路、风机、风道盖板、并联母排正、并联母排负、直流输出排正、串联母排以及直流输出排负。

10.如权利要求9所述的简统化变流器装置,其特征在于,

在所述第一直流电压等级下,所述直流输出排正与所述简统化变流器电路的直流输入端正极连接,所述直流输出排正与所述并联母排正连接,所述直流输出排负与所述简统化变流器电路的直流输入端负极连接,所述直流输出排负与所述并联母排负连接;

在第二直流电压等级下,拆除所述并联母排正以及所述直流输出排负,将所述串联母排的两端分别与所述第一功率模块的直流输入端负极以及所述第二功率模块的直流输入

端正极连接。

简统化变流器电路及变流器装置

技术领域

[0001] 本发明涉及变流器技术领域，具体地说，涉及一种简统化变流器电路及变流器装置。

背景技术

[0002] 变流器多采用功率开关器件，如绝缘栅双极型晶体管(Insulate Gate Bipolar Transistor，IGBT)，来实现交直流能量的变换。不同的地铁，城轨线路，往往需求的电压，功率等级都可能不一样。现有技术中，电压等级不同时，变流器需要重新进行设计。

[0003] 具体来说，当要求功率相差不大的情况下采用多个同样变流器并联输出会造成浪费；因此，需求的多样性，往往需要重新设计不同电压、功率等级的变流器，研发周期长，影响产品全生命周期效率，且不利于产品的平台化统型。现有技术的现状急需一种可应对不同供电电压等级，不同功率等级的变流器。

[0004] 因此，本发明提供了一种简统化变流器电路及变流器装置。

发明内容

[0005] 为解决上述问题，本发明提供了一种简统化变流器电路，所述简统化变流器电路包含：

[0006] 功率模块，其输入端通过直流开关柜连接外部的直流牵引网，用于将直流电源经变压变频逆变得到三相交流电源，包含具备相同电路结构的第一功率模块以及第二功率模块，其中，所述功率模块兼容多种直流电压等级；

[0007] 低压断路模块，其第一端与所述功率模块连接，第二端与外部的变压器阀侧绕组连接，包含分别与所述第一功率模块以及所述第二功率模块连接的第一低压断路器以及第二低压断路器；

[0008] 充电模块，其与所述功率模块以及所述低压断路模块连接，包含分别与所述第一功率模块以及所述第二功率模块连接的第一充电接触器以及第二充电接触器、第三电阻以及第四电阻。

[0009] 根据本发明的一个实施例，在第一直流电压等级下，所述第一功率模块以及所述第二功率模块的直流输入端并联连接，在第二直流电压等级下，所述第一功率模块以及所述第二功率模块的直流输入端串联连接。

[0010] 根据本发明的一个实施例，所述第一功率模块以及所述第二功率模块均包含六个功率器件。

[0011] 根据本发明的一个实施例，所述功率模块包含：第一直流电流传感器以及第二直流电流传感器，所述第一功率模块以及所述第二功率模块的直流输入端母排穿过所述第一直流电流传感器以及所述第二直流电流传感器。

[0012] 根据本发明的一个实施例，所述功率模块包含：第一直流电压传感器以及第二直流电压传感器，分别并联在所述第一功率模块以及所述第二功率模块的直流输入端。

[0013] 根据本发明的一个实施例，所述功率模块包含：第一交流电流传感器至第六交流电流传感器，所述第一功率模块以及所述第二功率模块的三相交流输出端母排穿过所述第一交流电流传感器至所述第六交流电流传感器。

[0014] 根据本发明的一个实施例，所述功率模块包含：

[0015] 第一电阻以及第二电阻，分别并联在所述第一功率模块以及所述第二功率模块的直流输入端；

[0016] 根据本发明的一个实施例，所述功率模块包含：

[0017] 第一电容以及第二电容，分别并联在所述第一功率模块以及所述第二功率模块的直流输入端。

[0018] 根据本发明的另一个方面，还提供了一种简统化变流器装置，所述简统化变流器装置包含：主柜二次布线板、如权利要求1-8中任一项所述的简统化变流器电路、风机、风道盖板、并联母排正、并联母排负、直流输出排正、串联母排以及直流输出排负。

[0019] 根据本发明的一个实施例，在所述第一直流电压等级下，所述直流输出排正与所述简统化变流器电路的直流输入端正极连接，所述直流输出排正与所述并联母排正连接，所述直流输出排负与所述简统化变流器电路的直流输入端负极连接，所述直流输出排负与所述并联母排负连接；

[0020] 在第二直流电压等级下，拆除所述并联母排正以及所述直流输出排负，将所述串联母排的两端分别与所述第一功率模块的直流输入端负极以及所述第二功率模块的直流输入端正极连接。

[0021] 本发明提供的简统化变流器电路及变流器装置最少可以同时兼容两种供电电压制式，可以通过配置同样封装对接不同功率等级的需求，提升了变流器的生命周期效率；并且，本发明以逆变回馈方式将车辆制动能量实时的返回城市电网，即能抑制地铁直流供电网电压抬升，又不会快速提升隧道或者变电所内的环境温度，减少通风设备，减少二次耗能，并能大幅降低城轨线路建设成本，同时又可以再次利用车辆制动产生的能量。

[0022] 本发明的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述，并且，部分地从说明书中变得显而易见，或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过在说明书、权利要求书以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

附图说明

[0023] 附图用来提供对本发明的进一步理解，并且构成说明书的一部分，与本发明的实施例共同用于解释本发明，并不构成对本发明的限制。在附图中：

[0024] 图1显示了现有技术中DC750V/DC1500V电压等级下的变流器电路图；

[0025] 图2显示了现有技术中DC750V以及DC1500V电压等级下变流器装置的正面布局图；

[0026] 图3显示了根据本发明的一个实施例的简统化变流器电路结构框图；

[0027] 图4显示了根据本发明的一个实施例的简统化变流器电路的DC750V电压等级电路图；

[0028] 图5显示了根据本发明的一个实施例的简统化变流器电路的DC1500V电压等级电路图；

[0029] 图6显示了根据本发明的一个实施例的简统化变流器装置正面布局图；

[0030] 图7显示了根据本发明的一个实施例的简统化变流器装置背面布局图；

[0031] 图8显示了根据本发明的一个实施例的简统化变流器装置直流端并联结构示意图；以及

[0032] 图9显示了根据本发明的一个实施例的简统化变流器装置直流端串联结构示意图。

具体实施方式

[0033] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，以下结合附图对本发明实施例作进一步地详细说明。

[0034] 目前，随着轨道交通快速发展，城轨列车生产的再生制动能量从以往的电阻消耗向高效节能、具有更高经济价值的能量再利用和存储发展，绿色、高效、节能的绿色交通系统是目前发展的方向，因此，新建线路优先考虑采用再生制动回馈装置，但是我国城轨供电电压制式基本分为DC750V及DC1500V，对于变流器的设计具有局限性，不能实现一种变流器最少同时兼容两种供电电压制式，影响全生命周期效率。

[0035] 现有技术中，DC750V以及DC1500V电压等级的变流器电路图如图1所示，DC750V变流器装置正面布局图如图2左侧图所示，DC1500V变流器装置正面布局图如图2右侧图所示。虽然DC750V与DC1500V两种变流器装置在尺寸布局等方面类似，但是细节方面却相差甚远，所有一次器件基本不通用，故无法做到完全简统化设计。

[0036] 并且，现有技术中，城市轨道交通大部分普遍采用二极管整流机组供电，其存在着如下缺点：输出电压波动大、再生制动能量浪费以及环温控制系统二次耗能。

[0037] 图3显示了根据本发明的一个实施例的简统化变流器电路结构框图。

[0038] 如图3所示，简统化变流器电路包含功率模块301、低压断路模块302以及充电模块303。其中，功率模块301包含第一功率模块3011以及第二功率模块3012；低压断路模块302包含第一低压断路器3021以及第二低压断路器3022；充电模块303包含第一充电接触器3031、第二充电接触器3032、第三电阻3033以及第四电阻3034。

[0039] 具体来说，功率模块301输入端通过直流开关柜连接外部的直流牵引网(P、N)，用于将直流电源经变压变频逆变得到三相交流电源，包含具备相同电路结构的第一功率模块3011以及第二功率模块3012，其中，功率模块301兼容多种直流电压等级。

[0040] 具体来说，低压断路模块302第一端与功率模块301连接，第二端与外部的变压器阀侧绕组连接，包含分别与第一功率模块3011以及第二功率模块3012连接的第一低压断路器3021以及第二低压断路器3022。

[0041] 具体来说，充电模块303与功率模块301以及低压断路模块302连接，包含分别与第一功率模块3011以及第二功率模块3012连接的第一充电接触器3031以及第二充电接触器3032。第三电阻3033与第一充电接触器3031串联，第四电阻3034与第二充电接触器3032串联。

[0042] 在一个实施例中，在第一直流电压等级下，第一功率模块3011以及第二功率模块3012的直流输入端并联连接，在第二直流电压等级下，第一功率模块3011以及第二功率模块3012的直流输入端串联连接。

[0043] 在一个实施例中，第一功率模块3011以及第二功率模块3012均包含六个功率器

件。功率器件可以采用绝缘栅双极型晶体管(Insulate Gate Bipolar Transistor,IGBT)。

[0044] 在一个实施例中,功率模块301包含:第一直流电流传感器以及第二直流电流传感器,第一功率模块3011以及第二功率模块3012的直流输入端母排穿过第一直流电流传感器以及第二直流电流传感器。第一直流电流传感器以及第二直流传感器能够检测第一功率模块3011以及第二功率模块3012在运行时的电流值,能够用于电路监控以及电路保护。

[0045] 在一个实施例中,功率模块301包含:第一直流电压传感器以及第二直流电压传感器,分别并联在第一功率模块3011以及第二功率模块3012的直流输入端。第一直流电压传感器以及第二直流电压传感器能够检测第一功率模块3011以及第二功率模块3012在运行时的电压值,能够用于电路监控以及电路保护。

[0046] 在一个实施例中,功率模块301包含:第一交流电流传感器至第六交流电流传感器,第一功率模块3011以及第二功率模块3012的三相交流输出端母排穿过第一交流电流传感器至第六交流电流传感器。第一交流电流传感器至第六交流电流传感器能够检测第一功率模块3011以及第二功率模块3012在运行时的电流输出值,能够用于电路监控以及电路保护。

[0047] 在一个实施例中,功率模块301包含:第一电阻以及第二电阻。

[0048] 具体来说,第一电阻以及第二电阻分别并联在第一功率模块3011以及第二功率模块3012的直流输入端。

[0049] 在一个实施例中,功率模块301包含:第一电容以及第二电容。

[0050] 具体来说,第一电容以及第二电容分别并联在第一功率模块3011以及第二功率模块3012的直流输入端。

[0051] 图4显示了根据本发明的一个实施例的简统化变流器电路的DC750V电压等级电路图。图5显示了根据本发明的一个实施例的简统化变流器电路的DC1500V电压等级电路图。

[0052] 如图4所示,采用大于1500V电压等级功率器件(例如1700V电压等级的IGBT),将第一功率模块与第二功率模块(UV1与UV2)直流输入端进行并联,可应用在DC750V城轨项目中。如图5所示,同样采用大于1500V电压等级功率器件(例如1700V电压等级的IGBT),将第一功率模块与第二功率模块(UV1与UV2)直流输入端进行串联,可应用在DC1500V城轨项目中。

[0053] 需要说明的是,在一个实施例中,本申请提供的简统化变流器电路能够兼容DC750V电压等级以及DC1500V电压等级,图4与图5所示的电路图仅在连接方式上有所不同,电路中采用的器件是相同的,下面以图4为例,对电路结构进行介绍。

[0054] 如图4所示,简统化变流器电路包含功率模块、低压断路模块以及充电模块。其中,功率模块包含第一功率模块UV1以及第二功率模块UV2。第一功率模块UV1包含六个功率器件(IGBT,上下串联的两个器件合称一个IGBT),第一功率模块UV1还包含第一直流电流传感器BC-DC1、第一直流电压传感器BV1、第一交流电流传感器至第三交流电流传感器(BC-A1、BC-B1、BC-C1)、第一电容Cd1以及第一电阻R1。

[0055] 如图4,第二功率模块UV2包含六个功率器件(IGBT),第二功率模块UV2还包含第二直流电流传感器BC-DC2、第二直流电压传感器BV2、第四交流电流传感器至第六交流电流传感器(BC-A2、BC-B2、BC-C2)、第二电容Cd2以及第二电阻R2。

[0056] 如图4,低压断路模块包含第一低压断路器QF1以及第二低压断路器QF2。

[0057] 如图4，充电模块包含第一充电接触器KM1、第二充电接触器KM2、第三电阻R3以及第四电阻R4。

[0058] 直流牵引网通过直流开关柜(外部设备)接入简统化变流器电路直流侧正负极(P、N)，通过功率模块(UV1、UV2)变压变频将直流电源逆变成三相交流电源，再通过低压断路器(QF1、QF2)与变压器(外部设备)阀侧绕组相接，变压器高压绕组通过中压断路器(外部设备)与变电所中压电网相接，将城轨列车制动能量转换为电能回馈至电网中。因此，本发明可以直接应用在城轨再生制动能量回馈领域中。

[0059] 简统化变流器电路启动时，闭合充电接触器(KM1、KM2)，采用交流侧电源给功率模块(UV1、UV2)中的电容(Cd1、Cd2)充电，然后闭合低压断路器(QF1、QF2)，同时断开充电接触器(KM1、KM2)，进入正常的逆变回馈工况。

[0060] 功率模块(UV1、UV2)中集成的有直流电流传感器(BC-DC1、BC-DC2)、直流电压传感器(BV1、BV2)以及交流电流传感器(BC-A1、BC-B1、BC-C1、BC-A2、BC-B2、BC-C2)，以上传感器可以检测运行时的各种电流，电压值，为保护系统中重要的器件。以上工作机制，不仅减少了城轨列车制动时的闸瓦磨损，发热等问题，且使得整个城轨线路更加节能、环保。

[0061] 如图4以及图5所示的连接方式输出功率达到额定1.25MW，间歇2MW(30s/120s)，如有更大回馈功率需求时，可以通过更换功率模块内部功率器件IGBT型号，选择同封装更高输出电流等级的功率器件IGBT，增加变流器输出能力，以此应对不同功率等级的市场需求。

[0062] 本发明还提供了一种简统化变流器装置，包含：主柜二次布线板、简统化变流器电路、风机、风道盖板、并联母排正、并联母排负、直流输出排正、串联母排以及直流输出排负。

[0063] 在第一直流电压等级下，直流输出排正与简统化变流器电路的直流输入端正极连接，直流输出排正与并联母排正连接，直流输出排负与简统化变流器电路的直流输入端负极连接，直流输出排负与并联母排负连接。

[0064] 在第二直流电压等级下，拆除并联母排正以及直流输出排负，将串联母排的两端分别与第一功率模块的直流输入端负极以及第二功率模块的直流输入端正极连接。

[0065] 图6显示了根据本发明的一个实施例的简统化变流器装置正面布局图。图7显示了根据本发明的一个实施例的简统化变流器装置背面布局图。

[0066] 如图6以及图7所示，标号1表示主柜二次布线板、标号2表示功率模块、标号3表示低压断路模块、标号4表示充电模块、标号5表示风机、标号6表示风道盖板、标号7表示并联母排正、标号8表示并联母排负、标号9表示直流输出排正、标号10表示串联母排、标号11表示直流输出排负。

[0067] 其中，并联母排正7连接第二功率模块的直流侧正极，并联母排负8连接第一功率模块的直流侧负极；直流输出排正9连接第一功率模块的直流侧正极，直流输出排负11连接第二功率模块的直流侧负极。

[0068] 如图8所示，当直流牵引网的网压为DC750V时，直流电源通过直流开关柜(外部设备)接入简统化变流器电路，直流电源正极接入简统化变流器电路的直流输入端正极(9-直流输出排正)，直流输出排正9与并联母排正7并联；直流电源负极接入简统化变流器电路的直流输入端负极(11-直流输出排负)，直流输出排负11与并联母排负8并联。

[0069] 通过控制器(1-主柜二次布线板)开启或封锁脉冲来控制功率模块2将直流电源逆变成三相交流电源，再通过低压断路模块3与变压器(外部设备)阀侧绕组相接，变压器高压

绕组通过中压断路器(外部设备)与变电所中压电网相接,将城轨列车制动能量转换为电能回馈至电网中。

[0070] 简统化变流器装置启动时,通过充电模块4,采用交流侧电源给功率模块2中的电容(Cd1、Cd2)充电,然后闭合低压断路模块3的同时断开充电模块4中的充电接触器(KM1、KM2),进入正常的逆变回馈工况。

[0071] 功率模块2在运行过程中会产生热量,需要采用风机5及风道盖板6配合,将柜内热量排出,保证简统化变流器装置安全可靠运行。

[0072] 如图9所示,若简统化变流器装置需要应用至DC1500V直流牵引网中,只需要拆除并联母排正7和直流输出排负11,增加串联母排10,即可实现并联切换成串联电路,应用在DC1500V城轨项目中。

[0073] 综上,本发明提供的简统化变流器电路及变流器装置最少可以同时兼容两种供电电压制式,可以通过配置同样封装对接不同功率等级的需求,提升了变流器的生命周期效率;并且,本发明以逆变回馈方式将车辆制动能量实时的返回城市电网,即能抑制地铁直流供电网电压抬升,又不会快速提升隧道或者变电所内的环境温度,减少通风设备,减少二次耗能,并能大幅降低城轨线路建设成本,同时又可以再次利用车辆制动产生的能量。

[0074] 应该理解的是,本发明所公开的实施例不限于这里所公开的特定结构、处理步骤或材料,而应当延伸到相关领域的普通技术人员所理解的这些特征的等同替代。还应当理解的是,在此使用的术语仅用于描述特定实施例的目的,而并不意味着限制。

[0075] 说明书中提到的“一个实施例”或“实施例”意指结合实施例描述的特定特征、结构或特性包括在本发明的至少一个实施例中。因此,说明书通篇各个地方出现的短语“一个实施例”或“实施例”并不一定均指同一个实施例。

[0076] 虽然本发明所公开的实施方式如上,但所述的内容只是为了便于理解本发明而采用的实施方式,并非用以限定本发明。任何本发明所属技术领域内的技术人员,在不脱离本发明所公开的精神和范围的前提下,可以在实施的形式上及细节上作任何的修改与变化,但本发明的专利保护范围,仍须以所附的权利要求书所界定的范围为准。

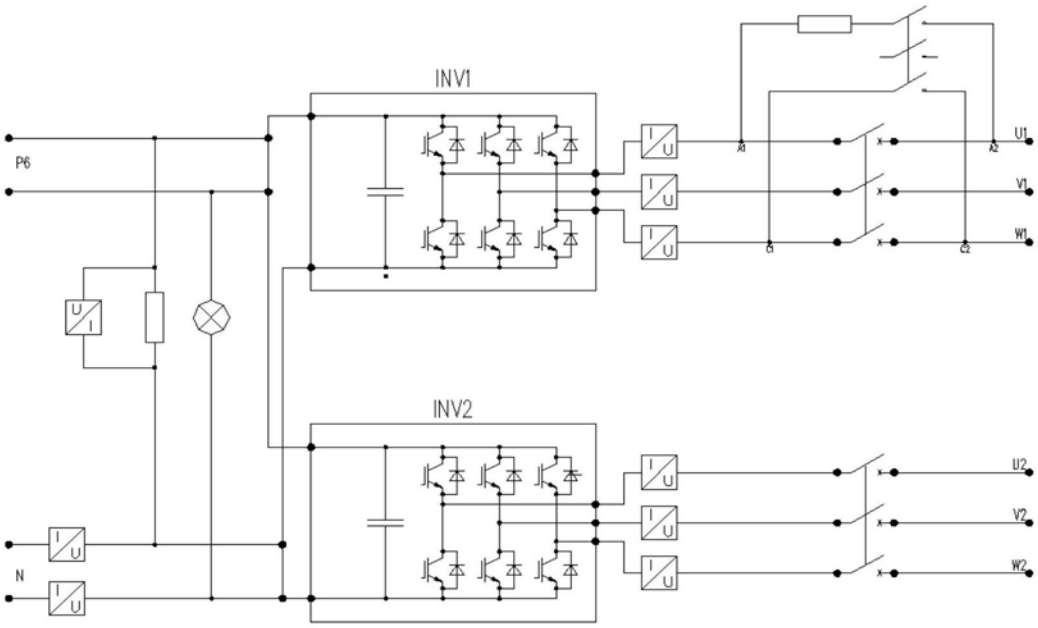


图1

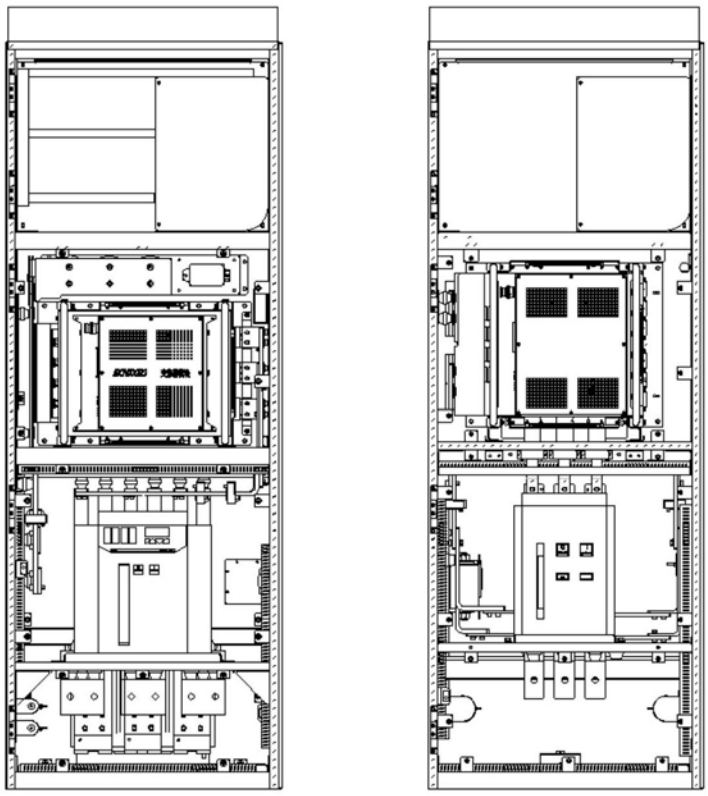


图2

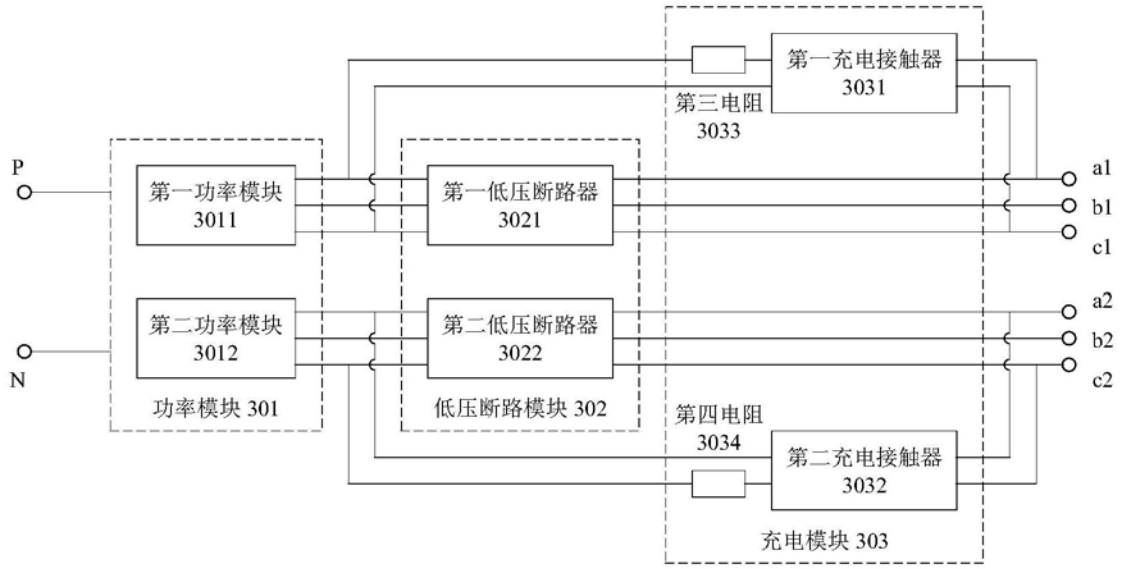

第一充电接触器
3031
第三电阻
3033
P
第一功率模块
3011
第一低压断路器
3021
a1
b1
c1
第二功率模块
3012
第二低压断路器
3022
a2
b2
c2
N
功率模块 301
低压断路模块 302
第四电阻
3034
第二充电接触器
3032
充电模块 303

图3

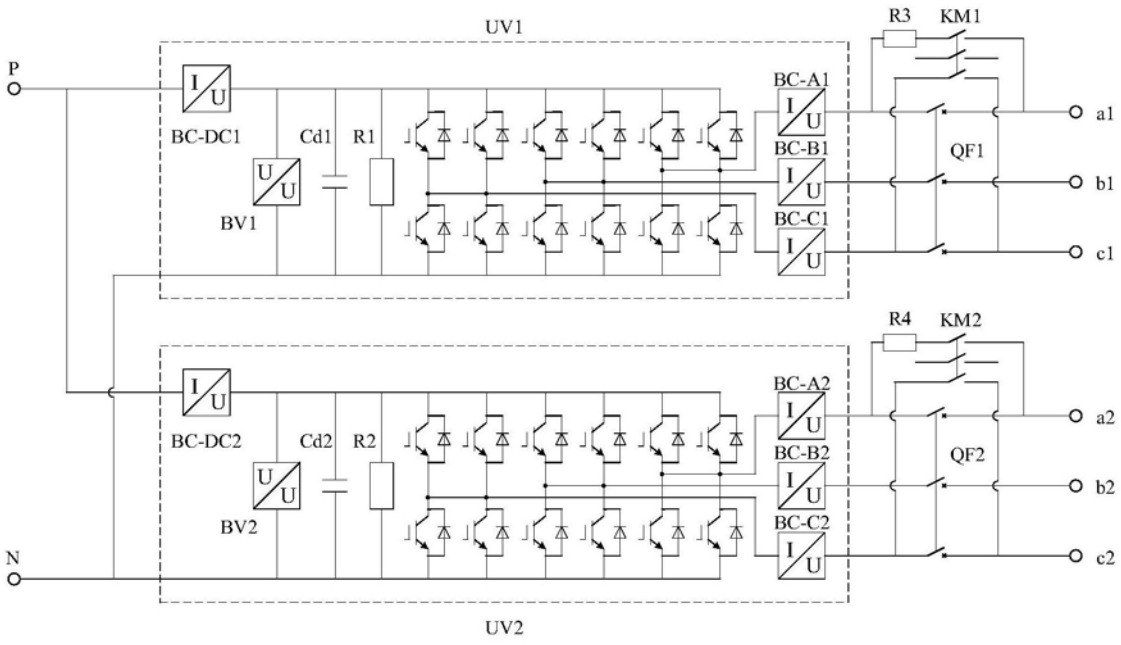

UV1
R3
KM1
P
BC-A1
BC-DC1
Cd1
R1
BC-B1
QF1
BV1
BC-C1
a1
b1
c1
R4
KM2
BC-A2
BC-DC2
Cd2
R2
BC-B2
QF2
BV2
BC-C2
a2
b2
N
c2
UV2

图4

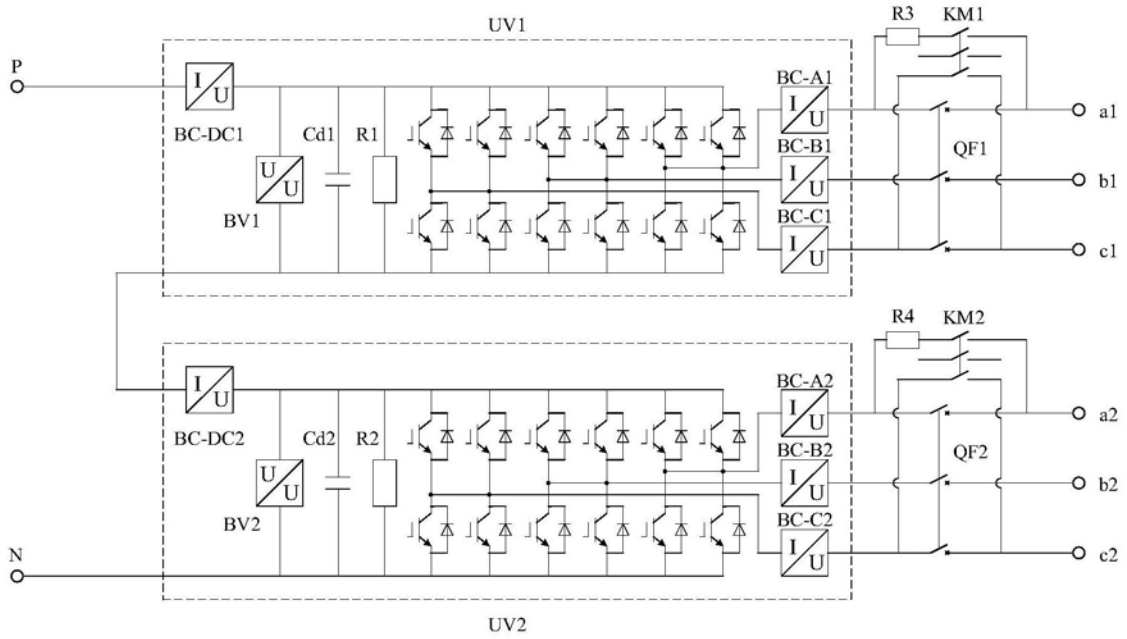

UV1
P
I/U
BC-DC1
Cd1
R1
U/U
BV1
BC-A1
BC-B1
BC-C1
R3
KM1
QF1
a1
b1
c1
UV2
N
BC-DC2
Cd2
R2
BV2
BC-A2
BC-B2
BC-C2
R4
KM2
QF2
a2
b2
c2

图5

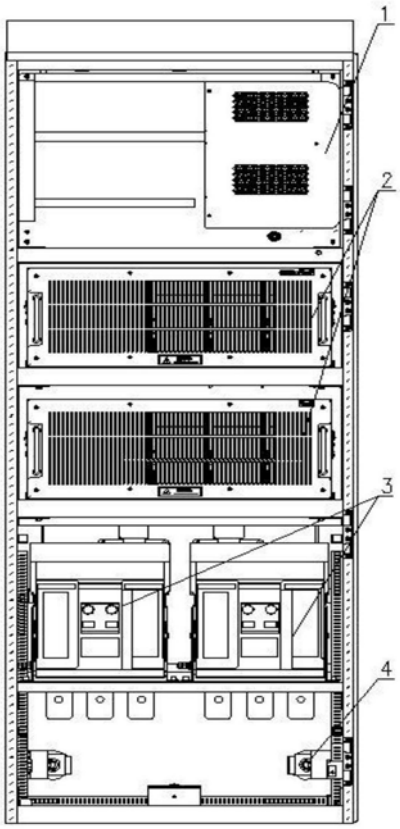

1
2
3
4

图6

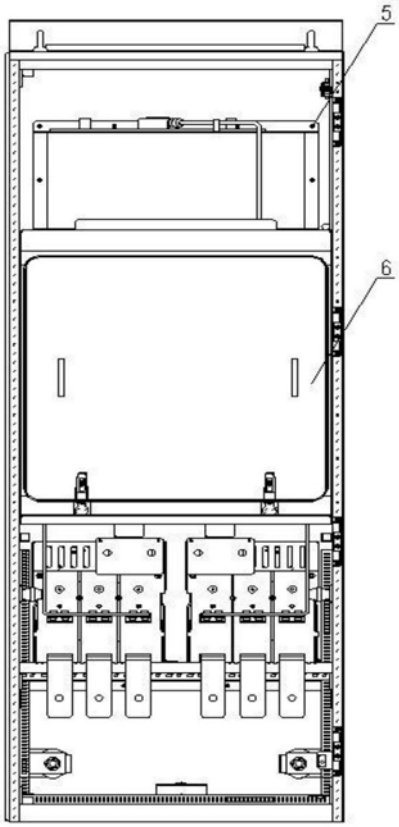


图7

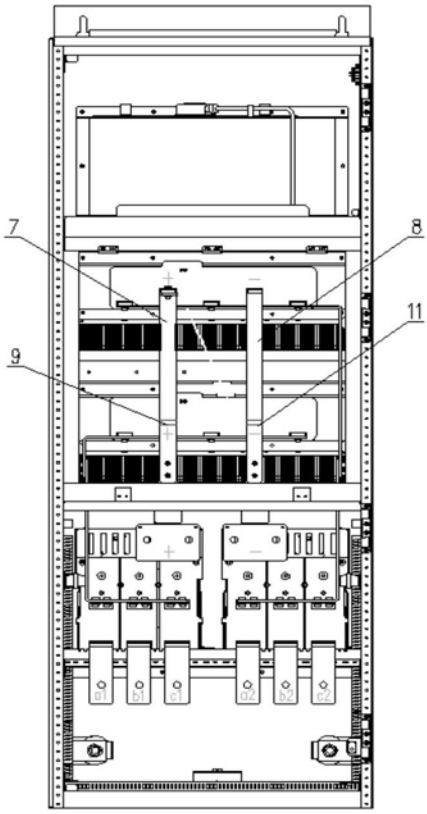


图8

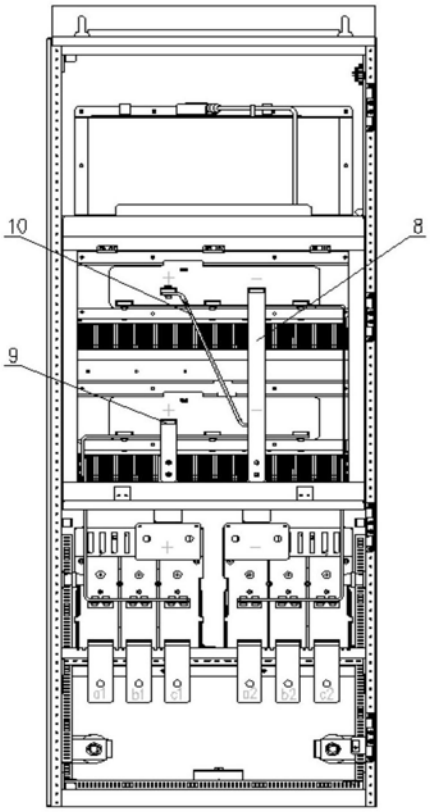


图9