(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 104022504 A
(43)申请公布日 2014.09.03

(21)申请号 201410271580.8

(22)申请日 2014.06.17

(71)申请人 日新电机(无锡)有限公司
地址 214112 江苏省无锡市新区新华路28号
申请人 中铁二院工程集团有限责任公司

(72)发明人 姚一峰 陈刚 王建 曹峰
王思文 王淳 薛冠军 张小辉

(74)专利代理机构 无锡市大为专利商标事务所(普通合伙) 32104
代理人 曹祖良 张涛

(51)Int.Cl.
H02J 3/00(2006.01)
H02J 3/01(2006.01)
H02M 5/458(2006.01)

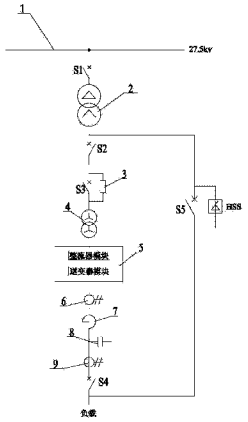
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

基于SPWM技术的电气化铁路牵引变电所用电源

(57)摘要

本发明涉及一种基于SPWM技术的电气化铁路牵引变电所用电源,其包括电源母线;电源母线通过第一开关连接牵引变压器的原边输入端,牵引变压器的副边输出端通过第二开关与第三开关的一端连接,第三开关的另一端与多绕组连接变压器的原边输入端连接;牵引变压器将27.5KV母线电压降低为10KV电压,多绕组连接变压器将所述10KV电压降压变换后在多绕组连接变压器的副边输出端得到三相电压,三相电压中的每相电压均与电能质量调节电路连接,通过电能质量调节电路消除谐波并得到所需的10KV电压;电能质量调节电路通过第四开关与负载连接。本发明结构紧凑,采用牵引变压器低压测27.5KV作为电力配变电所供电电源,降低谐波干扰,安装方便,改造简单,满足电能质量要求。



CN 104022504 A

1. 一种基于 SPWM 技术的电气化铁路牵引变电所用电源，包括 27.5KV 的电源母线（1）；其特征是：所述电源母线（1）通过第一开关（S1）连接牵引变压器（2）的原边输入端，牵引变压器（2）的副边输出端通过第二开关（S2）与第三开关（S3）的一端连接，第三开关（S3）的另一端与多绕组连接变压器（4）的原边输入端连接；牵引变压器（2）将 27.5KV 母线电压降低为 10KV 电压，多绕组连接变压器（4）将所述 10KV 电压降压变换后在多绕组连接变压器（4）的副边输出端得到三相电压，三相电压中的每相电压均与电能质量调节电路（5）连接，通过电能质量调节电路（5）消除谐波并得到所需的 10KV 电压；电能质量调节电路（5）通过第四开关（S4）与负载连接，以提供负载所需的 10KV 工作电源。

2. 根据权利要求 1 所述的基于 SPWM 技术的电气化铁路牵引变电所用电源，其特征是：所述第三开关（S3）的两端并联有启动装置（3）。

3. 根据权利要求 1 所述的基于 SPWM 技术的电气化铁路牵引变电所用电源，其特征是：所述牵引变压器（2）的副边输出端与电源旁路连接，电源旁路一端与牵引变压器（2）的副边输出端连接，另一端与第四开关（S4）与负载相连的一端连接；所述电源旁路包括第五开关（S5）以及并联在所述第五开关（S5）两端的高速晶闸管（HSS）。

4. 根据权利要求 1 所述的基于 SPWM 技术的电气化铁路牵引变电所用电源，其特征是：所述电能质量调节电路（5）依次串接第一电流互感器（6）、连接电抗器（7）、连接电容器（8）以及第二电流互感器（9）后与第四开关（S4）的一端连接，第四开关（S4）的另一端能与负载连接。

5. 根据权利要求 1 所述的基于 SPWM 技术的电气化铁路牵引变电所用电源，其特征是：所述多绕组连接变压器（4）的副边输出端得到的三相电压包括变压器低压侧 A 相电压、变压器低压侧 B 相电压以及变压器低压侧 C 相电压；所述电能质量调节电路（5）包括十二个采用串联链式结构的功率模块；变压器低压侧 A 相电压、变压器低压侧 B 相电压以及变压器低压侧 C 相电压均与十二个功率模块的输入端连接，每个功率模块对输入的电压进行整流、逆变；十二个功率模块逆变串接后得到所需的 10KV 电压。

6. 根据权利要求 5 所述的基于 SPWM 技术的电气化铁路牵引变电所用电源，其特征是：所述功率模块包括整流电路以及与所述整流电路连接的逆变电路；所述整流电路包括第一二极管（D1）、第二二极管（D2）、第三二极管（D3）及第四二极管（D4）；第一二极管（D1）的阴极端与第二二极管（D2）的阴极端连接，第一二极管（D1）的阳极端与第三二极管（D3）的阴极端连接，第三二极管（D3）的阳极端与第四二极管（D4）的阳极端连接，第四二极管（D4）的阴极端与第二二极管（D2）的阳极端连接，第四二极管（D4）的阳极端通过第一电容（C1）与第二二极管（D2）的阴极端连接；

所述逆变电路包括第一 IGBT 管（IGBT1）、第二 IGBT 管（IGBT2）、第三 IGBT 管（IGBT3）以及第四 IGBT 管（IGBT4）；第一 IGBT 管（IGBT1）的发射极端与第三 IGBT 管（IGBT3）的集电极端连接，第一 IGBT 管（IGBT1）的集电极端与第二 IGBT 管（IGBT2）的集电极端连接，且第一 IGBT 管（IGBT1）的集电极端、第二 IGBT 管（IGBT2）的集电极端均与第二二极管（D2）的阴极端连接；第三 IGBT 管（IGBT3）的发射极端与第四 IGBT 管（IGBT4）的发射极端连接，且第三 IGBT 管（IGBT3）的发射极端与第三二极管（D3）的阳极端以及第四二极管（D4）的阳极端连接，第四 IGBT 管（IGBT4）的集电极端与第二 IGBT 管（IGBT2）的发射极端连接；

第一 IGBT 管（IGBT1）的门极端、第二 IGBT 管（IGBT2）的门极端、第三 IGBT 管（IGBT4）

的门极端以及第四 IGBT 管（IGBT4）的门极端均与驱动板（13）的输出端连接，所述驱动板（13）输出的 SPWM 信号驱动第一 IGBT 管（IGBT1）、第二 IGBT 管（IGBT2）、第三 IGBT（IGBT3）及第四 IGBT（IGBT4）的导通状态，以输出所需的电压。

7. 根据权利要求 6 所述的基于 SPWM 技术的电气化铁路牵引变电所用电源，其特征是：所述第一 IGBT 管（IGBT1）的集电极端与第三 IGBT 管（IGBT3）的发射极端通过第二电容（C2）连接，第二 IGBT 管（IGBT2）的集电极端与第四 IGBT 管（IGBT4）管的发射极端通过第三电容（C3）连接；驱动板（13）的电源端与第一电源（11）及第二电源（12）连接，第一电源（11）及第二电源（12）与电源变压器（10）的副边输出端连接，电源变压器（10）的原边输入端与第一输入连接端、第二输入连接端连接，第一输入连接端与第一二极管（D1）的阳极端连接，第二输入连接端与第四二极管（D4）的阴极端连接。

8. 根据权利要求 5 所述的基于 SPWM 技术的电气化铁路牵引变电所用电源，其特征是：所述十二个功率模块中，相邻功率模块间输出电压相位差 30 度。

基于 SPWM 技术的电气化铁路牵引变电所用电源

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电源，尤其是一种基于 SPWM 技术的电气化铁路牵引变电所用电源，属于电力设备设计制造的技术领域。

背景技术

[0002] 随着我国铁路建设的发展，一大批高标准线路在西部山区开始建设，这些线路往往桥隧比例高、地形条件差，沿线人口稀少，所在区域的 35kV、10kV 电源十分薄弱，无法满足铁路电力变配电所用电需求。为解决电源薄弱地段铁路电力变配电所供电电源，需对电力系统进行大规模的配套建设，工程投资巨大。

[0003] 由于目前新建的山区铁路坡度大、牵引质量重，因此牵引负载很大，为满足牵引负载需要，牵引变电所基本推荐采用系统能力强的 220kV 甚至 330kV 电源进线供电。经调查 220kV/10.5kV 或 220kV/35kV 的电力变压器容量一般在 16000kVA 以上，而山区电气化铁路电力变配电所的需求负载容量小(基本仅 2000~6000kVA)，高电压等级小容量的电力变压器制造困难，目前尚无变压器厂家生产；同时如采用共用高压侧电源，则电力配变电所与牵引变电所两者合建构成的综合变电所，场坪面积增加较多，在山区铁路中，工程实施难度很大、工程量巨大、投资很大，技术经济综合指标不划算。

[0004] 现有技术从牵引变压器低压侧 27.5kV 取电，通过变压器降至三相 10kV 作为所用电。但由于 27.5kV 侧电源因受到铁路影响，存在谐波、电压波动大等现象，导致 10kV 侧电能质量无法满足要求。

发明内容

[0005] 本发明的目的是克服现有技术中存在的不足，提供一种基于 SPWM 技术的电气化铁路牵引变电所用电源，其结构紧凑，采用牵引变压器低压测 27.5KV 作为电力配变电所供电电源，降低谐波干扰，安装方便，改造简单，满足电能质量要求。

[0006] 按照本发明提供的技术方案，所述基于 SPWM 技术的电气化铁路牵引变电所用电源，包括 27.5KV 的电源母线；所述电源母线通过第一开关连接牵引变压器的原边输入端，牵引变压器的副边输出端通过第二开关与第三开关的一端连接，第三开关的另一端与多绕组连接变压器的原边输入端连接；牵引变压器将 27.5KV 母线电压降低为 10KV 电压，多绕组连接变压器将所述 10KV 电压降压变换后在多绕组连接变压器的副边输出端得到三相电压，三相电压中的每相电压均与电能质量调节电路连接，通过电能质量调节电路消除谐波并得到所需的 10KV 电压；电能质量调节电路通过第四开关与负载连接，以提供负载所需的 10KV 工作电源。

[0007] 所述第三开关的两端并联有启动装置。

[0008] 所述牵引变压器的副边输出端与电源旁路连接，电源旁路一端与牵引变压器的副边输出端连接，另一端与第四开关与负载相连的一端连接；所述电源旁路包括第五开关以及并联在所述第五开关两端的高速晶闸管。

[0009] 所述电能质量调节电路依次串接第一电流互感器、连接电抗器、连接电容器以及第二电流互感器后与第四开关的一端连接，第四开关的另一端能与负载连接。

[0010] 所述多绕组连接变压器的副边输出端得到的三相电压包括变压器低压侧 A 相电压、变压器低压侧 B 相电压以及变压器低压侧 C 相电压；所述电能质量调节电路包括十二个采用串联链式结构的功率模块；变压器低压侧 A 相电压、变压器低压侧 B 相电压以及变压器低压侧 C 相电压均与十二个功率模块的输入端连接，每个功率模块对输入的电压进行整流、逆变；十二个功率模块逆变串接后得到所需的 10KV 电压。

[0011] 所述功率模块包括整流电路以及与所述整流电路连接的逆变电路；所述整流电路包括第一二极管、第二二极管、第三二极管及第四二极管；第一二极管的阴极端与第二二极管的阴极端连接，第一二极管的阳极端与第三二极管的阴极端连接，第三二极管的阳极端与第四二极管的阳极端连接，第四二极管的阴极端与第二二极管的阳极端连接，第四二极管的阳极端通过第一电容与第二二极管的阴极端连接；

所述逆变电路包括第一 IGBT 管、第二 IGBT 管、第三 IGBT 管以及第四 IGBT 管；第一 IGBT 管的发射极端与第三 IGBT 管的集电极端连接，第一 IGBT 管的集电极端与第二 IGBT 管的集电极端连接，且第一 IGBT 管的集电极端、第二 IGBT 管的集电极端均与第二二极管的阴极端连接；第三 IGBT 管的发射极端与第四 IGBT 管的发射极端连接，且第三 IGBT 管的发射极端与第三二极管的阳极端以及第四二极管的阳极端连接，第四 IGBT 管的集电极端与第二 IGBT 管的发射极端连接；

第一 IGBT 管的门极端、第二 IGBT 管的门极端、第三 IGBT 管的门极端以及第四 IGBT 管的门极端均与驱动板的输出端连接，所述驱动板输出的 SPWM 信号驱动第一 IGBT 管、第二 IGBT 管、第三 IGBT 及第四 IGBT 的导通状态，以输出所需的电压。

[0012] 所述第一 IGBT 管的集电极端与第三 IGBT 管的发射极端通过第二电容连接，第二 IGBT 管的集电极端与第四 IGBT 管管的发射极端通过第三电容连接；驱动板的电源端与第一电源及第二电源连接，第一电源及第二电源与电源变压器的副边输出端连接，电源变压器的原边输入端与第一输入连接端、第二输入连接端连接，第一输入连接端与第一二极管的阳极端连接，第二输入连接端与第四二极管的阴极端连接。

[0013] 所述十二个功率模块中，相邻功率模块间输出电压相位差 30 度。

[0014] 本发明的优点：从 27.5KV 的电源母线上取电，解决特定环境下供电难的问题，牵引变压器对 27.5KV 的电压降压，牵引变压器的副边输出端通过多绕组连接变压器将单相电压变换得到三相电压，三相电压中每相电压均通过电能质量调节电路整流、逆变等变换处理，以确保对负载供电的稳定性；旁路电源能确保对负载供电的持续性，，降低谐波干扰，安装方便，改造简单，满足电能质量要求。

附图说明

[0015] 图 1 为本发明的使用状态图。

[0016] 图 2 为本发明多绕组连接变压器的副边输出端与电能质量调节电路的连接示意图。

[0017] 图 3 为本发明功率模块的结构示意图。

[0018] 附图标记说明：1- 电源母线、2- 牵引变压器、3- 启动装置、4- 多绕组连接变压器、

5-电能质量调节电路、6-第一电流互感器、7-连接电抗器、8-连接电容器、9-第二电流互感器、10-电源变压器、11-第一电源、11-第二电源及13-驱动板。

具体实施方式

[0019] 下面结合具体附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0020] 如图1所示：为了能够利用27.5KV的电源实现对电气化铁路牵引变电所用电要求，提高对负载供电质量，本发明包括27.5KV的电源母线1；所述电源母线1通过第一开关S1连接牵引变压器2的原边输入端，牵引变压器2的副边输出端通过第二开关S2与第三开关S3的一端连接，第三开关S3的另一端与多绕组连接变压器4的原边输入端连接；牵引变压器2将27.5KV母线电压降低为10KV电压，多绕组连接变压器4将所述10KV电压降压变换后在多绕组连接变压器4的副边输出端得到三相电压，三相电压中的每相电压均与电能质量调节电路5连接，通过电能质量调节电路5消除谐波并得到所需的10KV电压；电能质量调节电路5通过第四开关S4与负载连接，以提供负载所需的10KV工作电源。

[0021] 具体地，牵引变压器2用于将电源母线1上27.5KV的高压降低为10KV的低压，第一开关S1用于控制牵引变压器2的原边输入端与电源母线1的连接。多绕组连接变压器4将10KV的电压转换为三相电压，同时对10KV的电压进行降压，以供电能质量调节电路5进行电能的调节处理。电能质量调节电路5将低压进行调节消除滤波后升压得到10KV的电压，以提供10KV负载的工作使用要求。

[0022] 所述第三开关S3的两端并联有启动装置3。本发明实施例中，启动装置3可以采用启动电阻，在工作时，电流通过启动装置3减小并网时的冲击，当第三开关S3闭合后，将启动装置3短路，不会影响整个电路的工作要求。

[0023] 所述牵引变压器2的副边输出端与电源旁路连接，电源旁路一端与牵引变压器2的副边输出端连接，另一端与第四开关S4与负载相连的一端连接；所述电源旁路包括第五开关S5以及并联在所述第五开关S5两端的高速晶闸管HSS。本发明实施例中，在多绕组连接变压器4所在的支路故障时，通过电源旁路能为负载进行持续供电，确保负载工作的稳定性以及持续性。

[0024] 所述电能质量调节电路5依次串接第一电流互感器6、连接电抗器7、连接电容器8以及第二电流互感器9后与第四开关S4的一端连接，第四开关S4的另一端能与负载连接。本发明实施例中，通过第一电流互感器6、第二电流互感器9能够测量电流，并对整个支路进行保护。连接电抗器7具有缓冲作用，连接电容器8采用三角形接法。

[0025] 如图2所示：所述多绕组连接变压器4的副边输出端得到的三相电压包括变压器低压侧A相电压、变压器低压侧B相电压以及变压器低压侧C相电压；所述电能质量调节电路5包括十二个采用串联链式结构的功率模块；变压器低压侧A相电压、变压器低压侧B相电压以及变压器低压侧C相电压均与十二个功率模块的输入端连接，每个功率模块对输入的电压进行整流、逆变；十二个功率模块逆变串接后得到所需的10KV电压。

[0026] 所述十二个功率模块中，相邻功率模块间输出电压相位差30度。多绕组连接变压器4将10KV的电压降低到690V，即变压器低压侧A相电压、变压器低压侧B相电压以及变压器低压侧C相电压均为690V；由于变压器低压侧A相电压、变压器低压侧B相电压以及变压器低压侧C相电压均连接十二个功率模块，十二个功率模块对690V电压进行整流、逆

变再串接后，分别输出 10KV 的三相电压。图 2 中，与变压器低压侧 A 相电压连接的功率模块分别为 A1~A12；与变压器低压侧 B 相电压连接的功率模块分别为 B1~B12，与变压器低压侧 C 相连接的功率模块分别为 C1~C12。图 2 中示出了功率模块与第一电流互感器 6、第二电流互感器 9 以及连接电容器 8 的配合示意图。

[0027] 如图 3 所示：所述功率模块包括整流电路以及与所述整流电路连接的逆变电路；所述整流电路包括第一二极管 D1、第二二极管 D2、第三二极管 D3 及第四二极管 D4；第一二极管 D1 的阴极端与第二二极管 D2 的阴极端连接，第一二极管 D1 的阳极端与第三二极管 D3 的阴极端连接，第三二极管 D3 的阳极端与第四二极管 D4 的阳极端连接，第四二极管 D4 的阴极端与第二二极管 D2 的阳极端连接，第四二极管 D4 的阳极端通过第一电容 C1 与第二二极管 D2 的阴极端连接；

所述逆变电路包括第一 IGBT 管 IGBT1、第二 IGBT 管 IGBT2、第三 IGBT 管 IGBT3 以及第四 IGBT 管 IGBT4；第一 IGBT 管 IGBT1 的发射极端与第三 IGBT 管 IGBT3 的集电极端连接，第一 IGBT 管 IGBT1 的集电极端与第二 IGBT 管 IGBT2 的集电极端连接，且第一 IGBT 管 IGBT1 的集电极端、第二 IGBT 管 IGBT2 的集电极端均与第二二极管 D2 的阴极端连接；第三 IGBT 管 IGBT3 的发射极端与第四 IGBT 管 IGBT4 的发射极端连接，且第三 IGBT 管 IGBT3 的发射极端与第三二极管 D3 的阳极端以及第四二极管 D4 的阳极端连接，第四 IGBT 管 IGBT4 的集电极端与第二 IGBT 管 IGBT2 的发射极端连接；

第一 IGBT 管 IGBT1 的门极端、第二 IGBT 管 IGBT2 的门极端、第三 IGBT 管 IGBT4 的门极端以及第四 IGBT 管 IGBT4 的门极端均与驱动板 13 的输出端连接，所述驱动板 13 输出的 SPWM 信号驱动第一 IGBT 管 IGBT1、第二 IGBT 管 IGBT2、第三 IGBTIGBT3 及第四 IGBTIGBT4 的导通状态，以输出所需的电压。

[0028] 所述第一 IGBT 管 IGBT1 的集电极端与第三 IGBT 管 IGBT3 的发射极端通过第二电容 C2 连接，第二 IGBT 管 IGBT2 的集电极端与第四 IGBT 管 IGBT4 管的发射极端通过第三电容 C3 连接；驱动板 13 的电源端与第一电源 11 及第二电源 12 连接，第一电源 11 及第二电源 12 与电源变压器 10 的副边输出端连接，电源变压器 10 的原边输入端与第一输入连接端、第二输入连接端连接，第一输入连接端与第一二极管 D1 的阳极端连接，第二输入连接端与第四二极管 D4 的阴极端连接。第一 IGBT 管 IGBT1 的发射极端与第三 IGBT 管 IGBT3 的集电极端连接后作为第一输出端，第二 IGBT 管 IGBT2 的发射极端与第四 IGBT 管 IGBT4 的集电极端连接后作为第二输出端，第一输出端、第二输出端间的电压作为功率模块间的输出端电压值。十二个功率模块串接的电压作为整个电能质量调节电路 5 的输出电压。

[0029] 本发明实施例中，外部的互补 SPWM 信号送入驱动板 13，互补的 SPWM 信号驱动能力有限，不足以直接驱动 IGBT 工作。当 SPWM 信号为高电平时，驱动板 13 根据 SPWM 的上升沿，进行设定延时(死区时间)，然后输出带有死区时间，电压为 +15V 的驱动信号以驱动 IGBT 导通。当 SPWM 信号为低电平时，驱动板 13 输出电压为 -10V 的驱动信号以驱动 IGBT 关断。由于，驱动信号带有死区时间，就保证了同一桥臂的两个 IGBT 不会同时导通，防止了短路的发生。

[0030] 第一输入连接端通过第一熔断器 F1 与第一二极管 D1 的阳极端以及第三二极管 D3 的阴极端连接，第二输入连接端直接与第二二极管 D2 的阳极端以及第四二极管 D4 的阴极端连接，第一输入连接端与第二输入连接端间的电压为 690V。电源变压器 10 的副边输

出端通过第二熔断器F2与第一电源11连接，电源变压器10的副边输出端通过第三熔断器F3与第二电源12连接，第一电源11的第一输出端与第五二极管D5的阳极端连接，第五二极管D5的阴极端与驱动板13的第一电源端连接，第一电源11的第二输出端直接与驱动板13的第二电源端连接。第二电源12的第一输出端与第六二极管D6的阳极端连接，第六二极管D6的阴极端与驱动板13的第一电源端连接，第二电源11的第二输出端直接与驱动板13的第二电源端连接。本发明实施例中，第一电源11与第二电源12互为驱动板13的备用电源，即第一电源11工作时，第二电源12为第一电源11的备用电源，第二电源12工作时，第一电源11为第二电源12的备用电源，以确保对驱动板13供电的稳定性以及可靠性。

[0031] 工作时，先闭合第一开关S1，使得牵引变压器2的原边输入端与电源母线1连接，以在牵引变压器2的副边输出端得到10KV的电压。此后，闭合电源旁路的第五开关S5，牵引变压器2的副边输出端通过电源旁路对负载进行供电，由电源旁路对负载供电的电源质量较差，谐波大，电压波动大，难以满足负载的工作要求。第五开关S5闭合到设定时间后，闭合第二开关S2以及第四开关S4，多绕组连接变压器4所在的支路中，通过启动装置3减小并网的冲击，通过第一电流互感器6、第二电流互感器9进行检测保护。当通过第一电流互感器6、第二电流互感器9检测多绕组连接变压器4所在支路能满足供电要求时，断开第五开关S5以及闭合开关S3，即将整个供电支路由电源旁路切换到多绕组连接变压器4所在的支路。多绕组连接变压器4将10KV的电压变换得到三相电压，每相电压通过电能质量调节电路5去除谐波，并保证电压的稳定性。

[0032] 本发明从27.5KV的电源母线1上取电，解决特定环境下供电难的问题，牵引变压器2对27.5KV的电压降压，牵引变压器2的副边输出端通过多绕组连接变压器4将单相电压变换得到三相电压，三相电压中每相电压均通过电能质量调节电路5整流、逆变等变换处理，以确保对负载供电的稳定性；旁路电源能确保对负载供电的持续性，降低谐波干扰，安装方便，改造简单，满足电能质量要求。

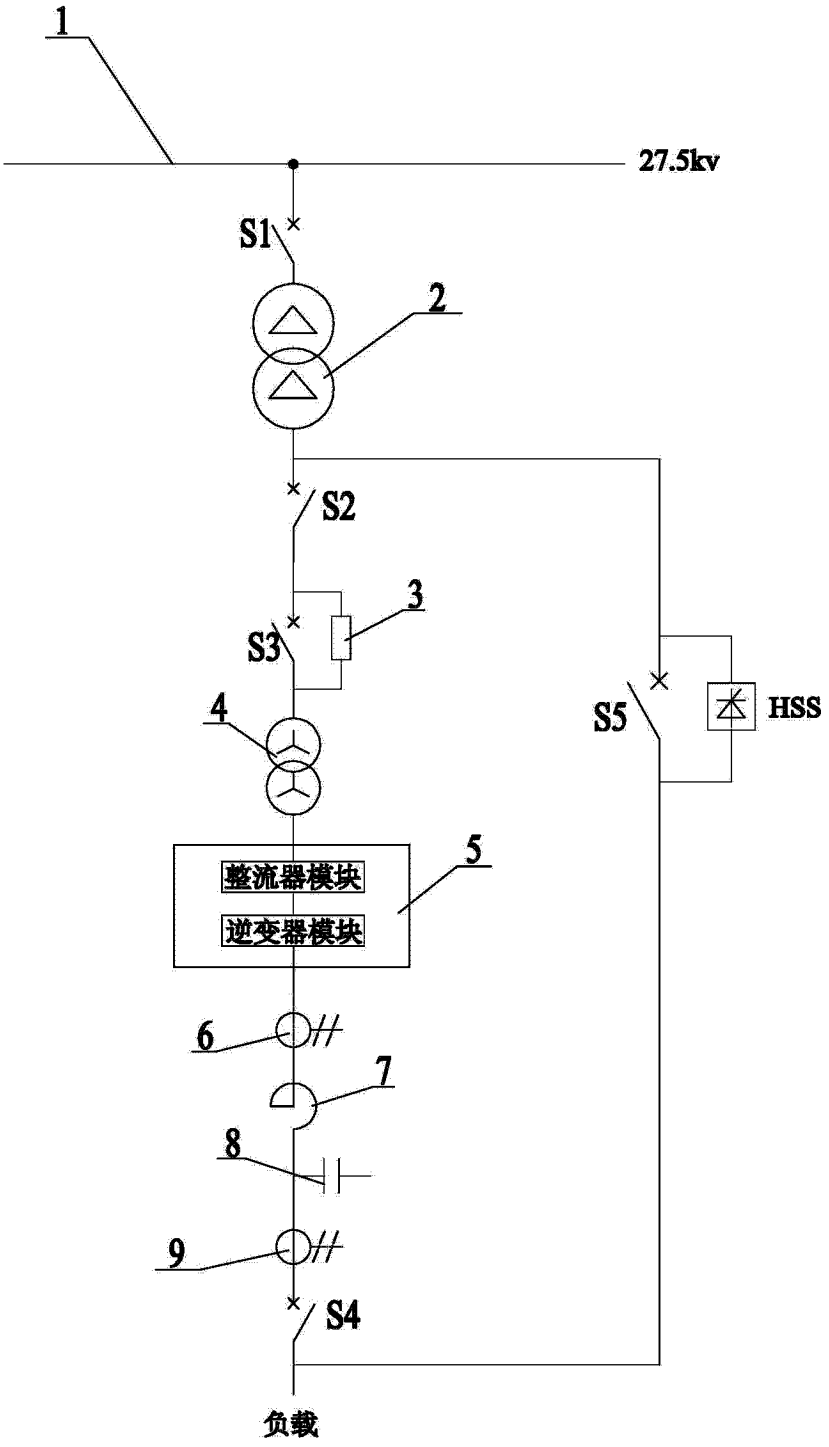


图 1

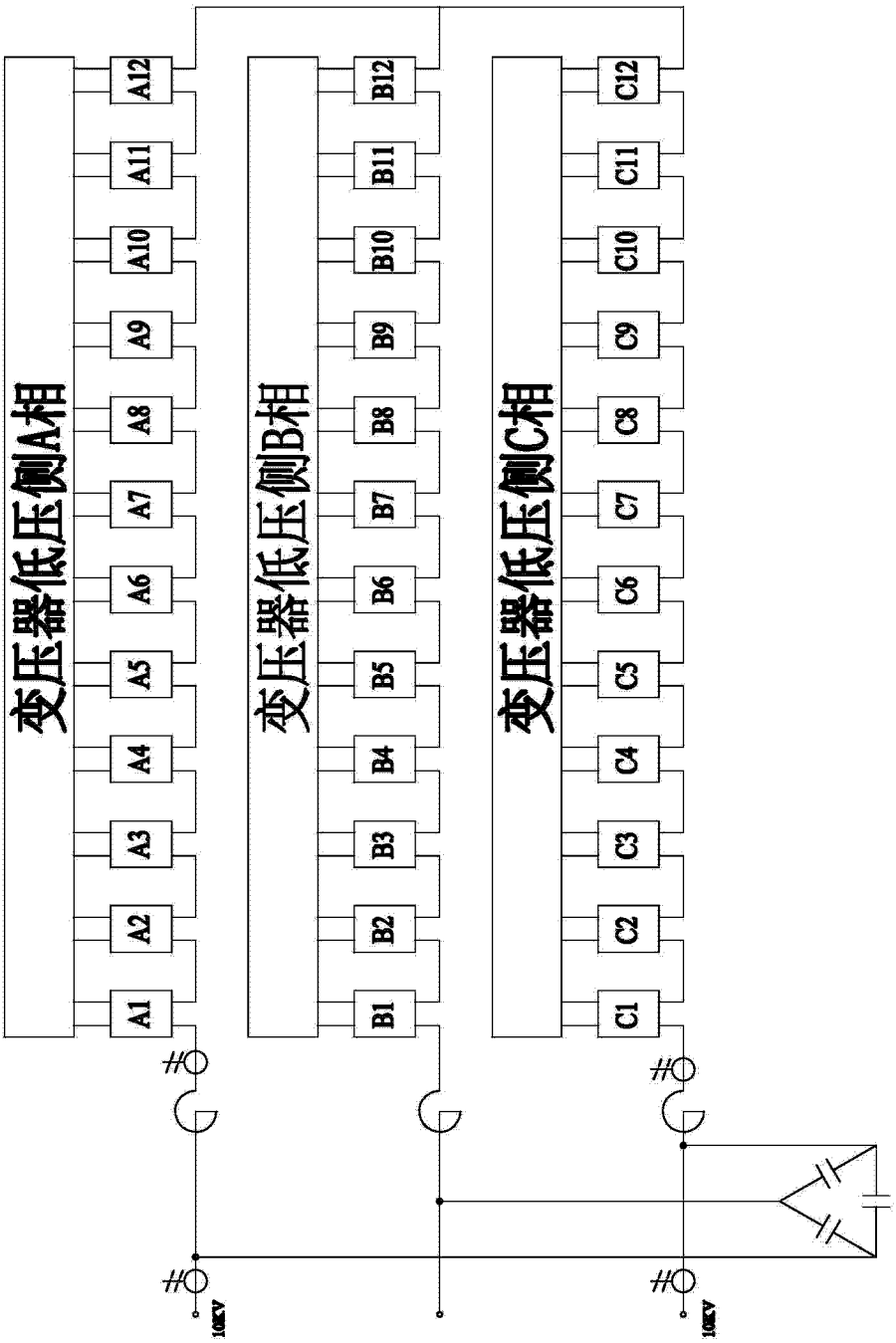

变压器低压侧A相
变压器低压侧B相
变压器低压侧C相
A1
A2
A3
A4
A5
A6
A7
A8
A9
A10
A11
A12
B1
B2
B3
B4
B5
B6
B7
B8
B9
B10
B11
B12
C1
C2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
C9
C10
C11
C12
10KV
10KV

图 2

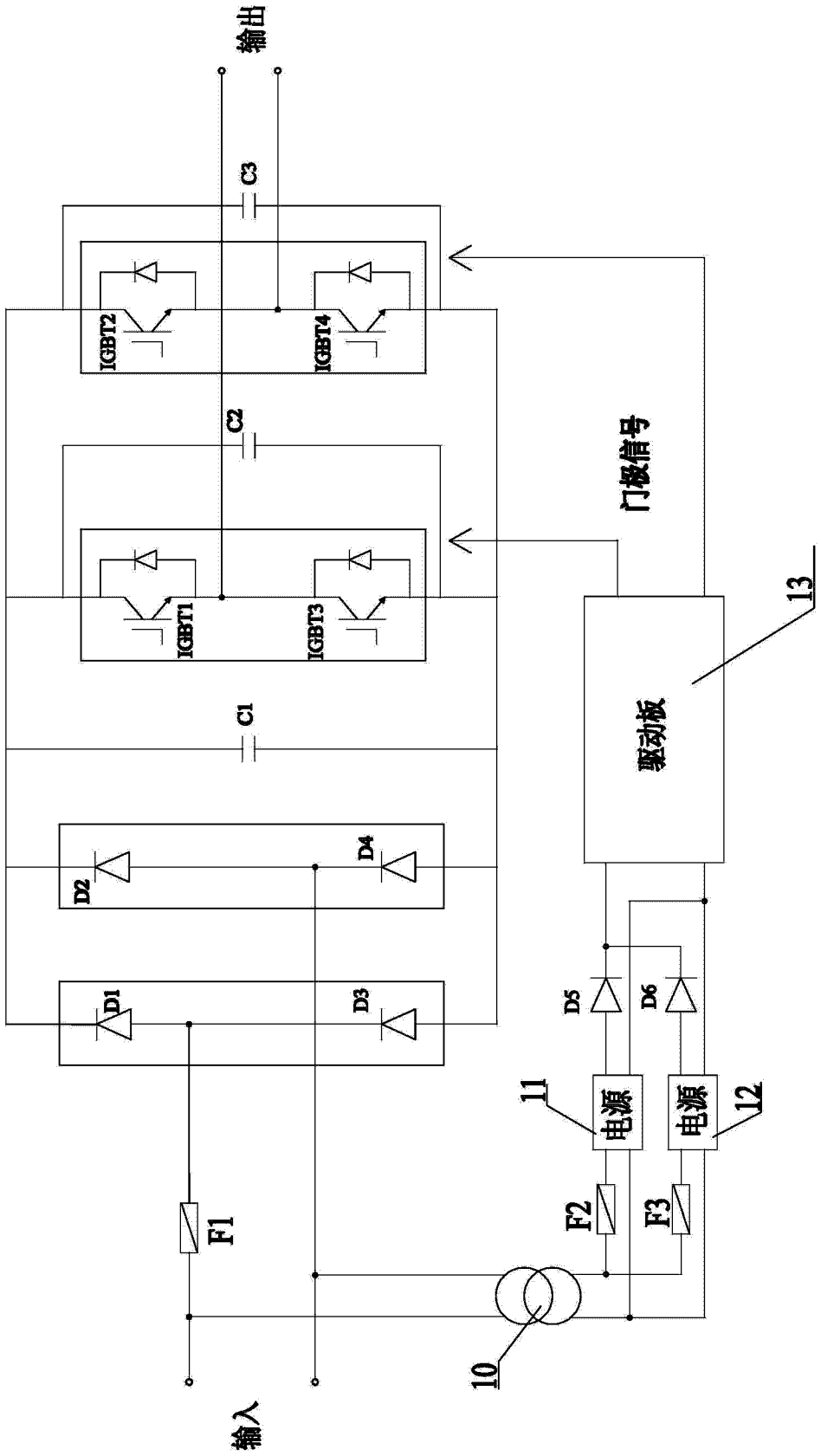

输出
C3
IGBT2
IGBT4
C2
IGBT1
IGBT3
C1
D2
D4
D1
D3
F1
输入
10
F2
F3
11
12
电源
电源
D5
D6
驱动板
13
门极信号

图 3