

LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

or single-phase alternating-current voltage from the first port (300a) of the bidirectional energy conversion and transmission circuit. The controller (303) controls the bidirectional energy conversion and transmission circuit (300) to be in different working states, such that bidirectional conversion between a three-phase/single-phase alternating-current voltage and a direct-current voltage is realized; and configurations are flexible.

(57) 摘要: 一种双向能量传输装置(30), 包括: 控制器(303)和双向转能传输电路(300), 其中, 控制器(303)的控制端(303a)连接到双向能量传输电路(300)的受控端(300c); 控制器(303), 用于控制双向能量传输电路(300)处于整流工作状态, 以实现将从双向能量传输电路(300)的第一端口(300a)输入的三相或单相交流电压转换为第一直流电压, 并从双向能量传输电路(300)的第二端口(300b)输出, 或者用于控制双向能量传输电路(300)处于逆变工作状态, 以实现将从双向能量传输电路(300)的第二端口(300b)输入的第一直流电压转换为三相或者单相交流电压, 并从双向能量传输电路的第一端口(300a)输出。控制器(303)通过控制双向能量传输电路(300)处于不同的工作状态, 实现了三相/单相交流电压到直流电压的双向转换, 配置灵活多变。

双向能量传输装置、车载充电器及电动汽车

技术领域

本申请涉及车载充电领域，具体涉及一种双向能量传输装置、车载充电器及电动汽车。

背景技术

随着电动车的发展，车载充电器（on-board-charger, OBC）得到了广泛应用。同时发现电动车的电池容量越来越高，充电时间的增加变得明显，三相交流输入的 OBC 可以提升充电功率，缩短充电时间。同时，为了增加用户体验，逆变电路已经作为一种标配的功能，通过逆变技术可以实现车辆到车辆（vehicle-to-vehicle, V2V）、车辆到负载（vehicle-to-load, V2L）以及车辆到电网（vehicle-to-grid, V2G）的应用。如何通过合理的设计，既可以大功率充电，同时又能实现逆变功能是需要亟需结局的问题。

针对上述问题，现有技术提出了如图 1 所示的电路，其工作的原理为：采用三个独立变换器的方式，每个独立的变换器包含了功率因素校正（power factor correction, PFC）电路和直流转电流（direct current-direct current, DCDC）电路，三个独立的变换器输出端口（即 DCDC 电路 1 的输出端口 V_{o1} 、DCDC 电路 2 的输出端口 V_{o2} ，和 DCDC 电路 3 的输出端口 V_{o3} ，）采用并联连接的方式，其中，由 PFC 电路 1 和 DCDC 电路 1 组成的变换器 1 与由 PFC 电路 2 和 DCDC 电路 2 组成的变换器 2 的硬件拓扑架构相同，是有桥 PFC+LLC 谐振电路组合，输出侧是全桥二极管整流，由 PFC 电路 3 和 DCDC 电路 3 组成的变换器 3 为无桥 PFC+LLC 组合，输出为全桥 MOS 管组合，这样变换器 3 还可以实现逆变功能。

但是图 1 所示电路的缺点就是电路复杂，使用的功率器件太多，成本高，系统不稳定，而且在逆变的时候只能实现单相逆变，逆变输出的功率低。

发明内容

本申请实施例提供了一种双向能量传输装置、车载充电器及电动汽车，采用本申请实施例实现了既可以大功率充电功能，同时又可以逆变的功能。

第一方面，本申请实施例提供了一种双向能量传输装置，包括：控制器和双向转能传输电路，其中，控制器的控制端连接到双向能量传输电路的受控端；

控制器，用于控制双向能量传输电路处于整流工作状态，以实现将从双向能量传输电路的第一端口输入的三相或单相交流电压转换为第一直流电压，并从双向能量传输电路的第二端口输出，或者用于控制双向能量传输电路处于逆变工作状态，以实现将从双向能量传输电路的第二端口输入的第一直流电压转换为三相或者单相交流电压，并从双向能量传输电路的第一端口输出。

控制器通过控制双向能量传输电路处于不同的工作状态，实现了三相/单相交流电压到直流电压的双向转换，配置灵活多变。实现了既可以大功率充电功能，同时又可以逆变的功能。

在一个可行的实施例中，整流工作状态包括第一整流工作状态和第二整流工作状态，

控制器控制双向能量传输电路处于整流工作状态，具体包括：

当检测到双向能量传输电路的第一端口输入的是三相交流电压时，控制器控制双向能量传输电路处于第一整流工作状态，以实现将三相交流电压转换为第一直流电压，并从双向能量传输电路的第二端口输出；

当检测到双向能量传输电路的第一端口输入的是单相交流电压时，控制器控制双向能量传输电路处于第一整流工作状态，以实现将三相交流电压转换为第一直流电压，并从双向能量传输电路的第二端口输出。

在一个可行的实施例中，逆变工作状态包括第一逆变工作状态和第二逆变工作状态，控制器控制双向能量传输电路处于逆变工作状态，具体包括：

当检测到双向能量传输电路的第一端口输出的是三相交流电压时，控制器控制双向能量传输电路处于第一逆变工作状态，以实现将从双向能量传输电路的第二端口输入的第一直流电压转换为三相交流电压，并从双向能量传输电路的第一端口输出；

当检测到双向能量传输电路的第一端口输出的是单相交流电压时，控制器控制双向能量传输电路处于第二逆变工作状态，以实现将从双向能量传输电路的第二端口输入的第一直流电压转换为单相交流电压，并从双向能量传输电路的第一端口输出。

在此需要指出的是，检测双向能量传输电路的第一端口输入或者输出的是三相交流电压还是单相交流电压可以通过检测双向能量传输电路的第一端口所连接的接头类型；当接头类型为四孔接头时，确定双向能量传输电路的第一端口输入或者输出的是三相交流电压；当接头类型为两孔接头时，确定双向能量传输电路的第一端口输入或者输出的是单相交流电压。

具体地，双向能量传输电路包括双向转换电路和直流转直流（direct current to direct current, DCDC）电路，其中，双向转换电路的第二端口连接到 DCDC 电路的第一端口，双向传输电路的受控端包括双向转换电路的受控端和 DCDC 电路的受控端；控制器控制双向能量传输电路处于第一整流状态，具体包括：

控制器控制双向转换电路处于第一工作状态，以实现将从双向转换电路的第一端口输入的三相交流电压转换为第二直流电压，并从双向转换电路的第二端口输出；并控制 DCDC 电路处于第二工作状态，以实现将从 DCDC 电路的第一端口输入的第二直流电压转换为第一直流电压，并从 DCDC 电路的第二端口输出；

控制器控制双向能量传输电路处于第二整流状态，具体包括：

控制器控制双向转换电路处于第三工作状态，以实现将从双向转换电路的第一端口输入的单相交流电压转换为第二直流电压，并从双向转换电路的第二端口输出；并控制 DCDC 电路处于第二工作状态，以实现将从 DCDC 电路的第一端口输入的第二直流电压转换为第一直流电压，并从 DCDC 电路的第二端口输出；其中，第一直流电压与第二直流电压相同或者不同。

具体地，控制器控制双向能量传输电路处于第一逆变状态，具体包括：

控制器控制 DCDC 电路处于第四工作状态，以实现将从 DCDC 电路的第二端口输入的第一电压转换为第二直流电压，并从所 DCDC 电路的第一端口输出；并控制双向转换电路处于第五工作状态，以实现将从双向转换电路的第二端口输入的第二直流电压转换为三相

交流电压，并从双向转换电路的第一端口输出；

控制器控制双向能量传输电路处于第二逆变状态，具体包括：

控制器控制 DCDC 电路处于第四工作状态，以实现将从 DCDC 电路的第二端口输入的第一电压转换为第二直流电压，并从 DCDC 电路的第一端口输出；并控制双向转换电路处于第六工作状态，以实现将从双向转换电路的第二端口输入的第二直流电压转换为单相交流电压，并从双向转换电路的第一端口输出。

在一个可行的实施例中，双向转换电路包括储能/滤波电路、开关网络和储能电路，其中，储能/滤波电路的第一端口为双向转换电路的第一端口，储能/滤波电路的第二端口连接到开关网络的第一端口，储能/滤波电路的第三端口连接到储能电路的第一端口，开关网络的第二端口连接到储能电路的第一端口，储能电路的第二端口为双向转换电路的第二端口；双向转换电路的受控端包括储能/滤波电路的受控端和开关网络的受控端，

DCDC 电路包括第一电桥、第二电桥、第三电桥、第四电桥、第一谐振网络、第二谐振网络和储能器件，

其中，DCDC 电路的第一端口包括第一电桥的第一端口和第三电桥的第一端口，第一电桥的第二端口连接到第一谐振网络的第一端口，第一谐振网络的第二端口连接到第二电桥的第一端口，第三电桥的第二端口连接到第二谐振网络的第一端口，第二谐振网络的第二端口连接到第四电桥的该电桥的第二端口，第二电桥的第二端口和第四电桥的第二端口均连接到储能器件的第一端口，DCDC 电路的第二端口为储能器件的第二端口；DCDC 电路的受控端包括第一电桥的受控端、第二电桥的受控端、第三电桥的受控端和第四电桥的受控端。

在一个可行的实施例中，控制器控制双向转换电路处于第一工作状态，具体包括：

控制器控制储能/滤波电路和开关网络处于第一状态 $st1$ ，以实现：

储能/滤波电路对从其第一端口输入的三相交流电压进行储能，并从其第二端口输出直流电压；开关网络对从其第一端口输入的直流电压进行功率变换，并从其第二端口输出变换后的直流电压；储能网络对从其第一端口输入的直流电压进行储能，并从其第二端口输出第二直流电压。

在一个可行的实施例中，控制器控制双向转换电路处于第三工作状态，具体包括：

控制器控制储能/滤波电路和开关网络处于第三状态 $st3$ ，以实现：

储能/滤波电路对从其第一端口输入的单相交流电压进行储能，并从其第二端口输出直流电压；开关网络对从其第一端口输入的直流电压进行功率变换，并从其第二端口输出变换后的直流电压；储能网络对从其第一端口输入的直流电压进行储能，并从其第二端口输出第二直流电压。

在一个可行的实施例中，控制器控制双向转换电路处于第五工作状态，具体包括：

控制器控制储能/滤波电路和开关网络处于第五状态 $st5$ ，以实现：

储能网络对从其第二端口输入的直流电压进行储能，并从其第一端口输出直流电压；开关网络对从其第二端口输入的直流电压进行功率变换，并从其第一端口输出变换后的直流电压；储能/滤波电路对从其第二端口输入的直流电压进行滤波，并从其第一端口输出三相交流电压。

在一个可行的实施例中，控制器控制双向转换电路处于第六工作状态，具体包括：

控制器控制储能/滤波电路和开关网络处于第六状态 st6，以实现：

储能网络对从其第二端口输入的直流电压进行储能，并从其第一端口输出直流电压；开关网络对从其第二端口输入的直流电压进行功率变换，并从其第一端口输出变换后的直流电压；储能/滤波电路对从其第二端口输入的直流电压进行滤波，并从其第一端口输出单相交流电压。

在一个可行的实施例中，控制器控制 DCDC 电路处于第二工作状态，具体包括：

控制器控制第一电桥、第二电桥、第三电桥和第四电桥处于第二状态 st2，以实现：

第一电桥，用于对从该电桥的第一端口输入的直流电压进行功率变换，并从该电桥的第二端口输出功率变换后的直流电压；第一谐振网络，用于对输入的直流电压进行功率变换，并输出变换后的直流电压；第二电桥，用于对从该电桥的第一端口输入的直流电压进行整流，并从该电桥的第二端口输出整流后的直流电压；

和/或

第三电桥，用于对从该电桥的第一端口输入的直流电压进行功率变换，并从该电桥的第二端口输出功率变换后的直流电压；第二谐振网络，用于对输入的直流电压进行功率变换，并输出变换后的直流电压；第四电桥，用于对从该电桥的第一端口输入的直流电压进行整流，并从该电桥的第二端口输出整流后的直流电压；

其中，第二直流电压为从第一电桥的第一端口输入的直流电压，或者为从第三电桥的第一端口输入的直流电压，或者为从第一电桥的第一端口输入的直流电压和从第三电桥的第一端口输入的直流电压之和；

第一直流电压为从第二电桥的第二端口输出的直流电压，或者为从第四电桥的第二端口输出的直流电压，或者为从第二电桥的第二端口输出的直流电压和从第四电桥的第二端口输出的直流电压之和。

在一个可行的实施例中，控制器控制 DCDC 电路处于第四工作状态，具体包括：

控制器控制第一电桥、第二电桥、第三电桥和第四电桥处于第四状态 st4，以实现：

第二电桥，用于对从该电桥的第二端口输入的直流电压进行功率变换，并将该电桥的第一端口输出变换后的直流电压；第一谐振网络，用于对输入的直流电压进行功率变换，并输出变换后的直流电压；第一电桥，用于对从该电桥的第二端口输入的直流电压进行整流，并从该电桥的第一端口输出整流后的直流电压；

和/或

第四电桥，用于对从该电桥的第二端口输入的直流电压进行功率变换，并将该电桥的第一端口输出功率变换后的直流电压；第二谐振网络，用于对输入的直流电压进行功率变换，并输出变换后的直流电压；第三电桥，用于对从该电桥的第二端口输入的直流电压进行整流，并从该电桥的第一端口输出整流后的直流电压；

其中，第二直流电压为从第一电桥的第一端口输出的直流电压，或者为从第三电桥的第一端口输出的直流电压，或者为从第一电桥的第一端口输出的直流电压和从第三电桥的第一端口输出的直流电压之和；

第一直流电压为从第二电桥的第二端口输入的直流电压，或者为从第四电桥的第二端

口输入的直流电压，或者为从第二电桥的第二端口输入的直流电压和从第四电桥的第二端口输入的直流电压之和。

在一个可行的实施例中，双向能量传输电路的第一端口包括 A 相端、B 相端、C 相端和 N 相端；

当从双向能量传输电路的第一端口输入或输出的为三相交流电压时，该三相交流电压从双向能量传输电路的 A 相端、B 相端、C 相端和 N 相端输入或输出；当从双向能量传输电路的第一端口输入或输出的为单相交流电压时，该单相交流电压从双向能量传输电路的 A 相端和 N 相端输入或输出。

在一个可行的实施例中，储能/滤波电路由电容 C1、电容 C2、电容 C3、电感 L1、电感 L2、电感 L3、开关管 S1 和开关管 S2 构成；

其中，电感 L1 的第一端部通过电容 C1 连接至开关管 S2 的第一端部，电感 L2 的第一端部通过并联的电容 C2 和开关管 S1 连接到开关管 S2 的第一端部，电容 C2 和电容 C3 的第一端部通过电容 C3 连接到开关管 S2 的第一端部，电感 L1 的第一端部、电感 L2 的第一端部和电感 L3 的第一端部分别为 A 相端、B 相端和 C 相端，开关管 S2 的第一端部为 N 相端；电感 L1 的第二端部、电感 L2 的第二端部和电感 L3 的第二端部构成储能/滤波电路的第二端口，开关管 S2 的第二端部为储能/滤波电路的第三端口；

储能/滤波电路的受控端包括开关管 S1 的受控端和开关管 S2 的受控端。

在一个可行的实施例中，开关网络由 MOS 管 Q1、MOS 管 Q2、MOS 管 Q3、MOS 管 Q4、MOS 管 Q5、MOS 管 Q6、开关管 S3、开关管 S4 和开关管 S5 构成，

其中，MOS 管 Q1 的漏极和 MOS 管 Q3 的漏极均连接到 MOS 管 Q5 的漏极，MOS 管 Q1 的源极连接到 MOS 管 Q2 的漏极，MOS 管 Q2 的源极连接到 MOS 管 Q4 的漏极，MOS 管 Q5 的源极连接到 MOS 管 Q6 的漏极，MOS 管 Q2 的源极和 MOS 管 Q4 的源极均连接到 MOS 管 Q6 的源极，开关管 S3 的第一端部连接到 MOS 管 Q1 的源极和 MOS 管 Q2 的漏极之间，开关管 S4 的第一端部连接到 MOS 管 Q3 的源极和 MOS 管 Q4 的漏极之间，开关管 S5 的第一端部连接到 MOS 管 Q5 的源极和 MOS 管 Q6 的漏极之间，MOS 管 Q1 的源极、MOS 管 Q3 的源极和 MOS 管 Q5 的源极构成开关网络的第一端口，MOS 管 Q5 的漏极、MOS 管 Q6 的源极、开关管 S3 的第二端部、开关管 S4 的第二端部和开关管 S5 的第二端部构成开关网络的第二端口；

其中，开关网络的受控端包括 MOS 管 Q1 的栅极、MOS 管 Q2 的栅极、MOS 管 Q3 的栅极、MOS 管 Q4 的栅极、MOS 管 Q5 的栅极、MOS 管 Q6 的栅极、开关管 S3 的受控端、开关管 S4 的受控端和开关管 S5 的受控端。

在一个可行的实施例中，储能电路由电容 C9 和电容 C10 构成，其中，电容 C9 的第二端部连接到电容 C10 的第一端部；

储能/滤波电路的第二端口连接到开关网络的第一端口具体包括：电感 L1 的第二端部连接到 MOS 管 Q1 的源极和 MOS 管 Q2 的漏极之间，电感 L2 的第二端部连接到 MOS 管 Q3 的源极和 MOS 管 Q4 的漏极之间，电感 L3 的第二端部连接到 MOS 管 Q5 的源极和 MOS 管 Q6 的漏极之间；

开关网络的第二端口连接到储能电路的第一端口具体包括：MOS 管 Q5 的漏极连接到

电容 C9 的第一端部, MOS 管 Q6 的源极连接到电容 C10 的第二端部, 开关管 S3 的第二端部、开关管 S4 的第二端部和开关管 S5 的第二端部均连接到电容 C9 的第一端部和电容 C10 的第二端部之间;

储能/滤波电路的第三端口连接到储能电路的第一端口具体包括: 开关管 S2 的第二端部连接到电容 C9 的第二端部和电容 C10 的第一端部之间。

在一个可行的实施例中, 第一电桥、第二电桥、第三电桥和第四电桥中的每个电桥由第一 MOS 管、第二 MOS 管、第三 MOS 管和第四 MOS 管构成,

其中, 对于每个电桥, 第三 MOS 管的漏极连接到第一 MOS 管的漏极, 第一 MOS 管的源极连接到第二 MOS 管的漏极, 第三 MOS 管的源极连接到第二 MOS 管的漏极, 第四 MOS 管的源极连接到第二 MOS 管的源极;

第一谐振网络和第二谐振网络中的每个谐振网络由第一电容、第一电感、变压器、第二电感和第二电容构成,

其中, 对于每个谐振网络, 第一电容的第二端部通过第一电感连接到变压器初级线圈的同名端, 变压器次级线圈的同名端通过第二电感连接到第二电容的第一端部;

其中, 第一电桥、第二电桥、第三电桥和第四电桥中的每个电桥的受控端包括第一 MOS 管的栅极、第二 MOS 管的栅极、第三 MOS 管的栅极和第四 MOS 管的栅极。

在一个可行的实施例中, 第一电桥的第二端口连接到第一谐振网络的第一端口, 具体包括: 第一谐振网络的第一电容的第一端部连接到第一电桥中第三 MOS 的源极和第四 MOS 管的漏极之间, 和第一谐振网络的变压器的初级线圈的异名端到第一电桥中第一 MOS 的源极和第二 MOS 管的漏极之间;

第一谐振网络的第二端口连接到第二电桥的第一端口具体包括: 第一谐振网络的第二电容的第二端部连接到第二电桥中第一 MOS 的源极和第二 MOS 管的漏极之间, 和第一谐振网络的变压器的次级线圈的异名端到第二电桥中第三 MOS 的源极和第四 MOS 管的漏极之间;

第三电桥的第二端口连接到第二谐振网络的第一端口具体包括: 第二谐振网络的第一电容的第一端部连接到第三电桥中第三 MOS 的源极和第四 MOS 管的漏极之间, 和第二谐振网络的变压器的初级线圈的异名端到第三电桥中第一 MOS 的源极和第二 MOS 管的漏极之间;

第二谐振网络的第二端口连接到第四电桥的第一端口具体包括: 第二谐振网络的第二电容的第二端部连接到第四电桥中第一 MOS 的源极和第二 MOS 管的漏极之间, 和第二谐振网络的变压器的次级线圈的异名端到第四电桥中第三 MOS 的源极和第四 MOS 管的漏极之间。

在一个可行的实施例中, 双向转换电路的第二端口连接到 DCDC 电路的第一端口, 具体包括:

第一电桥中的第一 MOS 管的漏极连接到电容 C9 的第一端部, 第一电桥中第二 MOS 管的源极和第三电桥中第一 MOS 管的漏极均连接到电容 C9 的第二端部和电容 C10 的第一端部之间, 第二电桥的第二 MOS 管的源极连接到电容 C10 的第二端部。

在一个可行的实施例中, 控制器控制储能/滤波电路和开关网络处于第一状态 st1, 具体

包括：

控制器控制储能/滤波电路中的开关管 S1、开关管 S2 和开关网络中的 MOS 管 Q1、MOS 管 Q2、MOS 管 Q3、MOS 管 Q4、MOS 管 Q5、MOS 管 Q6、开关管 S3、开关管 S4 和开关管 S5 分别按照各自对应的第一预设规则断开和导通，以实现：

储能/滤波电路对从其第一端口输入的三相交流电压进行储能，并从其第二端口输出直流电压；开关网络对从其第一端口输入的直流电压进行功率变换，并从其第二端口输出变换后的直流电压；储能网络对从其第一端口输入的直流电压进行储能，并从其第二端口输出第二直流电压。

在一个可行的实施例中，控制器控制储能/滤波电路和开关网络处于第五状态 st5，具体包括：

控制器控制储能/滤波电路中的开关管 S1、开关管 S2 和开关网络中的 MOS 管 Q1、MOS 管 Q2、MOS 管 Q3、MOS 管 Q4、MOS 管 Q5、MOS 管 Q6、开关管 S3、开关管 S4 和开关管 S5 分别按照各自对应的第二预设规则断开和导通，以实现：

储能网络对从其第二端口输入的直流电压进行储能，并从其第一端口输出直流电压；开关网络对从其第二端口输入的直流电压进行功率变换，并从其第一端口输出变换后的直流电压；储能/滤波电路对从其第二端口输入的电压进行滤波，并从其第一端口输出三相交流电压。

在一个可行的实施例中，控制器控制储能/滤波电路和开关网络处于第三状态 st3，具体包括：

控制器控制储能/滤波电路中的开关管 S1 闭合和开关管 S2 断开，控制开关网络中的开关管 S5 断开，MOS 管 Q5 开路 and MOS 管 Q6 开路，并控制开关网络中的 MOS 管 Q1、MOS 管 Q2、MOS 管 Q3、MOS 管 Q4、开关管 S3 和开关管 S4 分别按照对应的第三预设规则断开和导通，以实现：

储能/滤波电路对从其第一端口输入的单相交流电压进行储能，并从其第二端口输出直流电压；开关网络对从其第一端口输入的直流电压进行功率变换，并从其第二端口输出变换后的直流电压；储能网络对从其第一端口输入的直流电压进行储能，并从其第二端口输出第二直流电压。

在一个可行的实施例中，控制器控制储能/滤波电路和开关网络处于第六状态 st6，具体包括：

控制器控制储能/滤波电路中的开关管 S1 闭合和开关管 S2 断开，控制开关网络中的开关管 S3、开关管 S4 和开关管 S5 均断开，MOS 管 Q5 开路 and MOS 管 Q6 开路，并控制开关网络中的 MOS 管 Q1、MOS 管 Q2、MOS 管 Q3、MOS 管 Q4、开关管 S3 和开关管 S4 分别按照对应的第四预设规则断开和导通，以实现：

储能网络对从其第二端口输入的直流电压进行储能，并从该储能电路的第一端口输出直流电压；开关网络对从其第二端口输入的直流电压进行功率变换，并从其第一端口输出变换后的直流电压；储能/滤波电路对从其第二端口输入的电压进行滤波，并从其第一端口输出单相交流电压。

在一个可行的实施例中，控制器控制储能/滤波电路和开关网络处于第三状态 st3，具体

包括：

控制器控制储能/滤波电路中的开关管 S1 闭合和开关管 S2 断开，控制开关网络中的开关管 S3、开关管 S4 和开关管 S5 均断开，MOS 管 Q5 开路 and MOS 管 Q6 开路，并控制开关网络中的 MOS 管 Q1、MOS 管 Q2、MOS 管 Q3、MOS 管 Q4、开关管 S3 和开关管 S5 分别按照对应的第五预设规则断开和导通，以实现：

储能/滤波电路对从储能/滤波电路的第一端口输入的单相交流电压进行储能，并从储能/滤波电路的第二端口输出直流电压；开关网络对从该开关网络第一端口输入的直流电压进行功率变换，并从开关网络的第二端口输出变换后的直流电压；储能网络对从该储能网络第一端口输入的直流电压进行储能，并从该储能电路的第二端口输出第二直流电压。

在一个可行的实施例中，控制器控制储能/滤波电路和开关网络处于第六状态 st6，具体包括：

控制器控制储能/滤波电路中的开关管 S1 断开和开关管 S2 闭合，控制开关网络中的开关管 S3、开关管 S4 和开关管 S5 均断开，MOS 管 Q3、MOS 管 Q4、MOS 管 Q5 和 MOS 管 Q6 均开路，并控制开关网络中的 MOS 管 Q1 和 MOS 管 Q2 分别按照对应的第六预设规则断开和导通，以实现：

储能网络对从该储能网络第二端口输入的直流电压进行储能，并从该储能电路的第一端口输出直流电压；开关网络对从该开关网络第二端口输入的直流电压进行功率变换，并从开关网络的第一端口输出变换后的直流电压；储能/滤波电路对从储能/滤波电路的第二端口输入的电压进行滤波，并从储能/滤波电路的第一端口输出单相交流电压。

在一个可行的实施例中，控制器控制第一电桥、第二电桥、第三电桥和第四电桥处于第二状态 st2，具体包括：

控制器控制第一电桥、第二电桥、第三电桥和第四电桥中的 MOS 管按照第七预设规则断开和导通，以实现：

第一电桥和第三电桥，用于对从该电桥的第一端口输入的直流电压进行功率变换，并从该电桥的第二端口输出功率变换后的直流电压；第一谐振网络和第二谐振网络，用于对输入的直流电压进行功率变换，并输出变换后的直流电压；第二电桥和第四电桥，用于对从该电桥的第一端口输入的直流电压进行整流，并从该电桥的第二端口输出整流后的直流电压。

在一个可行的实施例中，控制器控制第一电桥、第二电桥、第三电桥和第四电桥处于第四状态 st4，具体包括：

控制器控制第一电桥、第二电桥、第三电桥和第四电桥中的 MOS 管按照第八预设规则断开和导通，以实现：

第二电桥和第四电桥，用于对从该电桥的第二端口输入的直流电压进行功率变换，并将该电桥的第一端口输出变换后的直流电压；第一谐振网络和第二谐振网络，用于对输入的直流电压进行功率变换，并输出变换后的直流电压；第一电桥和第三电桥，用于对从该电桥的第二端口输入的直流电压进行整流，并从该电桥的第一端口输出整流后的直流电压。

在一个可行的实施例中，控制器控制第一电桥、第二电桥、第三电桥和第四电桥处于

第二状态 st2，具体包括：

控制器控制第三电桥中的 MOS 管短路和第四电桥中的 MOS 管开路，并控制第一电桥和第二电桥中的 MOS 管按照第九预设规则断开和导通，以实现：

第一电桥，用于对从该电桥的第一端口输入的直流电压进行功率变换，并从该电桥的第二端口输出功率变换后的直流电压；第一谐振网络，用于对输入的直流电压进行功率变换，并输出变换后的直流电压；第二电桥，用于对从该电桥的第一端口输入的直流电压进行整流，并从该电桥的第二端口输出整流后的直流电压；

控制器控制第一电桥、第二电桥、第三电桥和第四电桥处于第四状态 st4，具体包括：

控制器控制第三电桥中的 MOS 管均短路和第四电桥中的 MOS 管均开路，并控制第一电桥和第二电桥中的 MOS 管按照第十预设规则断开和导通，以实现：

第二电桥，用于对从该电桥的第二端口输入的直流电压进行功率变换，并将从该电桥的第一端口输出变换后的直流电压；第一谐振网络，用于对输入的直流电压进行功率变换，并输出变换后的直流电压；第一电桥，用于对从该电桥的第二端口输入的直流电压进行整流，并从该电桥的第一端口输出整流后的直流电压。

在一个可行的实施例中，控制器控制第一电桥、第二电桥、第三电桥和第四电桥处于第二状态 st2，具体包括：

控制器控制第一电桥中的 MOS 管短路和第二电桥中的 MOS 管开路，并控制第三电桥和第四电桥中的 MOS 管按照第十一预设规则断开和导通，以实现：

第三电桥，用于对从该电桥的第一端口输入的直流电压进行功率变换，并从该电桥的第二端口输出功率变换后的直流电压；第二谐振网络，用于对输入的直流电压进行功率变换，并输出变换后的直流电压；第四电桥，用于对从该电桥的第一端口输入的直流电压进行整流，并从该电桥的第二端口输出整流后的直流电压；

控制器控制第一电桥、第二电桥、第三电桥和第四电桥处于第四状态 st4，具体包括：

控制器控制第一电桥中的 MOS 管均短路和第二电桥中的 MOS 管均开路，并控制第三电桥和第四电桥中的 MOS 管按照第十二预设规则断开和导通，以实现：

第四电桥，用于对从该电桥的第二端口输入的直流电压进行功率变换，并将从该电桥的第一端口输出变换后的直流电压；第二谐振网络，用于对输入的直流电压进行功率变换，并输出变换后的直流电压；第三电桥，用于对从该电桥的第二端口输入的直流电压进行整流，并从该电桥的第一端口输出整流后的直流电压。

第二方面，本申请实施例提供一种车载充电器，包括如第一方面所述的双向能量传输装置。

第三方面，本申请实施例提供一种电动汽车，包括如第一方面所述的双向能量传输装置或者如第二方面所述的车载充电器。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍。

图 1 为现有技术中的能量传输电路示意图；

图 2 为本申请实施例提供的一种双向能量传输装置的应用场景示意图；
图 3a 为本申请实施例提供的一种双向能量传输装置的结构示意图；
图 3b 为本申请实施例提供的另一种双向能量传输装置的结构示意图；
图 4a 为本申请实施例提供的一种双向转换电路的结构示意图；
图 4b 为本申请实施例提供的一种逆 DCDC 电路的结构示意图；
图 5a 为本申请实施例提供的一种双向能量传输电路的具体结构示意图；
图 5b 为本申请实施例提供的储能器件的输入输出端口示意图；
图 6 为本申请实施例提供的另一种双向能量传输电路的具体结构示意图；
图 7 为本申请实施例提供的另一种双向能量传输电路的具体结构示意图；
图 8 为本申请实施例提供的另一种双向能量传输电路的具体结构示意图；
图 9 为本申请实施例提供的另一种双向能量传输电路的具体结构示意图；
图 10 为本申请实施例提供的另一种双向能量传输电路的具体结构示意图；
图 11 为本申请实施例提供的另一种双向能量传输电路的具体结构示意图。

具体实施方式

为了使本技术领域的人员更好地理解本申请方案，下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。

参见图 2，图 2 为本申请实施例提供的一种应用场景示意图。如图 2 所示，该应用场景包括第一电动汽车 200、充电桩 201、第二电动汽车 202 和用电器 203。

其中第一电动汽车 200 和第二电动汽车 202 中包含双向能量传输装置，该双向能量传输装置用于将三相交流电压转换或者单相交流电压为直流电压，或者将直流电压转换为三相交流电压或者单相交流电压。

比如上述充电桩 201 可以是三相交流电充电桩，或者单相交流电充电桩，可以通过上述双向能量传输装置可将三相交流电充电桩的三相交流电压或单相交流电充电桩的单相交流电压转换为直流电压，从而实现第一电动汽车 200 进行充电。

再比如在第二电动汽车 202 电量不足或者没电，且周围没充电桩时，可通过第一电动汽车 200 中的双向能量传输装置将第一电动汽车 200 中蓄电池的直流电压转换为三相交流电压或者单相交流电压，再通过第二电动汽车 202 中的双向能量传输装置将三相交流电压或者单相交流电压转换为直流电压，从而实现第二电动汽车 202 进行充电。

再比如，第一电动汽车 200 为房车，在野外时，需要使用用电器 203 比如电饭煲，电磁炉做饭时，可通过第一电动汽车 200 中的双向能量传输装置将第一电动汽车中蓄电池的直流电压转换为单相交流电压，从而实现为用电器供电。

其中，上述第一电动汽车 200 或第二电动汽车 202 可以为纯电动汽车，或者为电+其他能源的混合动力汽车。

参见图 3a，图 3a 为本申请实施例提供一种双向能量传输装置的示意图。如图 3a 所示，该双向能量传输装置 30 包括双向能量传输电路 300 和控制器 303，其中，控制器 303 的控制端 303a 与双向能量传输电路 300 的受控端 300c 相连接。

控制器 303 用于控制双向能量传输电路 300 处于整流工作状态, 以实现将从双向能量传输电路 300 的第一端口 300a 输入的三相或单相交流电压转换为第一直流电压, 并从双向能量传输电路 300 的第二端口 300b 输出, 或者用于控制双向能量传输电路 300 处于逆变工作状态, 以实现将从双向能量传输电路 300 的第二端口 300b 输入的第一直流电压转换为三相或者单相交流电压, 并从双向能量传输电路的第一端口 300a 输出。

可选地, 整流工作状态包括第一整流工作状态和第二整流工作状态, 控制器 303 控制双向能量传输电路 300 处于整流工作状态, 具体包括:

当检测到双向能量传输电路 300 的第一端口 300a 输入的是三相交流电压时, 控制器 303 控制双向能量传输电路 300 处于第一整流工作状态, 以实现将三相交流电压转换为第一直流电压, 并从双向能量传输电路 300 的第二端口 300b 输出;

当检测到双向能量传输电路 300 的第一端口 300a 输入的是单相交流电压时, 控制器 303 控制双向能量传输电路 300 处于第一整流工作状态, 以实现将三相交流电压转换为第一直流电压, 并从双向能量传输电路 300 的第二端口 300b 输出。

可选地, 逆变工作状态包括第一逆变工作状态和第二逆变工作状态, 控制器 303 控制双向能量传输电路 300 处于逆变工作状态, 具体包括:

当检测到双向能量传输电路 300 的第一端口 300a 输出的是三相交流电压时, 控制器 303 控制双向能量传输电路 300 处于第一逆变工作状态, 以实现将从双向能量传输电路 300 的第二端口 300b 输入的第一直流电压转换为三相交流电压, 并从双向能量传输电路 300 的第一端口 300a 输出;

当检测到双向能量传输电路 300 的第一端口 300a 输出的是单相交流电压时, 控制器 303 控制双向能量传输电路 300 处于第二逆变工作状态, 以实现将从双向能量传输电路 300 的第二端口 300b 输入的第一直流电压转换为单相交流电压, 并从双向能量传输电路 300 的第一端口 300a 输出。

在此需要指出的是, 检测双向能量传输电路 300 的第一端口 300a 输入或者输出的是三相交流电压还是单相交流电压可以通过检测双向能量传输电路 300 的第一端口 300a 所连接的接头类型; 当接头类型为四孔接头时, 确定双向能量传输电路 300 的第一端口 300a 输入或者输出的是三相交流电压; 当接头类型为两孔接头时, 确定双向能量传输电路 300 的第一端口 300a 输入或者输出的是单相交流电压。

如图 3b 所示, 双向能量传输电路 300 包括双向转换电路 301 和 DCDC 电路 302, 其中, 双向转换电路 301 的第二端口 301b 与 DCDC 电路的第一端口 302a 连接, 控制器 303 的控制端 303a 与双向能量传输电路 300 的受控端 300c 连接, 具体包括: 控制器 303 的控制端 303b 与双向转换电路 301 的受控端 301c 和 DCDC 电路 302 的受控端 302c 连接。

具体地, 控制器控制双向能量传输电路处于第一整流状态, 具体包括:

控制器 303 控制双向转换电路 301 处于第一工作状态, 以实现将从双向转换电路 301 的第一端口 301a 输入的三相交流电压转换为第二直流电压, 并从双向转换电路 301 的第二端口 301b 输出, 并控制 DCDC 电路 302 处于第二工作状态, 以实现将从 DCDC 电路 302 的第一端口 302a 输入的第二直流电压转换为第一直流电压, 并从 DCDC 电路 302 的第二端口 302b 输出;

控制器 303 控制双向能量传输电路 300 处于第二整流状态，具体包括：

控制器 303 控制双向转换电路 301 处于第三工作状态，以实现将从双向转换电路 301 的第一端口 301a 输入的单相交流电压转换为第二直流电压，并从双向转换电路 301 的第二端口 301b 输出；并控制 DCDC 电路 302 处于第二工作状态，以实现将从 DCDC 电路 302 的第一端口 302a 输入的第二直流电压转换为第一直流电压，并从 DCDC 电路 302 的第二端口 302b 输出；其中，第一直流电压的电压值与第二直流电压的电压值不相同或相同。

具体地，控制器 303 控制双向能量传输电路 300 处于第一逆变状态，具体包括：

控制器 303 控制 DCDC 电路 302 处于第四工作状态，以实现将从 DCDC 电路 302 的第二端口 302b 输入的第一电压转换为第二直流电压，并从所 DCDC 电路 302 的第一端口 302a 输出；并控制双向转换电路 301 处于第五工作状态，以实现将从双向转换电路 301 的第二端口 301b 输入的第二直流电压转换为三相交流电压，并从双向转换电路 301 的第一端口 301a 输出；

控制器 303 控制双向能量传输电路处于第二逆变状态，具体包括：

控制器 303 控制 DCDC 电路 302 处于第四工作状态，以实现将从 DCDC 电路 302 的第二端口 302b 输入的第一电压转换为第二直流电压，并从 DCDC 电路 302 的第一端口 302a 输出；并控制双向转换电路 301 处于第六工作状态，以实现将从双向转换电路 301 的第二端口 301b 输入的第二直流电压转换为单相交流电压，并从双向转换电路 301 的第一端口 301a 输出。

当第一直流电压和第二直流电压相同时，DCDC 电路 302 起到隔离的作用。

在此需要说明的是，将三相交流电压或者单相交流电压从双向转换电路 301 的第一端口 301a 输入，且从 DCDC 电路 302 的第二端口 302b 输出直流电压的过程称为能量正向传输过程或者整流过程；将直流电压从 DCDC 电路 302 的第二端口 302b 输入，且从双向转换电路 301 的第一端口 301a 输出三相交流电压或者单相交流电压的过程称为能量逆向传输过程或者逆变过程。

其中，当三相交流电压或者单相交流电压从双向转换电路 301 的第一端口 301a 输入，从双向转换电路 301 的第二端口 301b 输出直流电压时，双向转换电路 301 可以看成是一个 PFC 电路，该电路用于将交流电压转换为直流电压；当直流电压从双向转换电路 301 的第二端口 301b 输入时，从双向转换电路 301 的第一端口 301a 输出三相交流电压或单相交流电压时，双向转换电路 301 可以看成是一个逆变电路，该电路用于将直流电压转换为三相或单相交流电压。

上述双向能量传输电路 300 可实现将三相或者单相交流电压转换为直流电压，或者将直流电压转换为三相或者单相交流电压。

比如双向能量传输电路 300 的输入 380V 的三相交流电压，即双向转换电路 301 的第一端口 301a 输入的是 380V 的三相交流电压，双向转换电路 301 的第二端口 301b 输出直流电压，该直流电压的范围为 660V-1000V，比如双向转换电路 301 的第二端口 301b 输出是 800V 的直流电压，由于双向转换电路 301 的第二端口 301b 连接至 DCDC 电路 302 的第一端口 302a，因此 DCDC 电路 302 的第一端口 302a 输入也是 800V 直流电压，DCDC 电路 302 的第二端口 302b 输出直流电压的范围为 200V-500V；逆向同理。

在此需要说明的是，上述直流电压的范围为 660V-1000V 和 800V 的直流电压只是一个示例，不是对本申请的限定，当然还可以是其他范围或者其他值。

双向转换电路 301 的第一端口 301a 包括 A 相端、B 相端、C 相端及 N 相端，当双向转换电路 301 的第一端口 301a 输入或者输出的电压是三相交流电压时，该三相交流电压通过双向转换电路 301 的 A 相端、B 相端、C 相端及 N 相端输入或者输出；当双向转换电路 301 的第一端口 301a 输入或者输出的电压是单相交流电压时，该单相交流电压通过双向转换电路 301 的 A 相端及 N 相端输入或者输出。

下面具体介绍上述双向转换电路 301 和 DCDC 电路 302 的具体结构。

如图 4a 所示，双向转换电路 301 包括储能/滤波电路 3011、开关网络 3012 和储能电路 3013。

其中，储能/滤波电路 3011 的第一端口 3011a 为双向转换电路 301 的第一端口 301a，储能/滤波电路 3011 的第二端口 3011b 与开关网络 3012 的第一端口 3012a 连接，开关网络 3012 的第二端口 3012b 与储能电路 3013 的第一端口 3013a 连接；储能/滤波电路 3011 的第三端口 3011c 与储能电路 3013 的第一端口 3013a 连接，储能电路 3013 的第二端口 3013b 为双向转换电路 301 的第二端口 301b，双向转换电路 301 的受控端 301c 包括储能/滤波电路 3011 的受控端 3011d 和开关网络 3012 的受控端 3012c，也就是说控制器 303 的控制端 303a 连接到双向转换电路 301 的受控端 301c 具体是指控制器 303 的控制端 303a 连接到储能/滤波电路 3011 的受控端 3011d 和开关网络 3012 的受控端 3012c。

如图 4b 所示，DCDC 电路 302 包括储能器件、四个电桥和两个谐振网络。其中，第一电桥 3021 中的第二端口 3021b 与第一谐振网络 3022 的第一端口 3022a 连接，第一谐振网络 3022 的第二端口 3022b 与第二电桥 3023 的第一端口 3023a 连接；第三电桥 3025 中的第二端口 3025b 与第二谐振网络 3026 的第一端口 3026a 连接，第二谐振网络 3026 的第二端口 3026b 与第四电桥 3027 的第一端口 3027a 连接；第二电桥 3023 的第二端口 3023b 和第四电桥 3027 的第二端口 3027b 均与储能器件 3024 的第一端口 3024a 连接；DCDC 电路 302 的第一端口包括第一电桥 3021 的第一端口 3021a 和第三电桥 3025 的第一端口 3025a，DCDC 电路 302 的第二端口 302b 为储能器件 3024 的第二端口 3024b。DCDC 电路 302 的受控端 302c 包括第一电桥 3021 的受控端 3021c、第二电桥 3023 的受控端 3023c、第三电桥 3025 的受控端 3025c 和第四电桥 3027 的受控端 3027c，也就是说，控制器 303 的控制端 303a 与 DCDC 电路 302 的受控端 302c 具体是指控制器 303 的控制端 303a 与第一电桥 3021 的受控端 3021c、第二电桥 3023 的受控端 3023c、第三电桥 3025 的受控端 3025c 和第四电桥 3027 的受控端 3027c 相连接。

对于图 4a 所示的电路结构，控制器 303 通过其控制端 303a 分别向双向转换电路 301 中的储能/滤波电路 3011 和开关网络 3012 发送控制信号，以使双向转换电路 301 实现不同的电压之间的转换。

具体地，控制器 303 控制双向转换电路 301 处于第一工作状态，具体包括：

控制器 303 通过其控制端 303a 分别向储能/滤波电路 3011 和开关网络 3012 发送控制信号，控制储能/滤波电路 3011 和开关网络 3012 处于第一状态 st1，以实现：

储能/滤波电路 3011 对从其第一端口 3011a 输入的三相交流电压进行储能，并从其第二

端口 3011b 输出直流电压 ; 开关网络 3012 对从其第一端口 3012a 输入的直流电压进行功率变换 , 并从其第二端口 3012b 输出变换后的直流电压 ; 储能网络 3013 对从其第一端口 3013a 输入的直流电压进行储能 , 并从其第二端口 3013b 输出第二直流电压 ;

控制器 303 控制双向转换电路 301 处于第三工作状态 , 具体包括 :

控制器 303 控制储能/滤波电路 3011 和开关网络 3012 处于第三状态 st3 , 以实现 :

储能/滤波电路 3011 对从其第一端口 3011a 输入的单相交流电压进行储能 , 并从其第二端口 3011b 输出直流电压 ; 开关网络 3012 对从其第一端口 3012a 输入的直流电压进行功率变换 , 并从其第二端口 3012b 输出变换后的直流电压 ; 储能网络 3013 对从其第一端口 3013a 输入的直流电压进行储能 , 并从其第二端口 3013b 输出第二直流电压 ;

控制器 303 控制双向转换电路 301 处于第五工作状态 , 具体包括 :

控制器 303 控制储能/滤波电路 3011 和开关网络处于第五状态 st5 , 以实现 :

储能网络 3013 对从其第二端口 3013b 输入的直流电压进行储能 , 并从其第一端口 3013a 输出直流电压 ; 开关网络 3012 对从其第二端口 3012b 输入的直流电压进行功率变换 , 并从其第一端口 3012a 输出变换后的直流电压 ; 储能/滤波电路 3011 对从其第二端口 3011b 输入的直流电压进行滤波 , 并从其第一端口 3011a 输出三相交流电压 ;

控制器 303 控制双向转换电路处于第六工作状态 , 具体包括 :

控制器 303 控制储能/滤波电路 3011 和开关网络 3012 处于第六状态 st6 , 以实现 :

储能网络 3013 对从其第二端口 3013b 输入的直流电压进行储能 , 并从其第一端口 3013a 输出直流电压 ; 开关网络 3012 对从其第二端口 3012b 输入的直流电压进行功率变换 , 并从其第一端口 3012a 输出变换后的直流电压 ; 储能/滤波电路 3011 对从其第二端口 3011b 输入的直流电压进行滤波 , 并从其第一端口 3011a 输出单相交流电压。

对于图 4b 所示的电路结构 , 控制器 303 通过其控制端 303a 分别向 DCDC 电路 302 中的第一电桥 3021、第二电桥 3023、第三电桥 3025 和第四电桥 3027 发送控制信号 , 以控制第一电桥 3021、第二电桥 3023、第三电桥 3025 和第四电桥 3027 处于不同的工作状态 , 以使 DCDC 电路 302 实现不同的电压之间的转换。

具体地 , 控制器 303 控制 DCDC 电路处于第二工作状态 , 具体包括 :

控制器 303 控制第一电桥 3021、第二电桥 3023、第三电桥 3025 和第四电桥 3027 处于第二状态 st2 , 以实现 :

第一电桥 3021 , 用于对从该电桥 3021 的第一端口 3021a 输入的直流电压进行功率变换 , 并从该电桥 3021 的第二端口 3021b 输出功率变换后的直流电压 ; 第一谐振网络 3022 , 用于对输入的直流电压进行功率变换 , 并输出变换后的直流电压 ; 第二电桥 3023 , 用于对从该电桥 3023 的第一端口 3023a 输入的直流电压进行整流 , 并从该电桥 3023 的第二端口 3023b 输出整流后的直流电压 ;

和/或

第三电桥 3025 , 用于对从该电桥的第一端口 3025a 输入的直流电压进行功率变换 , 并从该电桥 3025 的第二端口 3025b 输出功率变换后的直流电压 ; 第二谐振网络 3026 , 用于对输入的直流电压进行功率变换 , 并输出变换后的直流电压 ; 第四电桥 3027 , 用于对从该电桥 3027 的第一端口 3027a 输入的直流电压进行整流 , 并从该电桥 3027 的第二端口 3027b

输出整流后的直流电压；

其中，第二直流电压为从第一电桥 3021 的第一端口 3021a 输入的直流电压，或者为从第三电桥 3025 的第一端口 3025a 输入的直流电压，或者为从第一电桥 3021 的第一端口 3021a 输入的直流电压和从第三电桥 3025 的第一端口 3025a 输入的直流电压之和；

第一直流电压为从第二电桥 3023 的第二端口 3023b 输出的直流电压，或者为从第四电桥 3027 的第二端口 3027b 输出的直流电压，或者为从第二电桥 3023 的第二端口 3023b 输出的直流电压和从第四电桥 3027 的第二端口 3027b 输出的直流电压之和；

控制器 303 控制 DCDC 电路 302 处于第四工作状态，具体包括：

控制器 303 控制第一电桥 3021、第二电桥 3023、第三电桥 3025 和第四电桥 3027 处于第四状态 st4，以实现：

第二电桥 3023，用于对从该电桥 3023 的第二端口 3023b 输入的直流电压进行功率变换，并将从该电桥 3023 的第一端口 3023a 输出变换后的直流电压；第一谐振网络 3022，用于对输入的直流电压进行功率变换，并输出变换后的直流电压；第一电桥 3021，用于对从该电桥 3021 的第二端口 3021b 输入的直流电压进行整流，并从该电桥 3021 的第一端口 3021a 输出整流后的直流电压；

和/或

第四电桥 3027，用于对从该电桥 3027 的第二端口 3027b 输入的直流电压进行功率变换，并将从该电桥 3027 的第一端口 3027a 输出功率变换后的直流电压；第二谐振网络 3026，用于对输入的直流电压进行功率变换，并输出变换后的直流电压；第三电桥 3025，用于对从该电桥 3025 的第二端口 3025b 输入的直流电压进行整流，并从该电桥 3025 的第一端口 3025a 输出整流后的直流电压；

其中，第二直流电压为从第一电桥 3021 的第一端口 3021a 输出的直流电压，或者为从第三电桥 3025 的第一端口 3025a 输出的直流电压，或者为从第一电桥 3021 的第一端口 3021a 输出的直流电压和从第三电桥 3025 的第一端口 3025a 输出的直流电压之和；

第一直流电压为从第二电桥 3023 的第二端口 3023b 输入的直流电压，或者为从第四电桥 3027 的第二端口 3027b 输入的直流电压，或者为从第二电桥 3023 的第二端口 3023b 输入的直流电压和从第四电桥 3027 的第二端口 3027b 输入的直流电压之和。

在此需要指出的是，在此需要指出的是，第一电桥 3021 的第一端口 3021a 和第三电桥 3025 的第一端口 3025a 共同构成 DCDC 电路 302 的第一端口 302a，储能器件 3024 的第二端口 3024b 为 DCDC 电路 302 的第二端口 302b。双向转换电路 301 的第二端口 301b 连接到 DCDC 电路 302 的第一端口 302a，具体是指双向转换电路 301 中的储能电路 3013 的第二端口连接到 DCDC 电路 302 中第一电桥 3021 的第一端口 3021a 和第二电桥 3025 的第一端口 3025a。

具体地，如图 5a 所示，储能/滤波电路 3011 由电容 C1、电容 C2、电容 C3、电感 L1、电感 L2、电感 L3、开关管 S1 和开关管 S2 构成；

其中，其中，电感 L1 的第一端部通过电容 C1 连接至开关管 S2 的第一端部，电感 L2 的第一端部通过并联的电容 C2 和开关管 S1 连接到开关管 S2 的第一端部，电容 C2 和电容 L3 的第一端部通过电容 C3 连接到开关管 S2 的第一端部，电感 L1 的第一端部、电感 L2

的第一端部和电感 L3 的第一端部分别为 A 相端、B 相端和 C 相端，开关管 S2 的第一端部为 N 相端；电感 L1 的第二端部、电感 L2 的第二端部和电感 L3 的第二端部构成储能/滤波电路的第二端口，开关管 S2 的第二端部为储能/滤波电路 3011 的第三端口 3011c；储能/滤波电路 3011 的受控端 3011d 包括开关管 S1 的受控端和开关管 S2 的受控端。

如图 5a 所示，开关网络 3012 由 MOS 管 Q1、MOS 管 Q2、MOS 管 Q3、MOS 管 Q4、MOS 管 Q5、MOS 管 Q6 构成、开关管 S3，开关管 S4 和开关管 S5 构成；

其中，MOS 管 Q1 的漏极和 MOS 管 Q3 的漏极均连接至 MOS 管 Q5 的漏极，MOS 管 Q2 的源极和 MOS 管 Q4 的源极均连接至 MOS 管 Q6 的源极，MOS 管 Q1 的源极连接至 MOS 管 Q2 的漏极，MOS 管 Q3 的源极连接至 MOS 管 Q4 的漏极，MOS 管 Q5 的源极连接至 MOS 管 Q6 的漏极，开关管 S3 的第一端部连接到 MOS 管 Q1 的源极和 MOS 管 Q2 的漏极之间，开关管 S4 的第一端部连接到 MOS 管 Q3 的源极和 MOS 管 Q4 的漏极之间，开关管 S5 的第一端部连接到 MOS 管 Q5 的源极和 MOS 管 Q6 的漏极之间，MOS 管 Q1 的源极、MOS 管 Q3 的源极和 MOS 管 Q5 的源极构成开关网络 3012 的第一端口 3012a，MOS 管 Q5 的漏极、MOS 管 Q6 的源极、开关管 S3 的第二端部、开关管 S4 的第二端部和开关管 S5 的第二端部构成开关网络 3012 的第二端口 3012b；

储能/滤波电路 3011 的第二端口 3011b 连接至开关网络 3012 的第一端口 3012a，具体是电感 L1 的第二端部连接至 MOS 管 Q1 的源极和 MOS 管 Q2 的漏极之间，电感 L2 的第二端部连接至 MOS 管 Q3 的源极和 MOS 管 Q4 的漏极之间，电感 L3 的第二端部连接至 MOS 管 Q5 的源极和 MOS 管 Q6 的漏极之间。

在此需要说明的是，本申请中的开关管可以通过两个串联的 MOS 管实现，开关管的受控端为两个 MOS 管的栅极。

如图 5a 所示，储能电路由电容 C9 和电容 C10 构成，其中，电容 C9 的第二端部连接到电容 C10 的第一端部；

储能/滤波电路 3011 的第二端口 3011b 连接到开关网络 3012 的第一端口 3012a 具体包括：电感 L1 的第二端部连接到 MOS 管 Q1 的源极和 MOS 管 Q2 的漏极之间，电感 L2 的第二端部连接到 MOS 管 Q3 的源极和 MOS 管 Q4 的漏极之间，电感 L3 的第二端部连接到 MOS 管 Q5 的源极和 MOS 管 Q6 的漏极之间；

开关网络 3012 的第二端口 3012b 连接到储能电路 3013 的第一端口 3013a 具体包括：MOS 管 Q5 的漏极连接到电容 C9 的第一端部，MOS 管 Q6 的源极连接到电容 C10 的第二端部，开关管 S3 的第二端部、开关管 S4 的第二端部和开关管 S5 的第二端部均连接到电容 C9 的第一端部和电容 C10 的第二端部之间；

储能/滤波电路 3011 的第三端口 3011c 连接到储能电路 3013 的第一端口 3013a 具体包括：开关管 S2 的第二端部连接到电容 C9 的第二端部和电容 C10 的第一端部之间。

如图 5a 所示，第一电桥 3021 由 MOS 管 Q7、MOS 管 Q8、MOS 管 Q9 和 MOS 管 Q10 构成，其中，MOS 管 Q7 的漏极连接至 MOS 管 Q9 的漏极，MOS 管 Q7 的源极连接至 MOS 管 Q8 的漏极，MOS 管 Q9 的源极连接至 MOS 管 Q10 的漏极，MOS 管 Q10 的源极连接至 MOS 管 Q8 的源极。

第一谐振网络 3022 由电容 C4、电感 L4、变压器 T1、电容 C6 和电感 L6 构成，其中，

电容 C4 的第二端部通过电感 L4 连接至变压器 T1 的初级线圈的同名端,变压器 T1 的次级线圈的同名端通过电感 L6 连接至电容 C6 的第一端部。

在此需要指出的是,第一谐振网络 3022 的第一端口 3022a 与第一电桥 3021 的第二端口 3021b 连接具体是第一谐振网络 3022 中的电容 C4 的第一端部连接到第一电桥 3021 中的 MOS 管 Q9 的源极与 MOS 管 Q10 的漏极之间,和第一谐振网络 3022 中的变压器 T1 的初级线圈的异名端连接至第一电桥 3021 的 MOS 管 Q7 的源极与 MOS 管 Q8 的漏极之间。

第二电桥由 MOS 管 Q15、MOS 管 Q16、MOS 管 Q17 和 MOS 管 Q18 构成,其中,MOS 管 Q15 的漏极连接至 MOS 管 Q17 的漏极,MOS 管 Q15 的源极连接至 MOS 管 Q16 的漏极,MOS 管 Q17 的源极连接至 MOS 管 Q18 的漏极,MOS 管 Q16 的源极连接至 MOS 管 Q18 的源极;

第一电桥 3021 中的 MOS 管 Q7 的栅极、MOS 管 Q8 的栅极、MOS 管 Q9 的栅极和 MOS 管 Q10 的栅极构成第一电桥 3021 的受控端 3021c;第二电桥 3023 中的 MOS 管 Q15 的栅极、MOS 管 Q16 的栅极、MOS 管 Q17 的栅极和 MOS 管 Q18 的栅极构成第二电桥 3023 的受控端 3023c。

在此需要说明的是,第一谐振网络 3022 的第二端口 3022b 与第二电桥 3023 的第一端口 3023a 连接具体是第一谐振网络 3022 中的电容 C6 的第二端部连接到第二电桥 3023 中的 MOS 管 Q15 的源极与 MOS 管 Q16 的漏极之间,和第一谐振网络 3022 中的次级线圈的异名端连接到第二电桥 3023 中的 MOS 管 Q17 的源极与 MOS 管 Q18 的漏极之间。

如图 5a 所示,第三电桥 3025 由 MOS 管 Q11、MOS 管 Q12、MOS 管 Q13 和 MOS 管 Q14 构成,其中,MOS 管 Q11 的漏极连接至 MOS 管 Q13 的漏极,MOS 管 Q11 的源极连接至 MOS 管 Q12 的漏极,MOS 管 Q13 的源极连接至 MOS 管 Q14 的漏极,MOS 管 Q14 的源极连接至 MOS 管 Q12 的源极。

第二谐振网络 3026 由电容 C5、电感 L5、变压器 T2、电容 C7 和电感 L7 构成,其中,电容 C5 的第二端部连接至电感 L5 的第一端部,电感 L5 的第二端部连接至变压器 T2 的初级线圈的同名端,变压器 T2 的次级线圈的同名端连接至电感 L7 的第一端部,电感 L7 的第二端部连接至电容 C7 的第一端部。

在此需要指出的是,第二谐振网络 3026 的第一端口 3026a 与第二电桥 3025 的第二端口 3025b 连接具体是第二谐振网络 3026 中的电容 C5 的第一端部连接到第二电桥 3025 中的 MOS 管 Q13 的源极与 MOS 管 Q14 的漏极之间,和第二谐振网络 3026 中的变压器 T2 的初级线圈的异名端连接至第二电桥 3025 的 MOS 管 Q11 的源极与 MOS 管 Q12 的漏极之间。

第四电桥由 MOS 管 Q19、MOS 管 Q20、MOS 管 Q21 和 MOS 管 Q22 构成,其中,MOS 管 Q19 的漏极连接至 MOS 管 Q21 的漏极,MOS 管 Q19 的源极连接至 MOS 管 Q20 的漏极,MOS 管 Q21 的源极连接至 MOS 管 Q22 的漏极,MOS 管 Q20 的源极连接至 MOS 管 Q22 的源极;

第三电桥 3025 中的 MOS 管 Q11 的栅极、MOS 管 Q12 的栅极、MOS 管 Q13 的栅极和 MOS 管 Q14 的栅极构成第一电桥 3025 的受控端 3025c;第四电桥 3027 中的 MOS 管 Q19 的栅极、MOS 管 Q20 的栅极、MOS 管 Q21 的栅极和 MOS 管 Q22 的栅极构成第一电桥 3027 的受控端 3027c。

在此需要说明的是，第二谐振网络 3026 的第二端口 3026b 与第四电桥 3027 的第一端口 3027a 连接具体是第二谐振网络 3026 中的电容 C7 的第二端部连接到第四电桥 3027 中的 MOS 管 Q19 的源极与 MOS 管 Q20 的漏极之间，和第二谐振网络 3026 中的次级线圈的异名端连接到第四电桥 3027 中的 MOS 管 Q21 的源极与 MOS 管 Q22 的漏极之间。

储能电路 3013 的第二端口 3013b 连接到第一电桥 3021 的第一端口 3021a 和第三电桥 3025 的第一端口 3025a，具体包括：

电容 C9 的第一端部连接到 MOS 管 Q7 的漏极，电容 C10 的第二端部连接到 MOS 管 Q12 的源极，MOS 管 Q8 的源极和 MOS 管 Q11 的漏极均连接到电容 C9 的第二端部和电容 C10 的第一端部之间。

如图 5a 所示，储能器件 3024 可以为电容，比如电容 C8。电容 C8 不仅用于储能，还用于对输入或输出的电压进行滤波。

其中，第二电桥 3023 的第二端口 3023b 连接至储能器件 3024 的第一端口 3024a 具体是第二电桥 3023 中的 MOS 管 Q17 的漏极和 MOS 管 Q18 的源极分别连接至电容 C8 的第一端部和第二端部；第四电桥 3027 的第二端口 3027b 连接至储能器件 3024 的第一端口 3024a 具体是第四电桥 3027 中的 MOS 管 Q21 的漏极和 MOS 管 Q22 的源极分别连接至电容 C8 的第一端部和第二端部。

在此需要说明的是，当储能器件 3024 为电容时，从储能器件 3024 的第一端口 3024a 或第二端口 3024b 输入电压具体是指从电容不同侧输入电压，如图 5b 所示。

基于图 5a 所示电路，具体介绍在实现不同的电压之间的转换时各元器件的工作状态。

1、三相交流电压转直流电压：

此时控制器 303 控制储能/滤波电路 3011 和开关网络 3012 处于第一状态 st1，并控制 DCDC 电路处于第二状态 st2，具体包括：

控制器 303 控制储能/滤波电路 3011 中的开关管 S1、开关管 S2 和开关网络 3012 中的 MOS 管 Q1、MOS 管 Q2、MOS 管 Q3、MOS 管 Q4、MOS 管 Q5、MOS 管 Q6、开关管 S3、开关管 S4 和开关管 S5 分别按照各自对应的第一预设规则断开和导通，以实现：

储能/滤波电路 3011 对从其第一端口输入的三相交流电压进行储能，并从其第二端口输出直流电压；开关网络 3012 对从其第一端口 3012a 输入的直流电压进行功率变换，并从其第二端口 3012b 输出变换后的直流电压；储能网络 3013 对从其第一端口 3013a 输入的直流电压进行储能，并从其第二端口 3013b 输出第二直流电压；

并控制第一电桥 3021、第二电桥 3023、第三电桥 3025 和第四电 3027 桥处于第二状态 st2，具体包括：

控制器控制第一电桥 3021、第二电桥 3023、第三电桥 3025 和第四电 3027 中的 MOS 管按照第七预设规则断开和导通，以实现：

第一电桥 3021 和第三电桥 3025，用于对从该电桥的第一端口输入的直流电压进行功率变换，并从该电桥的第二端口输出功率变换后的直流电压；第一谐振网络 3022 和第二谐振网络 3026，用于对输入的直流电压进行功率变换，并输出变换后的直流电压；第二电桥 3023 和第四电桥 3027，用于对从该电桥的第一端口输入的直流电压进行整流，并从该电桥的第二端口输出整流后的直流电压。

2、直流电压转三相交流电压：

如图 5a 所示，此时控制器 303 控制第一电桥 3021、第二电桥 3023、第三电桥 3025 和第四电 3027 处于第四状态 st4，具体包括：

控制器 303 控制第一电桥 3021、第二电桥 3023、第三电桥 3025 和第四电 3027 中的 MOS 管按照第八预设规则断开和导通，以实现：

第二电桥 3023 和第四电桥 3027，用于对从该电桥的第二端口输入的直流电压进行功率变换，并将从该电桥的第一端口输出变换后的直流电压；第一谐振网络 3022 和第二谐振 3026 网络，用于对输入的直流电压进行功率变换，并输出变换后的直流电压；第一电桥 3021 和第三电桥 3025，用于对从该电桥的第二端口输入的直流电压进行整流，并从该电桥的第一端口输出整流后的直流电压；

并控制储能/滤波电路 3011 和开关网络 3012 处于第五状态 st5，具体包括：

控制器 303 控制储能/滤波电路 3011 中的开关管 S1、开关管 S2 和开关网络 3012 中的 MOS 管 Q1、MOS 管 Q2、MOS 管 Q3、MOS 管 Q4、MOS 管 Q5、MOS 管 Q6、开关管 S3、开关管 S4 和开关管 S5 分别按照各自对应的第二预设规则断开和导通，以实现：

储能网络 3013 对从其第二端口 301b 输入的直流电压进行储能，并从其第一端口 3013a 输出直流电压；开关网络 3012 对从其第二端口 3012b 输入的直流电压进行功率变换，并从其第一端口 3012a 输出变换后的直流电压；储能/滤波电路 3011 对从其第二端口 3011b 输入的电压进行滤波，并从其第一端口 3011a 输出三相交流电压。

如图 5a 所示的电路可实现三相交流电压-直流电压的双向转换，当能量正向流动（也就是说将三相交流电压转换为直流电压）时，三相交流电压由双向转换电路 301 的 A 相端、B 相端、C 相端和 N 相端（即从双向转换电路 301 的第一端口 301a，也就是从储能/滤波电路 3011 的第一端口 3011a）输入，并从 DCDC 电路 302 的第二端口 V_o （也就是从储能器件 3024 的第二端口 3024b）输出直流电压，其中，双向转换电路 301 为传统 Vienna 整流电路或者 PFC 电路，电容 C9，电容 C10 上的电压为直流电压，DCDC 电路 302 为全桥+CLLC 电路。当能量逆向流动（也就是说将直流电压转换为三相交流电压）时，直流电压从 DCDC 电路 302 的第二端口 V_o 输入，三相交流电压从双向转换电路 301 的 A 相端、B 相端、C 相端和 N 相端输出。

在此需要说明的是，DCDC 电路中的电桥（包括第一电桥、第二电桥、第三电桥和第四电桥）还可以为半桥电路或者是相关变形电路。

需要指出的是，双向转换电路和 DCDC 电路不限于图 5a 所示的结构，还可以是其他结构的双向转换电路和 DCDC 电路。

在实现单相交流电压-直流电压的双向转换时，图 5a 所示电路的部分元器件处于非工作状态。

3、单相交流电压转直流电压：

可选地，如图 6 所示，控制器 303 控制储能/滤波电路 3011 和开关网络 3012 处于第三状态 st3，具体包括：

控制器 303 控制储能/滤波电路 3011 中的开关管 S1 闭合和开关管 S2 断开，控制开关网络 3012 中的开关管 S5 断开，MOS 管 Q5 开路和 MOS 管 Q6 开路，并控制开关网络 3012

中的 MOS 管 Q1、MOS 管 Q2、MOS 管 Q3、MOS 管 Q4、开关管 S3 和开关管 SS4 分别按照对应的第三预设规则断开和导通，以实现：

储能/滤波电路 3011 对从其第一端口 3011a 输入的单相交流电压进行储能，并从其第二端口 3011b 输出直流电压；开关网络 3012 对从其第一端口 3012a 输入的直流电压进行功率变换，并从其第二端口 3012b 输出变换后的直流电压；储能网络 3013 对从其第一端口 3013a 输入的直流电压进行储能，并从其第二端口 3013b 输出第二直流电压；

控制器 303 并控制第一电桥 3021、第二电桥 3023、第三电桥 3025 和第四电 3027 处于第二状态 st2，具体包括：

如图 6 所示，控制器控制第三电桥 3025 中的 MOS 管短路和第四电桥 3027 中的 MOS 管开路，并控制第一电桥和第二电桥中的 MOS 管按照第九预设规则断开和导通，以实现：

第一电桥 3021，用于对从该电桥 3021 的第一端口 3021a 输入的直流电压进行功率变换，并从该电桥 3021 的第二端口 3021b 输出功率变换后的直流电压；第一谐振网络 3022，用于对输入的直流电压进行功率变换，并输出变换后的直流电压；第二电桥 3023，用于对从该电桥 3023 的第一端口 3023a 输入的直流电压进行整流，并从该电桥 3023 的第二端口 3023b 输出整流后的直流电压；

或者

如图 8 所示，控制第一电桥 3021 中的 MOS 管短路和第二电桥 3023 中的 MOS 管开路，并控制第三电桥和第四电桥中的 MOS 管按照第十一预设规则断开和导通，以实现：

第三电桥 3025，用于对从该电桥 3025 的第一端口 3025a 输入的直流电压进行功率变换，并从该电桥 3025 的第二端口 3025b 输出功率变换后的直流电压；第二谐振网络 3026，用于对输入的直流电压进行功率变换，并输出变换后的直流电压；第四电桥 3027，用于对从该电桥 3027 的第一端口 3027a 输入的直流电压进行整流，并从该电桥 3027 的第二端口 3027b 输出整流后的直流电压。

可选地，如图 10 所示，控制器 303 控制储能/滤波电路 3011 和开关网络 3012 处于第三状态 st3，具体包括：

控制器 303 控制储能/滤波电路 3011 中的开关管 S1 闭合和开关管 S2 断开，控制开关网络 3012 中的开关管 S3、开关管 S4 和开关管 S5 均断开，MOS 管 Q5 开路和 MOS 管 Q6 开路，并控制开关网络中的 MOS 管 Q1、MOS 管 Q2、MOS 管 Q3、MOS 管 Q4、开关管 S3 和开关管 SS4 分别按照对应的第五预设规则断开和导通，以实现：

储能/滤波电路 3011 对从其第一端口 3011a 输入的单相交流电压进行储能，并从其第二端口 3011b 输出直流电压；开关网络 3012 对从其第一端口 3012a 输入的直流电压进行功率变换，并从其第二端口 3012b 输出变换后的直流电压；储能网络 3013 对从其第一端口 3013a 输入的直流电压进行储能，并从其第二端口 3013b 输出第二直流电压；

并且控制器 303 控制第一电桥 3021、第二电桥 3023、第三电桥 3025 和第四电 3027 处于第二状态 st2，具体包括：

控制器 303 控制第一电桥 3021、第二电桥 3023、第三电桥 3025 和第四电 3027 中的 MOS 管按照第七预设规则断开和导通，以实现：

第一电桥 3021 和第三电桥 3025，用于对从该电桥的第一端口输入的直流电压进行功

率变换,并从该电桥的第二端口输出功率变换后的直流电压;第一谐振网络 3022 和第二谐振网络 3026,用于对输入的直流电压进行功率变换,并输出变换后的直流电压;第二电桥 3023 和第四电桥 3027,用于对从该电桥的第一端口输入的直流电压进行整流,并从该电桥的第二端口输出整流后的直流电压。

4、直流电压转单相交流电压:

可选地,控制器控制第一电桥 3021、第二电桥 3023、第三电桥 3025 和第四电 3027 处于第四状态 st4,具体包括:

如图 7 所示,控制器控制第三电桥 3025 中的 MOS 管均短路和第四电桥 3027 中的 MOS 管均开路,并控制第一电桥 3021 和第二电桥 3023 中的 MOS 管按照第十预设规则断开和导通,以实现:

第二电桥 3023,用于对从该电桥 3023 的第二端口 3023b 输入的直流电压进行功率变换,并将从该电桥 3023 的第一端口 3023a 输出变换后的直流电压;第一谐振网络 3022,用于对输入的直流电压进行功率变换,并输出变换后的直流电压;第一电桥 3021,用于对从该电桥 3021 的第二端口 3021b 输入的直流电压进行整流,并从该电桥 3021 的第一端口 3021a 输出整流后的直流电压;

或者,如图 9 所示,控制器 303 控制第一电桥 3021 中的 MOS 管均短路和第二电桥 3023 中的 MOS 管均开路,并控制第三电桥 3025 和第四电桥 3027 中的 MOS 管按照第十二预设规则断开和导通,以实现:

第四电桥 3027,用于对从该电桥 3027 的第二端口 3027b 输入的直流电压进行功率变换,并将从该电桥 3027 的第一端口 3027a 输出变换后的直流电压;第二谐振网络 3026,用于对输入的直流电压进行功率变换,并输出变换后的直流电压;第三电桥 3025,用于对从该电桥 3025 的第二端口 3025b 输入的直流电压进行整流,并从该电桥 3025 的第一端口 3025a 输出整流后的直流电压;

如图 7 所示,并且控制器 303 控制储能/滤波电路 3011 和开关网络 3012 处于第六状态 st6,具体包括:

控制器 303 控制储能/滤波电路 3011 中的开关管 S1 闭合和开关管 S2 断开,控制开关网络中的开关管 S3、开关管 S4 和开关管 S5 均断开,MOS 管 Q5 开路 and MOS 管 Q6 开路,并控制开关网络中的 MOS 管 Q1、MOS 管 Q2、MOS 管 Q3、MOS 管 Q4、开关管 S3 和开关管 SS4 分别按照对应的第四预设规则断开和导通,以实现:

储能网络 3013 对从其第二端口 3013b 输入的直流电压进行储能,并从其第一端口 3013a 输出直流电压;开关网络 3012 对从其第二端口 3012b 输入的直流电压进行功率变换,并从其第一端口 3012a 输出变换后的直流电压;储能/滤波电路 3011 对从其第二端口 3011b 输入的电压进行滤波,并从其第一端口 3011a 输出单相交流电压。

可选地,如图 10 所示,控制器 303 控制第一电桥 3021、第二电桥 3023、第三电桥 3025 和第四电 3027 处于第四状态 st4,具体包括:

控制器 303 控制第一电桥 3021、第二电桥 3023、第三电桥 3025 和第四电 3027 中的 MOS 管按照第八预设规则断开和导通,以实现:

第二电桥 3023 和第四电桥 3027,用于对从该电桥的第二端口输入的直流电压进行功

率变换,并将从该电桥的第一端口输出变换后的直流电压;第一谐振网络 3022 和第二谐振网络 3026,用于对输入的直流电压进行功率变换,并输出变换后的直流电压;第一电桥 3021 和第三电桥 3025,用于对从该电桥的第二端口输入的直流电压进行整流,并从该电桥的第一端口输出整流后的直流电压;

并且控制器 303 控制储能/滤波电路 3011 和开关网络处于第六状态 st6,具体包括:

控制器 303 控制储能/滤波电路 3011 中的开关管 S1 闭合和开关管 S2 断开,控制开关网络中的开关管 S3、开关管 S4 和开关管 S5 均断开,MOS 管 Q5 开路 and MOS 管 Q6 开路,并控制开关网络中的 MOS 管 Q1、MOS 管 Q2、MOS 管 Q3、MOS 管 Q4、开关管 S3 和开关管 S4 分别按照对应的第四预设规则断开和导通,以实现:

储能网络 3013 对从其第二端口 3013b 输入的直流电压进行储能,并从其第一端口 3013a 输出直流电压;开关网络 3012 对从其第二端口 3012b 输入的直流电压进行功率变换,并从其第一端口 3012a 输出变换后的直流电压;储能/滤波电路 3011 对从其第二端口 3011b 输入的电压进行滤波,并从其第一端口 3011a 输出单相交流电压;

或者如图 11 所示,控制器 303 控制储能/滤波电路 3011 中的开关管 S1 断开和开关管 S2 闭合,控制开关网络 3012 中的开关管 S3、开关管 S4 和开关管 S5 均断开,MOS 管 Q3、MOS 管 Q4、MOS 管 Q5 和 MOS 管 Q6 均开路,并控制开关网络 3012 中的 MOS 管 Q1 和 MOS 管 Q2 分别按照对应的第六预设规则断开和导通,以实现:

储能网络 3013 对从其第二端口 3013b 输入的直流电压进行储能,并从其第一端口 3013a 输出直流电压;开关网络 3012 对从其第二端口 3012b 输入的直流电压进行功率变换,并从其第一端口 3012a 输出变换后的直流电压;储能/滤波电路 3011 对从其第二端口 3011b 输入的电压进行滤波,并从其第一端口 3011a 输出单相交流电压。

在此需要指出的是,三相或单相交流电压从双向转换电路 301 的第一端口 301a 输入或输出具体是指从三相或单相交流电压从储能/滤波电路 3011 的第一端口 3011a 输入或者输出;直流电压从双向转换电路 301 的第二端口 301b 输入或者输出,具体是指从储能电路 3013 的第二端口 3013b 的第二端口输入或者输出。

在此需要说明的是,当将单相交流电压转换为直流电压时,双向转换电路 301 可称为 PFC 电路,当将直流电压转换为单相交流电压时,双向转换电路 301 可称为逆变电路。

换言之,在实现将单相交流电压转换为直流电压时,在双向转换电路 301 中通过控制器 303 控制开关管 S1 闭合,开关管 S2 和开关管 S5 断开,MOS 管 Q5 和 MOS 管 Q6 开路之外,其他元器件正常工作;在 DCDC 电路 302 中,通过控制器 303 控制 MOS 管 Q11、MOS 管 Q12、MOS 管 Q13 和 MOS 管 Q14 均短路,MOS 管 Q19、MOS 管 Q20、MOS 管 Q21 和 MOS 管 Q22 均开路之外,其他元器件均处于正常工作状态,如图 6 所示;

在实现将直流电压转换为单相交流电压时,在双向转换电路 301 中通过控制器 303 控制开关管 S1 闭合,开关管 S2,开关管 S3,开关管 S4 和开关管 S5 均断开,MOS 管 Q5 和 MOS 管 Q6 开路之外,其他元器件正常工作;在 DCDC 电路 302 中,通过控制器 303 控制 MOS 管 Q11、MOS 管 Q12、MOS 管 Q13 和 MOS 管 Q14 均短路,MOS 管 Q19、MOS 管 Q20、MOS 管 Q21 和 MOS 管 Q22 均开路之外,其他元器件均处于正常工作状态,如图 7 所示。

当能量正向流动（也就是说将单相交流电压转换为直流电压）时，如图 6 所示，单相交流电压由双向转换电路 301 的 A 相端和 N 相端输入，从 DCDC 电路 302 的第二端口 V_o 输出直流电压。其中，开关管 S1 吸合，开关管 S2 断开，开关管 S5 断开，MOS 管 Q5 和 MOS 管 Q6 开路。电感 L1，电感 L2，MOS 管 Q1，MOS 管 Q2，MOS 管 Q3，MOS 管 Q4，开关管 S3，开关管 S4 和电容 C9 共同组成新的双向转换电路 301，此时该电路可以看成无桥 PFC 电路，用于将单相交流电压转换为直流电压；MOS 管 Q11，MOS 管 Q12，MOS 管 Q13 和 MOS 管 Q14 短路，MOS 管 Q19、MOS 管 Q20，MOS 管 Q21 和 MOS 管 Q22 开路，也就是说电容 C2、电容 C3、电容 C10、电感 L3、MOS 管 Q5、MOS 管 Q6、MOS 管 Q11，MOS 管 Q12，MOS 管 Q13、MOS 管 Q14、MOS 管 Q19、电容 C5、电感 L5、变压器 T2、电感 L7、电容 C7、MOS 管 Q20、MOS 管 Q21 和 MOS 管 Q22 不工作。MOS 管 Q7，MOS 管 Q8，MOS 管 Q9，MOS 管 Q10，电容 C4，电感 L4，电感 T1，电感 L6，电容 C6，MOS 管 Q15，MOS 管 Q16，MOS 管 Q17，MOS 管 Q18，电容 C8 共同组成新的 DCDC 电路。

当能量逆向流动（也就是说将直流电压转换为单相交流电压）时，如图 7 所示，直流电压从 DCDC 电路 302 的第二端口 V_o 输入，从双向转换电路 301 的 A 相端和 N 相端输出单相交流电压。其中，开关管 S1 吸合，开关管 S2 和 S5 断开。MOS 管 Q7，MOS 管 Q8，MOS 管 Q9，MOS 管 Q10，电容 C4，电感 L4，变压器 T1，电感 L6，电容 C6，MOS 管 Q15，MOS 管 Q16，MOS 管 Q17，MOS 管 Q18，电容 C8 共同组成新的 DCDC 电路，MOS 管 Q11，MOS 管 Q12，MOS 管 Q13，MOS 管 Q14 短路，MOS 管 Q19，MOS 管 Q20，MOS 管 Q21 和 MOS 管 Q22 开路，也就是 MOS 管 Q11，MOS 管 Q12，MOS 管 Q13、MOS 管 Q14、电容 C5、电感 L5、变压器 T2、电感 L7、电容 C7、MOS 管 Q19，MOS 管 Q20，MOS 管 Q21 和 MOS 管 Q22 不工作；电感 L3、MOS 管 Q5 和 MOS 管 Q6 开路，电感 L1，电感 L2，MOS 管 Q1，MOS 管 Q2，MOS 管 Q3，MOS 管 Q4，开关管 S3，开关管 S4，电容 C9 共同组成新的双向转换电路，此时该电路可以看成是一个逆变电路，用于将直流电压转换为单相交流电压。

此时，双向转换电路 301 的第一端口 301a 由 A 相端和 N 相端构成，第二端口 302b 由电容 C9 的第一端部、第二端部及 MOS 管 Q4 的源极构成，DCDC 电路 302 的第一端口 302a 由 MOS 管 Q7 的漏极和 MOS 管 Q8 的源极构成，第二端口 302b 由电容 C8 的第一端部和第二端部构成。

可选地，还可以采用如图 8 和图 9 所示的具体电路实现单相交流电压-直流电压的双向换。图 8 和图 9 所示电路的具体链接关系具体可对应参见图 6 和图 7 的具体描述，在此不再叙述。

具体地，在双向转换电路 301 中，通过控制器 303 控制开关管 S1 闭合，开关管 S2 和开关管 S5 断开，MOS 管 Q5 和 MOS 管 Q6 开路之外，其他元器件正常工作；在 DCDC 电路 302 中，通过控制器 303 控制 MOS 管 Q7、MOS 管 Q8、MOS 管 Q9 和 MOS 管 Q10 均短路，MOS 管 Q15、MOS 管 Q16、MOS 管 Q17 和 MOS 管 Q18 均开路之外，其他元器件均处于正常工作状态，如图 8 所示。

在双向转换电路 301 中，通过控制器 303 控制开关管 S1 闭合，开关管 S2，开关管 S3，开关管 S4 和开关管 S5 均断开，MOS 管 Q5 和 MOS 管 Q6 开路之外，其他元器件正常工作；

在 DCDC 电路 302 中,通过控制器 303 控制 MOS 管 Q7、MOS 管 Q8、MOS 管 Q9 和 MOS 管 Q10 均短路,MOS 管 Q15、MOS 管 Q16、MOS 管 Q17 和 MOS 管 Q18 均开路之外,其他元器件均处于正常工作状态,如图 9 所示。

当能量正向流动(也就是说将单相交流电压转换为直流电压)时,如图 8 所示,单相交流电压由双向转换电路 301 的 A 相端和 N 相端输入,从 DCDC 电路 302 的第二端口 V_o 输出直流电压。其中,开关管 S1 吸合,开关管 S2 和开关管 S5 断开,MOS 管 Q5 和 MOS 管 Q6 开路;电感 L1,电感 L2,MOS 管 Q1,MOS 管 Q2,MOS 管 Q3,MOS 管 Q4,开关管 S3,开关管 S4 和电容 C10 共同组成新的双向转换电路,该电路可以看成是一个 PFC 电路,该电路用于将单相交流电压转换为直流电压;MOS 管 Q7,MOS 管 Q8,MOS 管 Q9 和 MOS 管 Q10 短路,MOS 管 Q15、MOS 管 Q16,MOS 管 Q17 和 MOS 管 Q18 开路,也就是说 MOS 管 Q7,MOS 管 Q8,MOS 管 Q9、MOS 管 Q10、电容 C4、电感 L4、变压器 T1、电感 L6、电容 C6、MOS 管 Q15、MOS 管 Q16、MOS 管 Q17 和 MOS 管 Q18 不工作;MOS 管 Q11,MOS 管 Q12,MOS 管 Q13,MOS 管 Q14,电容 C5,电感 L5,电感 T2,电感 L7,电容 C7,MOS 管 Q19,MOS 管 Q20,MOS 管 Q21,MOS 管 Q22,电容 C8 共同组成新的 DCDC 电路。

当能量逆向流动(也就是说将直流电压转换为单相交流电压)时,如图 9 所示,直流电压从 DCDC 电路 302 的第二端口 V_o 输入,从双向转换电路 302 的 A 相端和 N 相端输出单相交流电压。其中,开关管 S1 吸合,开关管 S2 和 S5 断开;MOS 管 Q11,MOS 管 Q12,MOS 管 Q13,MOS 管 Q14,电容 C5,电感 L5,电感 T2,电感 L7,电容 C7,MOS 管 Q19,MOS 管 Q20,MOS 管 Q21,MOS 管 Q22,电容 C8 共同组成新的 DCDC 电路;MOS 管 Q7,MOS 管 Q8,MOS 管 Q9 和 MOS 管 Q10 短路,MOS 管 Q15、MOS 管 Q16,MOS 管 Q17 和 MOS 管 Q18 均开路,也就是说 MOS 管 Q7,MOS 管 Q8,MOS 管 Q9、MOS 管 Q10、电容 C4、电感 L4、变压器 T1、电感 L6、电容 C6、MOS 管 Q15、MOS 管 Q16、MOS 管 Q17 和 MOS 管 Q18 不工作;电容 C2、电容 C3、电容 C9、电感 L3、MOS 管 Q5 和 MOS 管 Q6 开路;电感 L1,电感 L2,MOS 管 Q1,MOS 管 Q2,MOS 管 Q3,MOS 管 Q4,开关管 S3,开关管 S4,电容 C10 共同组成新的双向转换电路,此时该电路可以看成是一个逆变电路,用于将直流电压转换为单相交流电压。

此时,双向转换电路 301 的第一端口 301a 由 A 相端和 N 相端构成,第二端口 301b 由电容 C10 第一端部、第二端部及 MOS 管 Q3 的漏极构成;DCDC 电路 302 的第一端口 302a 由 MOS 管 Q11 的漏极和 MOS 管 Q13 的源极构成,第二端口 302b 由电容 C8 的第一端部和第二端部构成。

用于实现单相交流电压-直流电压双向转换的双向能量传输电路还可以其他的电路结构。如图 10 所示。图 10 所示电路是图 5a 所示电路中的部分器件处于非工作状态得到的,具体地,如图 10 所示,除了双向转换电路 301 中开关管 S1 闭合,开关管 S2、开关管 S3、开关管 S4 和开关管 S5 均断开,电容 C2、电容 C3、电感 L3、MOS 管 Q5 和 MOS 管 Q6 开路之外,双向能量传输电路中的其他元器件均处于正常工作状态。

如图 10 所示,当能量正向流动(也就是说将单相交流电压转换为直流电压)时,单相交流电压由双向转换电路 301 的 A 相端和 N 相端输入,从 DCDC 电路 302 的第二端口 V_o

输出直流电压；当能量逆向流动（也就是说将直流电压转换为单相交流电压）时，直流电压从 DCDC 电路的第二端口 V_0 输入，从双向转换电路 301 的 A 相端和 N 相端输出单相交流电压。其中，开关管 S1 吸合，开关管 S2, S3, S4 和 S5 断开，MOS 管 Q5 和 MOS 管 Q6；电感 L1 开路，电感 L2，MOS 管 Q1，MOS 管 Q2，MOS 管 Q3，MOS 管 Q4，电容 C9，电容 C10 共同组成双向转换电路。当双向转换电路用于将单相交流电压转换为直流电压时，该双向转换电路可以看成是一个 PFC 电路；当双向转换电路用于将直流电压转换为单相交流电压时，该双向转换电路可以看成是一个逆变电路；

MOS 管 Q7，MOS 管 Q8，MOS 管 Q9，MOS 管 Q10，电容 C4，电感 L4，变压器 T1，电感 L6，电容 C6，MOS 管 Q15，MOS 管 Q16，MOS 管 Q17，MOS 管 Q18，MOS 管 Q11，MOS 管 Q12，MOS 管 Q13，Q14，电容 C5，电感 L5，变压器 T2，电感 L7，电容 C7，MOS 管 Q19，MOS 管 Q20，MOS 管 Q21，MOS 管 Q22，电容 C8 共同组成 DCDC 电路 302。

上述新的双向转换电路和新的 DCDC 电路既可以实现对单相交流电压的整流，也可以实现对直流电压的逆变。

此时，双向转换电路 301 的第一端口 301a 由 A 相端和 N 相端构成，第二端口 301b 由电容 C9 的第一端部和第二端部及电容 C10 的第二端部构成；DCDC 电路 302 的第一端口 302a 由 MOS 管 Q7 的漏极和 MOS 管 Q13 的源极构成，第二端口 302b 由电容 C8 的第一端部和第二端部构成。

在此需要说明的是，图 10 所示电路中 DCDC 电路与图 6-图 9 所示电路中的 DCDC 电路多出两个全桥电路和一个 CLLC 电路，使得图 10 所示电路中 DCDC 电路的调压范围大于图 6-图 9 所示电路中的 DCDC 电路的调压范围。

在一个可行的实施例中，在实现将直流电压转换为单相交流电压时，双向能量传输电路中的双向转换电路 301 还可以是其他电路结构，如图 11 所示。

图 11 所示电路是图 5a 所示电路中的部分器件处于非工作状态得到的，具体地，如图 11 所示，在双向转换电路 301 中，通过控制器 303 控制开关管 S2 闭合，开关管 S1、开关管 S3、开关管 S4 和开关管 S5 断开，MOS 管 Q3、MOS 管 Q4、MOS 管 Q5、MOS 管 Q6 开路之外，双向能量传输电路 300 中的其他元器件均处于正常工作状态。

当能量逆向流动（也就是说将直流电压转换为单相交流电压）时，如图 11 所示，直流电压从 DCDC 电路 302 的第二端口 V_0 输入，从双向转换电路 301 的 A 相端和 N 相端输出单相交流电压。其中，MOS 管 Q7，MOS 管 Q8，MOS 管 Q9，MOS 管 Q10，电容 C4，电感 L4，变压器 T1，电感 L6，电容 C6，MOS 管 Q15，MOS 管 Q16，MOS 管 Q17，MOS 管 Q18，MOS 管 Q11，MOS 管 Q12，MOS 管 Q13，Q14，电容 C5，电感 L5，变压器 T2，电感 L7，电容 C7，MOS 管 Q19，MOS 管 Q20，MOS 管 Q21，MOS 管 Q22，电容 C8 共同组成 DCDC 电路；开关管 S2 闭合，开关管 S1、开关管 S3、开关管 S4 和开关管 S5 断开，MOS 管 Q3、MOS 管 Q4、MOS 管 Q5、MOS 管 Q6 开路；电容 C1、电感 L2、MOS 管 Q1，MOS 管 Q2，电容 C9，电容 C10 共同组成新的双向转换电路，此时该电路可以看成是一个逆变电路，用于将直流电压转换为单相交流电压。

此时，双向转换电路 301 的第一端口 301a 包括 A 相端和 N 相端，第二端口 301b 由电

容 C9 的第一端部及电容 C10 的第一端部和第二端部构成 ,DCDC 电路 302 的第一端口 302a 由 MOS 管 Q7 的漏极、MOS 管 Q8 的源极和 MOS 管 Q13 的源极构成 , 第二端口 302b 由电容 C8 的第一端部和第二端部构成。

需要指出的是, 在实现能量逆向流动时, 图 10 和图 11 所示电路的差别除了开关和电感之外, 图 10 所示电路比图 11 所示电路多出两个 MOS 管, 从而使得图 10 所示电路的输出功率高于图 11 所示的电路的输出功率。

在此需要说明的是, 图 5a、与图 6-图 11 所示的电路中, 为了方便画图, 各 MOS 管的栅极悬空, 但在实际运用过程中, 各 MOS 管的栅极与控制器连接, 并且控制器基于导通策略向栅极输入信号, 使得 MOS 管按照一定策略导通, 从而实现整流和逆变。

可以看出, 本申请提供了一种双向能量传输装置, 能量正向流动时, 通过控制不同开关器件的导通策略, 可实现三相交流电的整流, 也可以实现单相交流电整流, 能量逆向流动时, 可以实现直流到三相交流电逆变, 也可以实现直流到单相交流的逆变, 配置灵活多变, 同时实现了既可以大功率充电功能。

在一个可行的实施例中, 本申请实施例还提供一种车载充电器, 该车载充电器包括本申请实施例公开的双向能量传输装置。

在一个可行的实施例中, 本申请实施例还提供一种电动汽车, 该电动汽车包括控制系统和能源系统, 其中能源系统包括上述如图 5a、与图 6-图 11 任一项所述的双向能量传输装置或上述车载充电器。

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, 以上实施例的说明只是用于帮助理解本申请的方法及其核心思想; 同时, 对于本领域的一般技术人员, 依据本申请的思想, 在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处, 综上所述, 本说明书内容不应理解为对本申请的限制。

权利要求

1、一种双向能量传输装置，其特征在于，包括：控制器和双向转能传输电路，其中，所述控制器的控制端连接到所述双向能量传输电路的受控端；

所述控制器，用于控制所述双向能量传输电路处于整流工作状态，以实现将从所述双向能量传输电路的第一端口输入的三相或单相交流电压转换为第一直流电压，并从所述双向能量传输电路的第二端口输出，或者，

所述控制器，还用于控制所述双向能量传输电路处于逆变工作状态，以实现将从所述双向能量传输电路的第二端口输入的第一直流电压转换为三相或者单相交流电压，并从所述双向能量传输电路的第一端口输出。

2、根据权利要求1所述的装置，其特征在于，所述整流工作状态包括第一整流工作状态和第二整流工作状态，所述控制器，用于控制所述双向能量传输电路处于整流工作状态，具体包括：

所述控制器，用于当检测到所述双向能量传输电路的第一端口输入的是三相交流电压时，控制所述双向能量传输电路处于第一整流工作状态，以实现将所述三相交流电压转换为所述第一直流电压，并从所述双向能量传输电路的第二端口输出；

当检测到所述双向能量传输电路的第一端口输入的是单相交流电压时，控制所述双向能量传输电路处于第一整流工作状态，以实现将所述三相交流电压转换为所述第一直流电压，并从所述双向能量传输电路的第二端口输出。

3、根据权利要求1或2所述的装置，其特征在于，所述逆变工作状态包括第一逆变工作状态和第二逆变工作状态，所述控制器，用于控制所述双向能量传输电路处于逆变工作状态，具体包括：

所述控制器，用于当检测到所述双向能量传输电路的第一端口输出的是三相交流电压时，控制所述双向能量传输电路处于第一逆变工作状态，以实现将从所述双向能量传输电路的第二端口输入的第一直流电压转换为所述三相交流电压，并从所述双向能量传输电路的第一端口输出；

当检测到所述双向能量传输电路的第一端口输出的是单相交流电压时，控制所述双向能量传输电路处于第二逆变工作状态，以实现将从所述双向能量传输电路的第二端口输入的第一直流电压转换为所述单相交流电压，并从所述双向能量传输电路的第一端口输出。

4、根据权利要求2或3所述的装置，其特征在于，所述双向能量传输电路包括双向转换电路和直流转直流 DCDC 电路，其中，所述双向转换电路的第二端口连接到所述 DCDC 电路的第一端口，所述双向传输电路的受控端包括所述双向转换电路的受控端和所述 DCDC 电路的受控端；

所述控制器控制所述双向能量传输电路处于第一整流状态，具体包括：

所述控制器控制所述双向转换电路处于第一工作状态，以实现将从所述双向转换电路的第一端口输入的三相交流电压转换为第二直流电压，并从所述双向转换电路的第二端口

输出；并控制所述 DCDC 电路处于第二工作状态，以实现将从所述 DCDC 电路的第一端口输入的第二直流电压转换为第一直流电压，并从所述 DCDC 电路的第二端口输出；

所述控制器控制所述双向能量传输电路处于第二整流状态，具体包括：

所述控制器控制所述双向转换电路处于第三工作状态，以实现将从所述双向转换电路的第一端口输入的单相交流电压转换为第二直流电压，并从所述双向转换电路的第二端口输出；并控制所述 DCDC 电路处于第二工作状态，以实现将从所述 DCDC 电路的第一端口输入的第二直流电压转换为第一直流电压，并从所述 DCDC 电路的第二端口输出；

其中，所述第一直流电压与所述第二直流电压相同或者不同。

5、根据权利要求 4 所述的装置，其特征在于，

所述控制器控制所述双向能量传输电路处于第一逆变状态，具体包括：

所述控制器控制所述 DCDC 电路处于第四工作状态，以实现将从所述 DCDC 电路的第二端口输入的第一电压转换为第二直流电压，并从所述 DCDC 电路的第一端口输出；并控制所述双向转换电路处于第五工作状态，以实现将从所述双向转换电路的第二端口输入的第二直流电压转换为三相交流电压，并从所述双向转换电路的第一端口输出；

所述控制器控制所述双向能量传输电路处于第二逆变状态，具体包括：

所述控制器控制所述 DCDC 电路处于第四工作状态，以实现将从所述 DCDC 电路的第二端口输入的第一电压转换为第二直流电压，并从所述 DCDC 电路的第一端口输出；并控制所述双向转换电路处于第六工作状态，以实现将从所述双向转换电路的第二端口输入的第二直流电压转换为单相交流电压，并从所述双向转换电路的第一端口输出。

6、根据权利要求 4 或 5 所述的装置，其特征在于，所述双向转换电路包括储能/滤波电路、开关网络和储能电路，

其中，所述储能/滤波电路的第一端口为所述双向转换电路的第一端口，所述储能/滤波电路的第二端口连接到开关网络的第一端口，所述储能/滤波电路的第三端口连接到所述储能电路的第一端口，所述开关网络的第二端口连接到所述储能电路的第一端口，所述储能电路的第二端口为所述双向转换电路的第二端口；所述双向转换电路的受控端包括储能/滤波电路的受控端和开关网络的受控端，

所述 DCDC 电路包括第一电桥、第二电桥、第三电桥、第四电桥、第一谐振网络、第二谐振网络和储能器件，

其中，所述 DCDC 电路的第一端口包括所述第一电桥的第一端口和第三电桥的第一端口，所述第一电桥的第二端口连接到所述第一谐振网络的第一端口，所述第一谐振网络的第二端口连接到第二电桥的第一端口，所述第三电桥的第二端口连接到所述第二谐振网络的第一端口，所述第二谐振网络的第二端口连接到所述第四电桥的该电桥的第二端口，所述第二电桥的第二端口和所述第四电桥的第二端口均连接到所述储能器件的第一端口，所述 DCDC 电路的第二端口为所述储能器件的第二端口；所述 DCDC 电路的受控端包括所述第一电桥的受控端、第二电桥的受控端、第三电桥的受控端和第四电桥的受控端。

7、根据权利要求 6 所述的装置，其特征在于，所述控制器控制所述双向转换电路处于第一工作状态，具体包括：

所述控制器控制所述储能/滤波电路和所述开关网络处于第一状态 st1，以实现：

所述储能/滤波电路对从所述储能/滤波电路的第一端口输入的三相交流电压进行储能，并从所述储能/滤波电路的第二端口输出直流电压；

所述开关网络对从该开关网络第一端口输入的直流电压进行功率变换，并从所述开关网络的第二端口输出变换后的直流电压；

所述储能网络对从该储能网络第一端口输入的直流电压进行储能，并从该储能电路的第二端口输出所述第二直流电压。

8、根据权利要求 6 所述的装置，其特征在于，所述控制器控制所述双向转换电路处于第三工作状态，具体包括：

所述控制器控制所述储能/滤波电路和所述开关网络处于第三状态 st3，以实现：

所述储能/滤波电路对从所述储能/滤波电路的第一端口输入的单相交流电压进行储能，并从所述储能/滤波电路的第二端口输出直流电压；

所述开关网络对从该开关网络第一端口输入的直流电压进行功率变换，并从所述开关网络的第二端口输出变换后的直流电压；

所述储能网络对从该储能网络第一端口输入的直流电压进行储能，并从该储能电路的第二端口输出所述第二直流电压。

9、根据权利要求 6 所述的装置，其特征在于，所述控制器控制所述双向转换电路处于第五工作状态，具体包括：

所述控制器控制所述储能/滤波电路和所述开关网络处于第五状态 st5，以实现：

所述储能网络对从该储能网络第二端口输入的直流电压进行储能，并从该储能电路的第一端口输出直流电压；

所述开关网络对从该开关网络第二端口输入的直流电压进行功率变换，并从所述开关网络的第一端口输出变换后的直流电压；

所述储能/滤波电路对从所述储能/滤波电路的第二端口输入的直流电压进行滤波，并从所述储能/滤波电路的第一端口输出三相交流电压。

10、根据权利要求 6 所述的装置，其特征在于，所述控制器控制所述双向转换电路处于第六工作状态，具体包括：

所述控制器控制所述储能/滤波电路和所述开关网络处于第六状态 st6，以实现：

所述储能网络对从该储能网络第二端口输入的直流电压进行储能，并从该储能电路的第一端口输出直流电压；

所述开关网络对从该开关网络第二端口输入的直流电压进行功率变换，并从所述开关网络的第一端口输出变换后的直流电压；

所述储能/滤波电路对从所述储能/滤波电路的第二端口输入的直流电压进行滤波，并从

所述储能/滤波电路的第一端口输出单相交流电压。

11、根据权利要求 6 所述的装置，其特征在于，所述控制器控制所述 DCDC 电路处于第二工作状态，具体包括：

所述控制器控制所述第一电桥、第二电桥、第三电桥和第四电桥处于第二状态 st2，以实现：

所述第一电桥，用于对从该电桥的第一端口输入的直流电压进行功率变换，并从该电桥的第二端口输出功率变换后的直流电压；

所述第一谐振网络，用于对输入的直流电压进行功率变换，并输出变换后的直流电压；

所述第二电桥，用于对从该电桥的第一端口输入的直流电压进行整流，并从该电桥的第二端口输出整流后的直流电压；

和/或

第三电桥，用于对从该电桥的第一端口输入的直流电压进行功率变换，并从该电桥的第二端口输出功率变换后的直流电压；

第二谐振网络，用于对输入的直流电压进行功率变换，并输出变换后的直流电压；

第四电桥，用于对从该电桥的第一端口输入的直流电压进行整流，并从该电桥的第二端口输出整流后的直流电压；

其中，所述第二直流电压为从所述第一电桥的第一端口输入的直流电压，或者为从所述第三电桥的第一端口输入的直流电压，或者为从所述第一电桥的第一端口输入的直流电压和从所述第三电桥的第一端口输入的直流电压之和；

所述第一直流电压为从所述第二电桥的第二端口输出的直流电压，或者为从所述第四电桥的第二端口输出的直流电压，或者为从所述第二电桥的第二端口输出的直流电压和从所述第四电桥的第二端口输出的直流电压之和。

12、根据权利要求 6 所述的装置，其特征在于，所述控制器控制所述 DCDC 电路处于第四工作状态，具体包括：

所述控制器控制所述第一电桥、第二电桥、第三电桥和第四电桥处于第四状态 st4，以实现：

所述第二电桥，用于对从该电桥的第二端口输入的直流电压进行功率变换，并将从该电桥的第一端口输出变换后的直流电压；

所述第一谐振网络，用于对输入的直流电压进行功率变换，并输出变换后的直流电压；

所述第一电桥，用于对从该电桥的第二端口输入的直流电压进行整流，并从该电桥的第一端口输出整流后的直流电压；

和/或

所述第四电桥，用于对从该电桥的第二端口输入的直流电压进行功率变换，并将从该电桥的第一端口输出功率变换后的直流电压；

所述第二谐振网络，用于对输入的直流电压进行功率变换，并输出变换后的直流电压；

所述第三电桥，用于对从该电桥的第二端口输入的直流电压进行整流，并从该电桥的

第一端口输出整流后的直流电压；

其中，所述第二直流电压为从所述第一电桥的第一端口输出的直流电压，或者为从所述第三电桥的第一端口输出的直流电压，或者为从所述第一电桥的第一端口输出的直流电压和从所述第三电桥的第一端口输出的直流电压之和；

所述第一直流电压为从所述第二电桥的第二端口输入的直流电压，或者为从所述第四电桥的第二端口输入的直流电压，或者为从所述第二电桥的第二端口输入的直流电压和从所述第四电桥的第二端口输入的直流电压之和。

13、根据权利要求 1-12 任一项所述的装置，其特征在于，所述双向能量传输电路的第一端口包括 A 相端、B 相端、C 相端和 N 相端；

当从所述双向能量传输电路的第一端口输入或输出的为三相交流电压时，该三相交流电压从双向能量传输电路的 A 相端、B 相端、C 相端和 N 相端输入或输出；

当从所述双向能量传输电路的第一端口输入或输出的为单相交流电压时，该单相交流电压从双向能量传输电路的 A 相端和 N 相端输入或输出。

14、根据权利要求 13 所述的装置，其特征在于，所述储能/滤波电路由电容 C1、电容 C2、电容 C3、电感 L1、电感 L2、电感 L3、开关管 S1 和开关管 S2 构成；

其中，所述电感 L1 的第一端部通过所述电容 C1 连接至所述开关管 S2 的第一端部，所述电感 L2 的第一端部通过并联的电容 C2 和开关管 S1 连接到所述开关管 S2 的第一端部，所述电容 C2 和所述电容 C3 的第一端部通过电容 C3 连接到所述开关管 S2 的第一端部，所述电感 L1 的第一端部、所述电感 L2 的第一端部和所述电感 L3 的第一端部分别为所述 A 相端、B 相端和 C 相端，所述开关管 S2 的第一端部为 N 相端；所述电感 L1 的第二端部、电感 L2 的第二端部和电感 L3 的第二端部构成所述储能/滤波电路的第二端口，所述开关管 S2 的第二端部为所述储能/滤波电路的第三端口；

所述储能/滤波电路的受控端包括所述开关管 S1 的受控端和所述开关管 S2 的受控端。

15、根据权利要求 14 所述的装置，其特征在于，所述开关网络由 MOS 管 Q1、MOS 管 Q2、MOS 管 Q3、MOS 管 Q4、MOS 管 Q5、MOS 管 Q6、开关管 S3、开关管 S4 和开关管 S5 构成，

其中，所述 MOS 管 Q1 的漏极和 MOS 管 Q3 的漏极均连接到 MOS 管 Q5 的漏极，所述 MOS 管 Q1 的源极连接到 MOS 管 Q2 的漏极，所述 MOS 管 Q2 的源极连接到 MOS 管 Q4 的漏极，所述 MOS 管 Q5 的源极连接到 MOS 管 Q6 的漏极，所述 MOS 管 Q2 的源极和 MOS 管 Q4 的源极均连接到 MOS 管 Q6 的源极，所述开关管 S3 的第一端部连接到 MOS 管 Q1 的源极和 MOS 管 Q2 的漏极之间，所述开关管 S4 的第一端部连接到 MOS 管 Q3 的源极和 MOS 管 Q4 的漏极之间，所述开关管 S5 的第一端部连接到 MOS 管 Q5 的源极和 MOS 管 Q6 的漏极之间，所述 MOS 管 Q1 的源极、MOS 管 Q3 的源极和 MOS 管 Q5 的源极构成所述开关网络的第一端口，所述 MOS 管 Q5 的漏极、MOS 管 Q6 的源极、开关管 S3 的第二端部、开关管 S4 的第二端部和开关管 S5 的第二端部构成所述开关网络的第二端

口；

其中，所述开关网络的受控端包括所述 MOS 管 Q1 的栅极、所述 MOS 管 Q2 的栅极、所述 MOS 管 Q3 的栅极、所述 MOS 管 Q4 的栅极、所述 MOS 管 Q5 的栅极、所述 MOS 管 Q6 的栅极、所述开关管 S3 的受控端、所述开关管 S4 的受控端和所述开关管 S5 的受控端。

16、根据权利要求 15 所述的装置，其特征在于，所述储能电路由电容 C9 和电容 C10 构成，其中，所述电容 C9 的第二端部连接到所述电容 C10 的第一端部；

所述储能/滤波电路的第二端口连接到所述开关网络的第一端口具体包括：所述电感 L1 的第二端部连接到 MOS 管 Q1 的源极和 MOS 管 Q2 的漏极之间，所述电感 L2 的第二端部连接到 MOS 管 Q3 的源极和 MOS 管 Q4 的漏极之间，所述电感 L3 的第二端部连接到 MOS 管 Q5 的源极和 MOS 管 Q6 的漏极之间；

所述开关网络的第二端口连接到所述储能电路的第一端口具体包括：所述 MOS 管 Q5 的漏极连接到所述电容 C9 的第一端部，所述 MOS 管 Q6 的源极连接到所述电容 C10 的第二端部，所述开关管 S3 的第二端部、开关管 S4 的第二端部和开关管 S5 的第二端部均连接到所述电容 C9 的第一端部和电容 C10 的第二端部之间；

所述储能/滤波电路的第三端口连接到所述储能电路的第一端口具体包括：所述开关管 S2 的第二端部连接到所述电容 C9 的第二端部和电容 C10 的第一端部之间。

17、根据权利要求 16 所述的装置，其特征在于，所述第一电桥、第二电桥、第三电桥和第四电桥中的每个电桥由第一 MOS 管、第二 MOS 管、第三 MOS 管和第四 MOS 管构成，

其中，对于每个电桥，所述第三 MOS 管的漏极连接到所述第一 MOS 管的漏极，所述第一 MOS 管的源极连接到所述第二 MOS 管的漏极，所述第三 MOS 管的源极连接到所述第二 MOS 管的漏极，所述第四 MOS 管的源极连接到所述第二 MOS 管的源极；

所述第一谐振网络和第二谐振网络中的每个谐振网络由第一电容、第一电感、变压器、第二电感和第二电容构成，

其中，对于每个谐振网络，所述第一电容的第二端部通过所述第一电感连接到所述变压器初级线圈的同名端，所述变压器次级线圈的同名端通过所述第二电感连接到所述第二电容的第一端部；

其中，所述第一电桥、第二电桥、第三电桥和第四电桥中的每个电桥的受控端包括第一 MOS 管的栅极、第二 MOS 管的栅极、第三 MOS 管的栅极和第四 MOS 管的栅极。

18、根据权利要求 17 所述的装置，其特征在于，所述第一电桥的第二端口连接到所述第一谐振网络的第一端口，具体包括：所述第一谐振网络的第一电容的第一端部连接到所述第一电桥中第三 MOS 的源极和第四 MOS 管的漏极之间，和所述第一谐振网络的变压器的初级线圈的异名端到所述第一电桥中第一 MOS 的源极和第二 MOS 管的漏极之间；

所述第一谐振网络的第二端口连接到所述第二电桥的第一端口，具体包括：所述第一谐振网络的第二电容的第二端部连接到所述第二电桥中第一 MOS 的源极和第二 MOS 管的

漏极之间,和所述第一谐振网络的变压器的次级线圈的异名端到所述第二电桥中第三 MOS 的源极和第四 MOS 管的漏极之间;

所述第三电桥的第二端口连接到所述第二谐振网络的第一端口,具体包括:所述第二谐振网络的第一电容的第一端部连接到所述第三电桥中第三 MOS 的源极和第四 MOS 管的漏极之间,和所述第二谐振网络的变压器的初级线圈的异名端到所述第三电桥中第一 MOS 的源极和第二 MOS 管的漏极之间;

所述第二谐振网络的第二端口连接到所述第四电桥的第一端口,具体包括:所述第二谐振网络的第二电容的第二端部连接到所述第四电桥中第一 MOS 的源极和第二 MOS 管的漏极之间,和所述第二谐振网络的变压器的次级线圈的异名端到所述第四电桥中第三 MOS 的源极和第四 MOS 管的漏极之间。

19、根据权利要求 18 所述的装置,其特征在于,所述双向转换电路的第二端口连接到所述 DCDC 电路的第一端口,具体包括:

所述第一电桥中的第一 MOS 管的漏极连接到所述电容 C9 的第一端部,所述第一电桥中第二 MOS 管的源极和第三电桥中第一 MOS 管的漏极均连接到所述电容 C9 的第二端部和电容 C10 的第一端部之间,所述第二电桥的第二 MOS 管的源极连接到所述电容 C10 的第二端部。

20、根据权利要求 19 所述的装置,其特征在于,所述控制器控制所述储能/滤波电路和所述开关网络处于第一状态 st1,具体包括:

所述控制器控制所述储能/滤波电路中的开关管 S1、开关管 S2 和所述开关网络中的 MOS 管 Q1、MOS 管 Q2、MOS 管 Q3、MOS 管 Q4、MOS 管 Q5、MOS 管 Q6、开关管 S3、开关管 S4 和开关管 S5 分别按照各自对应的第一预设规则断开和导通,以实现:

所述储能/滤波电路对从所述储能/滤波电路的第一端口输入的三相交流电压进行储能,并从所述储能/滤波电路的第二端口输出直流电压;

所述开关网络对从该开关网络第一端口输入的直流电压进行功率变换,并从所述开关网络的第二端口输出变换后的直流电压;

所述储能网络对从该储能网络第一端口输入的直流电压进行储能,并从该储能电路的第二端口输出所述第二直流电压。

21、根据权利要求 19 所述的装置,其特征在于,所述控制器控制所述储能/滤波电路和所述开关网络处于第五状态 st5,具体包括:

所述控制器控制所述储能/滤波电路中的开关管 S1、开关管 S2 和所述开关网络中的 MOS 管 Q1、MOS 管 Q2、MOS 管 Q3、MOS 管 Q4、MOS 管 Q5、MOS 管 Q6、开关管 S3、开关管 S4 和开关管 S5 分别按照各自对应的第二预设规则断开和导通,以实现:

所述储能网络对从该储能网络第二端口输入的直流电压进行储能,并从该储能电路的第一端口输出直流电压;

所述开关网络对从该开关网络第二端口输入的直流电压进行功率变换,并从所述开关

网络的第一端口输出变换后的直流电压；

所述储能/滤波电路对从所述储能/滤波电路的第二端口输入的电压进行滤波，并从所述储能/滤波电路的第一端口输出三相交流电压。

22、根据权利要求 19 所述的装置，其特征在于，所述控制器控制所述储能/滤波电路和所述开关网络处于第三状态 st3，具体包括：

所述控制器控制所述储能/滤波电路中的开关管 S1 闭合和开关管 S2 断开，控制所述开关网络中的开关管 S5 断开，MOS 管 Q5 开路 and MOS 管 Q6 开路，并控制所述开关网络中的 MOS 管 Q1、MOS 管 Q2、MOS 管 Q3、MOS 管 Q4、开关管 S3 和开关管 SS4 分别按照对应的第三预设规则断开和导通，以实现：

所述储能/滤波电路对从所述储能/滤波电路的第一端口输入的单相交流电压进行储能，并从所述储能/滤波电路的第二端口输出直流电压；

所述开关网络对从该开关网络第一端口输入的直流电压进行功率变换，并从所述开关网络的第二端口输出变换后的直流电压；

所述储能网络对从该储能网络第一端口输入的直流电压进行储能，并从该储能电路的第二端口输出所述第二直流电压。

23、根据权利要求 19 所述的装置，其特征在于，所述控制器控制所述储能/滤波电路和所述开关网络处于第六状态 st6，具体包括：

所述控制器控制所述储能/滤波电路中的开关管 S1 闭合和开关管 S2 断开，控制所述开关网络中的开关管 S3、开关管 S4 和开关管 S5 均断开，MOS 管 Q5 开路 and MOS 管 Q6 开路，并控制所述开关网络中的 MOS 管 Q1、MOS 管 Q2、MOS 管 Q3、MOS 管 Q4、开关管 S3 和开关管 SS4 分别按照对应的第四预设规则断开和导通，以实现：

所述储能网络对从该储能网络第二端口输入的直流电压进行储能，并从该储能电路的第一端口输出直流电压；

所述开关网络对从该开关网络第二端口输入的直流电压进行功率变换，并从所述开关网络的第一端口输出变换后的直流电压；

所述储能/滤波电路对从所述储能/滤波电路的第二端口输入的电压进行滤波，并从所述储能/滤波电路的第一端口输出单相交流电压。

24、根据权利要求 19 所述的装置，其特征在于，所述控制器控制所述储能/滤波电路和所述开关网络处于第三状态 st3，具体包括：

所述控制器控制所述储能/滤波电路中的开关管 S1 闭合和开关管 S2 断开，控制所述开关网络中的开关管 S3、开关管 S4 和开关管 S5 均断开，MOS 管 Q5 开路 and MOS 管 Q6 开路，并控制所述开关网络中的 MOS 管 Q1、MOS 管 Q2、MOS 管 Q3、MOS 管 Q4、开关管 S3 和开关管 SS4 分别按照对应的第五预设规则断开和导通，以实现：

所述储能/滤波电路对从所述储能/滤波电路的第一端口输入的单相交流电压进行储能，并从所述储能/滤波电路的第二端口输出直流电压；

所述开关网络对从该开关网络第一端口输入的直流电压进行功率变换，并从所述开关网络的第二端口输出变换后的直流电压；

所述储能网络对从该储能网络第一端口输入的直流电压进行储能，并从该储能电路的第二端口输出所述第二直流电压。

25、根据权利要求 19 所述的装置，其特征在于，所述控制器控制所述储能/滤波电路和所述开关网络处于第六状态 st6，具体包括：

所述控制器控制所述储能/滤波电路中的开关管 S1 断开和开关管 S2 闭合，控制所述开关网络中的开关管 S3、开关管 S4 和开关管 S5 均断开，MOS 管 Q3、MOS 管 Q4、MOS 管 Q5 和 MOS 管 Q6 均开路，并控制所述开关网络中的 MOS 管 Q1 和 MOS 管 Q2 分别按照对应的第六预设规则断开和导通，以实现：

所述储能网络对从该储能网络第二端口输入的直流电压进行储能，并从该储能电路的第一端口输出直流电压；

所述开关网络对从该开关网络第二端口输入的直流电压进行功率变换，并从所述开关网络的第一端口输出变换后的直流电压；

所述储能/滤波电路对从所述储能/滤波电路的第二端口输入的电压进行滤波，并从所述储能/滤波电路的第一端口输出单相交流电压。

26、根据权利要求 20、21、23、24 和 25 任一项所述的装置，其特征在于，所述控制器控制所述第一电桥、第二电桥、第三电桥和第四电桥处于第二状态 st2，具体包括：

所述控制器控制所述第一电桥、第二电桥、第三电桥和第四电桥中的 MOS 管按照第七预设规则断开和导通，以实现：

所述第一电桥和第三电桥，用于对从该电桥的第一端口输入的直流电压进行功率变换，并从该电桥的第二端口输出功率变换后的直流电压；

所述第一谐振网络和第二谐振网络，用于对输入的直流电压进行功率变换，并输出变换后的直流电压；

所述第二电桥和第四电桥，用于对从该电桥的第一端口输入的直流电压进行整流，并从该电桥的第二端口输出整流后的直流电压。

27、根据权利要求 20、21、23、24 和 25 任一项所述的装置，其特征在于，所述控制器控制所述第一电桥、第二电桥、第三电桥和第四电桥处于第四状态 st4，具体包括：

所述控制器控制所述第一电桥、第二电桥、第三电桥和第四电桥中的 MOS 管按照第八预设规则断开和导通，以实现：

所述第二电桥和第四电桥，用于对从该电桥的第二端口输入的直流电压进行功率变换，并将该电桥的第一端口输出变换后的直流电压；

所述第一谐振网络和第二谐振网络，用于对输入的直流电压进行功率变换，并输出变换后的直流电压；

所述第一电桥和第三电桥，用于对从该电桥的第二端口输入的直流电压进行整流，并

从该电桥的第一端口输出整流后的直流电压。

28、根据权利要求 22 或 23 所述的装置，其特征在于，所述控制器控制所述第一电桥、第二电桥、第三电桥和第四电桥处于第二状态 st2，具体包括：

所述控制器控制第三电桥中的 MOS 管短路和第四电桥中的 MOS 管开路，并控制所述第一电桥和第二电桥中的 MOS 管按照第九预设规则断开和导通，以实现：

所述第一电桥，用于对从该电桥的第一端口输入的直流电压进行功率变换，并从该电桥的第二端口输出功率变换后的直流电压；

所述第一谐振网络，用于对输入的直流电压进行功率变换，并输出变换后的直流电压；

所述第二电桥，用于对从该电桥的第一端口输入的直流电压进行整流，并从该电桥的第二端口输出整流后的直流电压；

所述控制器控制所述第一电桥、第二电桥、第三电桥和第四电桥处于第四状态 st4，具体包括：

所述控制器控制第三电桥中的 MOS 管均短路和第四电桥中的 MOS 管均开路，并控制所述第一电桥和第二电桥中的 MOS 管按照第十预设规则断开和导通，以实现：

所述第二电桥，用于对从该电桥的第二端口输入的直流电压进行功率变换，并将从该电桥的第一端口输出变换后的直流电压；

所述第一谐振网络，用于对输入的直流电压进行功率变换，并输出变换后的直流电压；

所述第一电桥，用于对从该电桥的第二端口输入的直流电压进行整流，并从该电桥的第一端口输出整流后的直流电压。

29、根据权利要求 22 或 23 所述的装置，其特征在于，所述控制器控制所述第一电桥、第二电桥、第三电桥和第四电桥处于第二状态 st2，具体包括：

所述控制器控制第一电桥中的 MOS 管短路和第二电桥中的 MOS 管开路，并控制所述第三电桥和第四电桥中的 MOS 管按照第十一预设规则断开和导通，以实现：

所述第三电桥，用于对从该电桥的第一端口输入的直流电压进行功率变换，并从该电桥的第二端口输出功率变换后的直流电压；

所述第二谐振网络，用于对输入的直流电压进行功率变换，并输出变换后的直流电压；

所述第四电桥，用于对从该电桥的第一端口输入的直流电压进行整流，并从该电桥的第二端口输出整流后的直流电压；

所述控制器控制所述第一电桥、第二电桥、第三电桥和第四电桥处于第四状态 st4，具体包括：

所述控制器控制第一电桥中的 MOS 管均短路和第二电桥中的 MOS 管均开路，并控制所述第三电桥和第四电桥中的 MOS 管按照第十二预设规则断开和导通，以实现：

所述第四电桥，用于对从该电桥的第二端口输入的直流电压进行功率变换，并将从该电桥的第一端口输出变换后的直流电压；

所述第二谐振网络，用于对输入的直流电压进行功率变换，并输出变换后的直流电压；

所述第三电桥，用于对从该电桥的第二端口输入的直流电压进行整流，并从该电桥的第一端口输出整流后的直流电压。

30、一种车载充电器，其特征在于，包括如权利要求 1-29 任一项所述的双向能量传输装置。

31、一种电动汽车，其特征在于，所述电动汽车包括驱动控制系统和能源系统，所述能源系统包括如 1-29 任一项所述的双向能量传输电路或者如权利要求 30 所述的车载充电器。

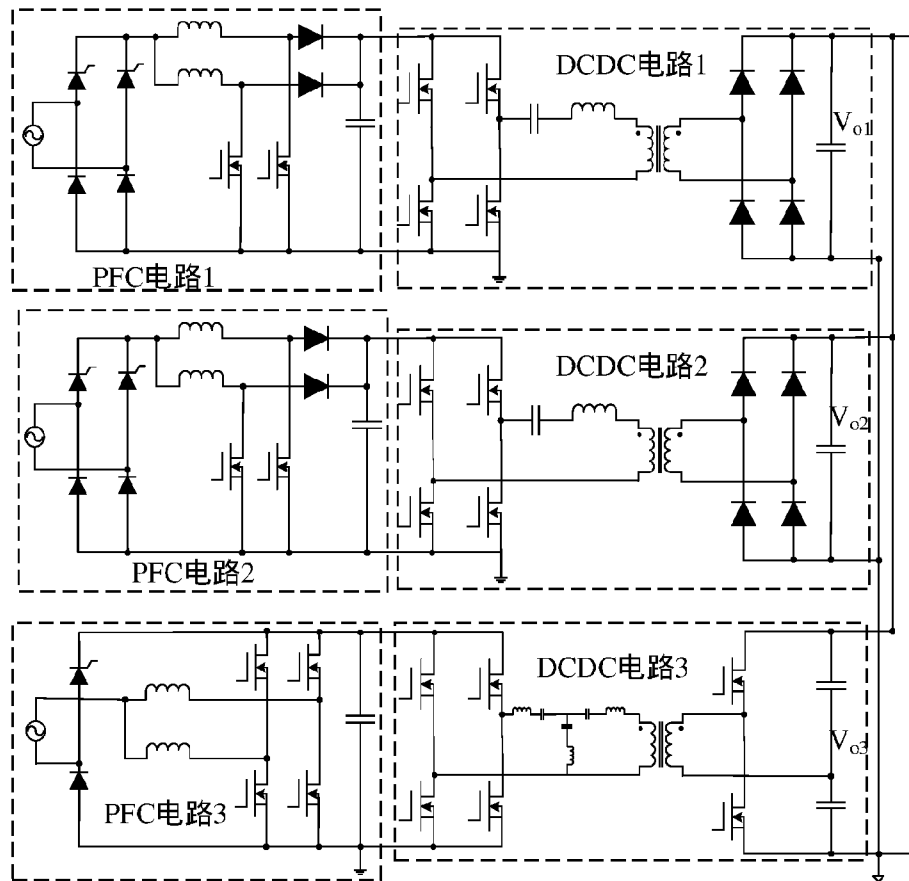


图 1

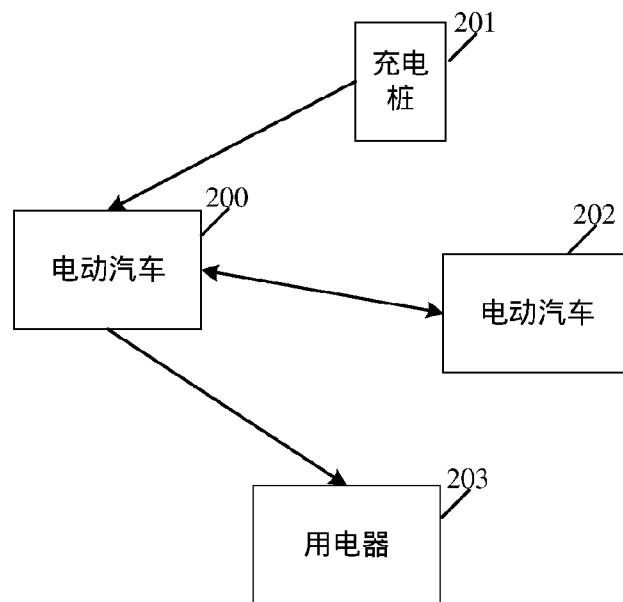


图 2

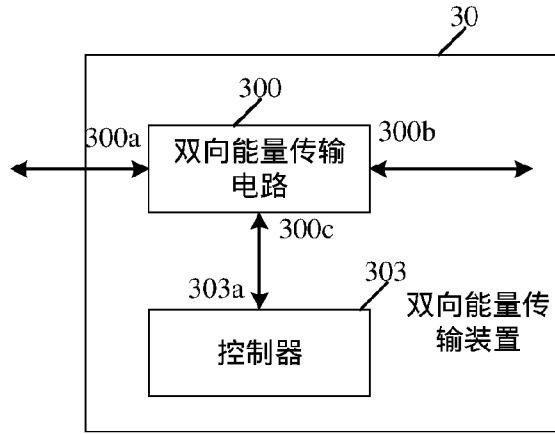


图 3a

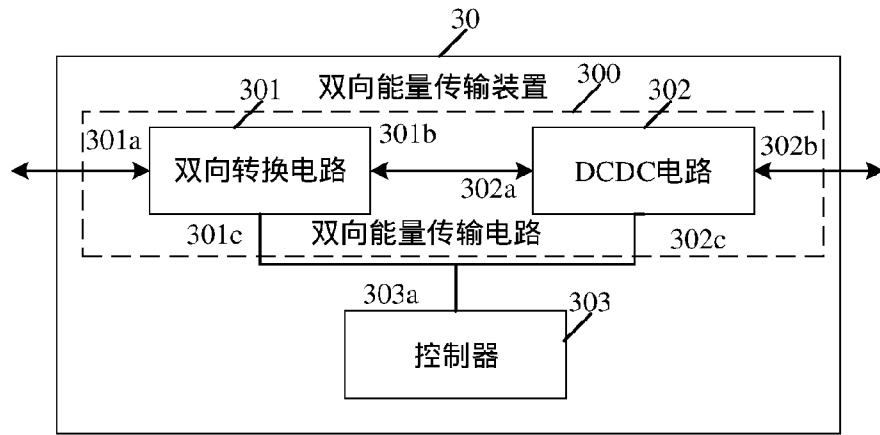


图 3b

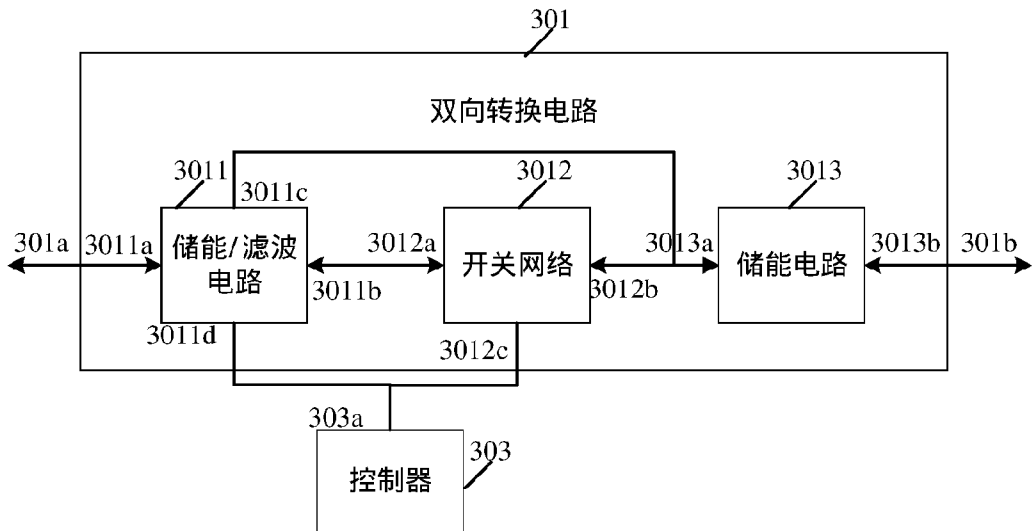


图 4a

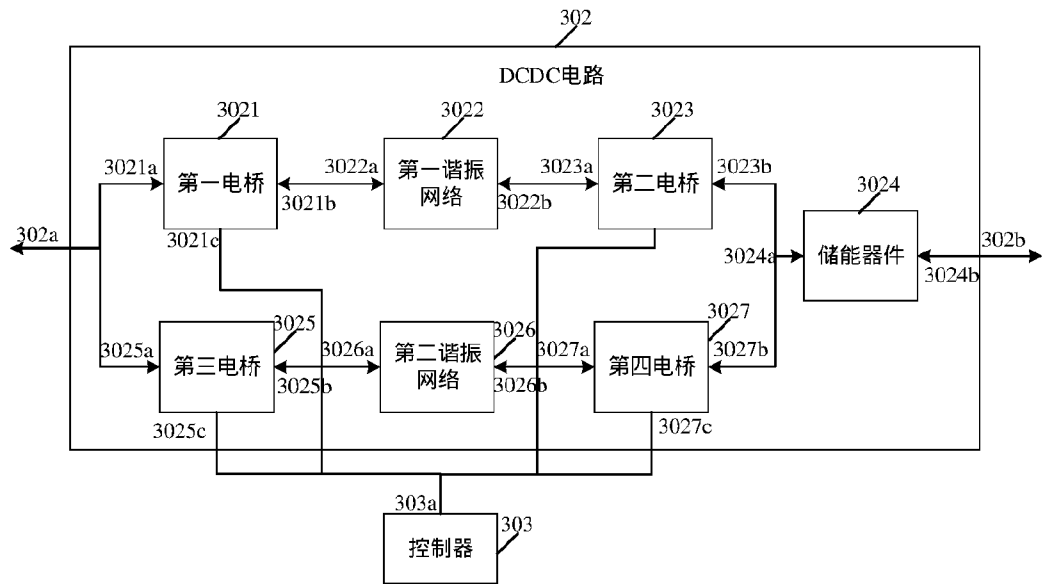


图 4b

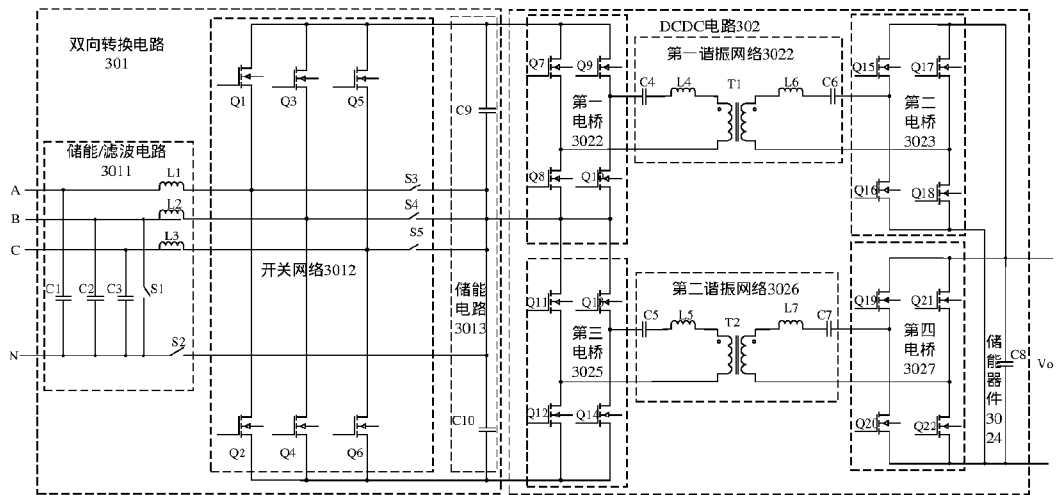


图 5a

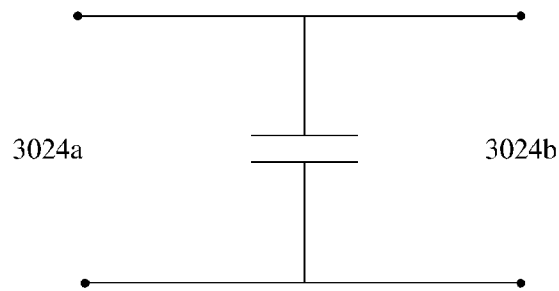


图 5b

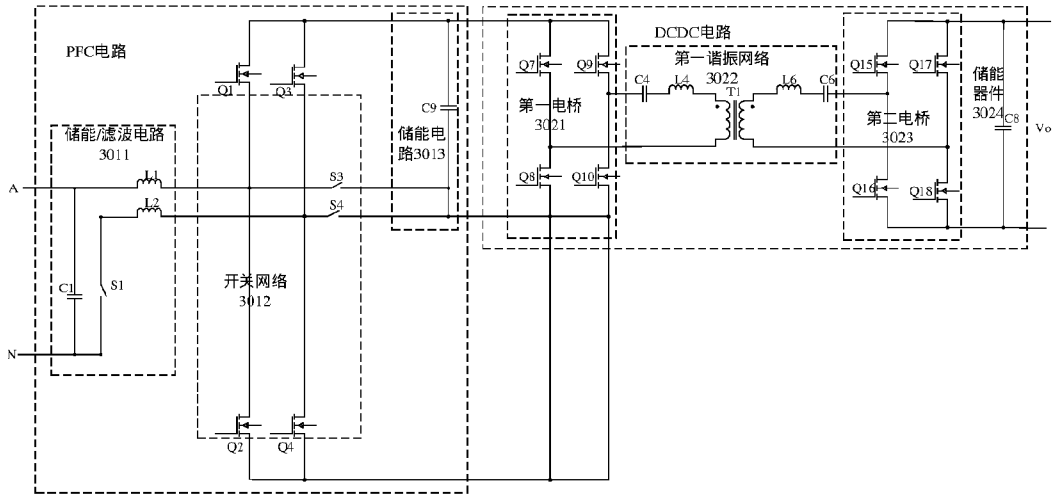


图 6

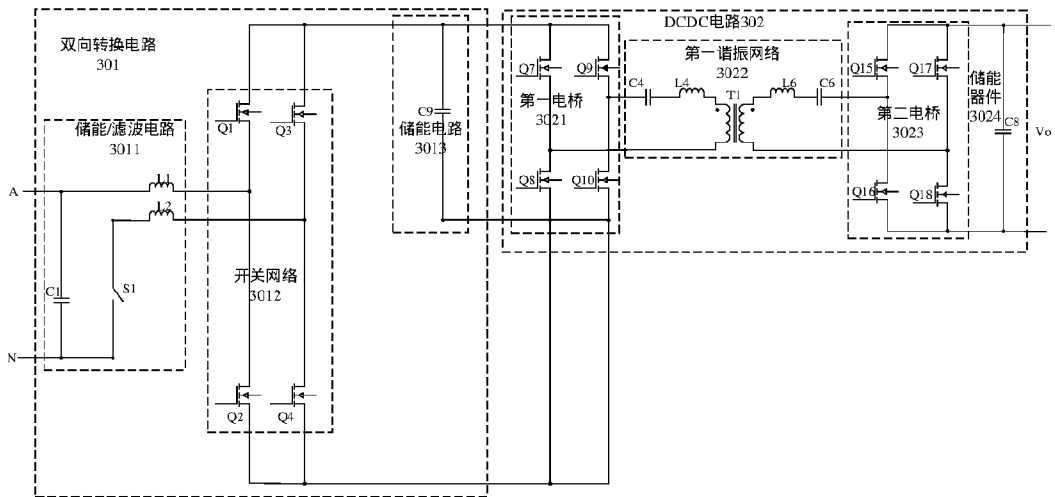


图 7

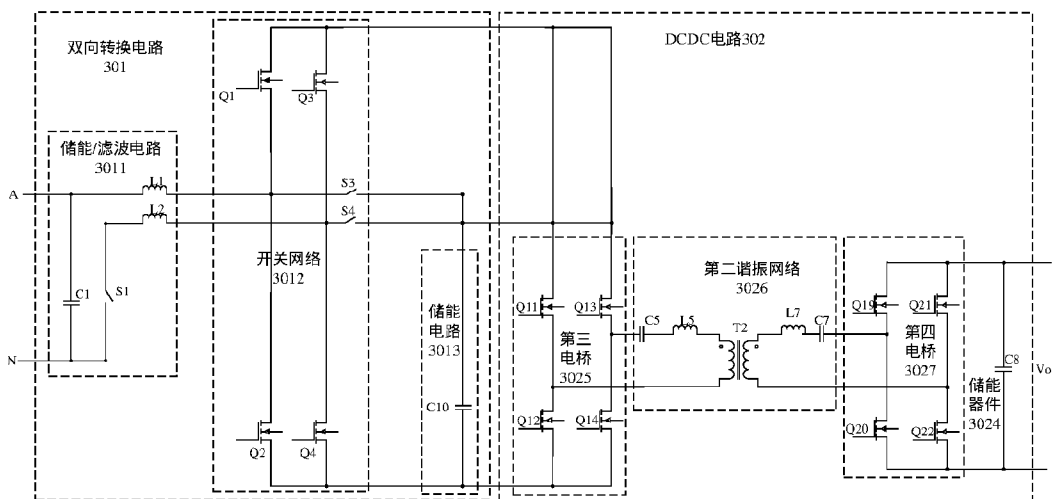


图 8

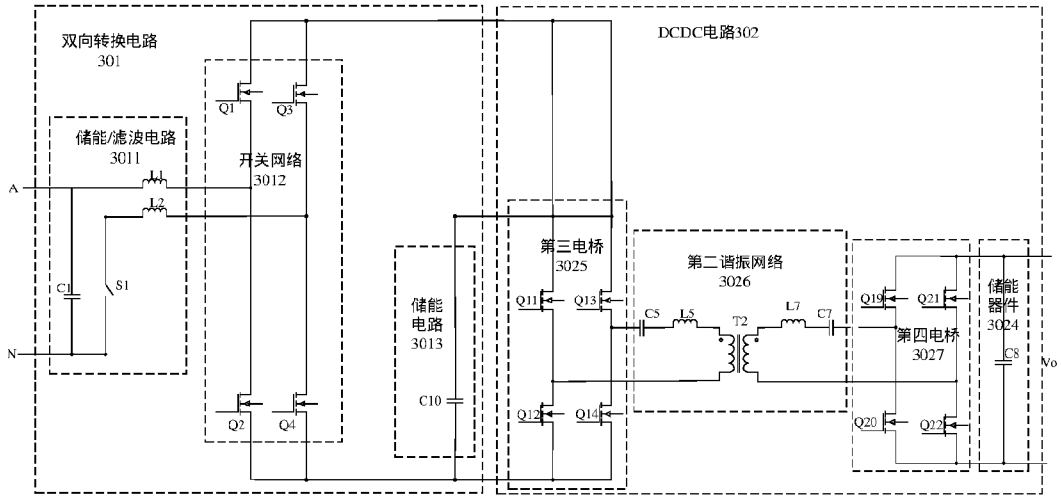


图 9

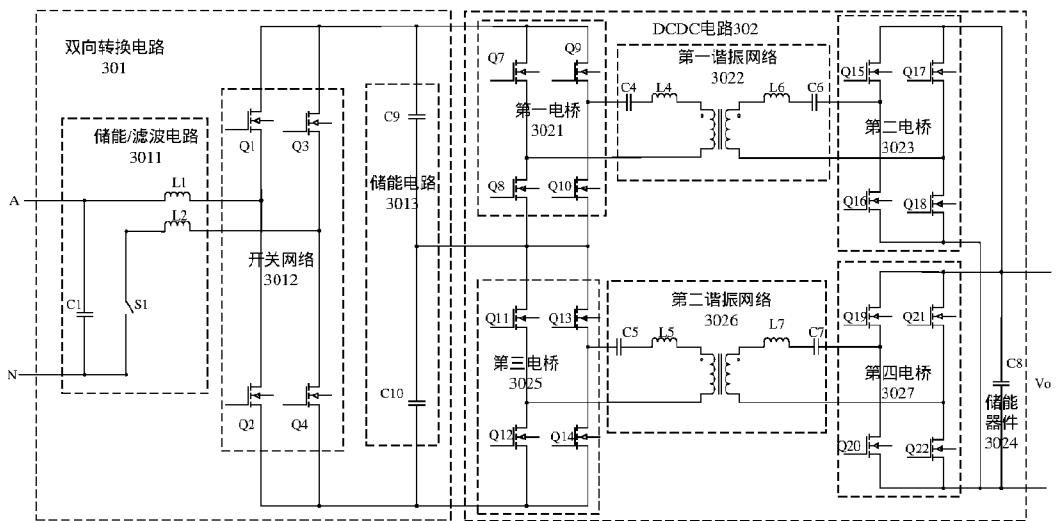


图 10

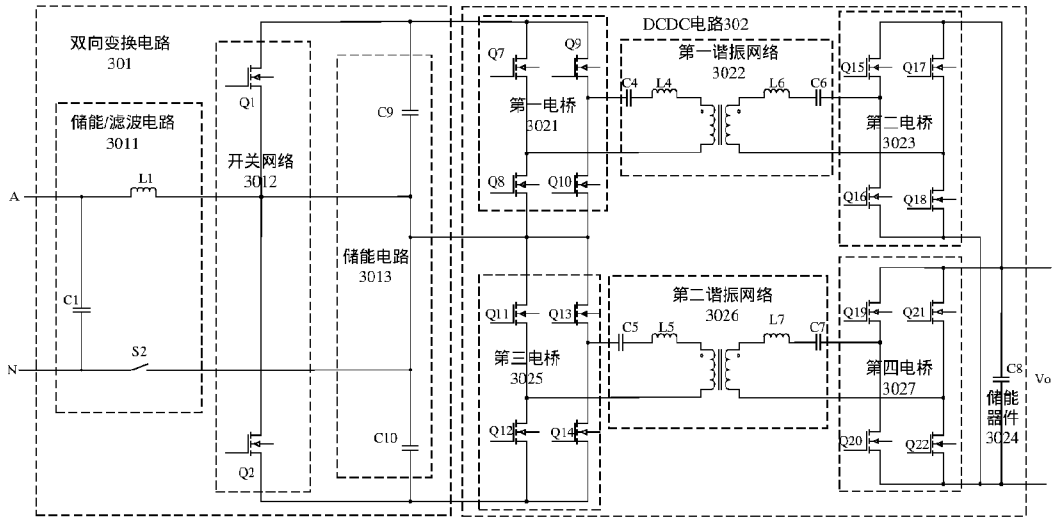


图 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/085934

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H02J 7/00(2006.01)i; H02J 7/02(2016.01)i; B60L 53/20(2019.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02J; B60L; H02M		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI, IEEE: 华为, 双向, 识别, 测, 感, 三相, 单相, 开关, 切换, 旁路, 车载充电机, bidirectional, bi w directional, compatible, three 1w phase, single 1w phase, vehicle?, charg+, bypass, switch+		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 109861357 A (DELTA ELECTRONICS, INC.) 07 June 2019 (2019-06-07) description paragraphs 6, 65-128, figures 1-6	1-5, 13, 14, 30, 31
X	CN 109889077 A (DELTA ELECTRONICS (SHANGHAI) CO., LTD.) 14 June 2019 (2019-06-14) description, paragraphs 2-44, and figures 1-5	1-3, 13, 14, 30, 31
X	CN 110356268 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 22 October 2019 (2019-10-22) description, paragraphs 5-37, and figures 1-14	1, 30, 31
A	CN 110518680 A (SHENZHEN WINLINE TECHNOLOGY CO., LTD.) 29 November 2019 (2019-11-29) entire document	1-31
A	CN 107947309 A (SHENZHEN VMAX POWER CO., LTD.) 20 April 2018 (2018-04-20) entire document	1-31
A	CN 110350796 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 18 October 2019 (2019-10-18) entire document	1-31
A	US 10562404 B1 (UNIVERSITY OF MARYLAND) 18 February 2020 (2020-02-18) entire document	1-31
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 21 December 2020		Date of mailing of the international search report 31 December 2020
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088 China		Authorized officer
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/085934

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109861357	A	07 June 2019	US	2020083727	A1	12 March 2020
				EP	3621174	A1	11 March 2020
				CN	110233514	A	13 September 2019
CN	109889077	A	14 June 2019	US	20200321796	A1	08 October 2020
CN	110356268	A	22 October 2019	None			
CN	110518680	A	29 November 2019	None			
CN	107947309	A	20 April 2018	CN	107947309	B	16 July 2019
				WO	2019109573	A1	13 June 2019
CN	110350796	A	18 October 2019	None			
US	10562404	B1	18 February 2020	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/085934

<p>A. 主题的分类</p> <p>H02J 7/00(2006.01)i; H02J 7/02(2016.01)i; B60L 53/20(2019.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																										
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H02J; B60L; H02M</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI, IEEE: 华为, 双向, 识别, 测, 感, 三相, 单相, 开关, 切换, 旁路, 车载充电机, bidirectional, bi w directional, compatible, three 1w phase, single 1w phase, vehicle?, charg+, bypas-ss, switch+</p>																										
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 109861357 A (台达电子工业股份有限公司) 2019年 6月 7日 (2019 - 06 - 07) 说明书第6、65-128段, 图1-6</td> <td>1-5、13、14、30、31</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 109889077 A (台达电子企业管理上海有限公司) 2019年 6月 14日 (2019 - 06 - 14) 说明书第2-44段, 图1-5</td> <td>1-3、13、14、30、31</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 110356268 A (华为技术有限公司) 2019年 10月 22日 (2019 - 10 - 22) 说明书第5-37段, 图1-14</td> <td>1、30、31</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 110518680 A (深圳市永联科技股份有限公司) 2019年 11月 29日 (2019 - 11 - 29) 全文</td> <td>1-31</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107947309 A (深圳威迈斯电源有限公司) 2018年 4月 20日 (2018 - 04 - 20) 全文</td> <td>1-31</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 110350796 A (华为技术有限公司) 2019年 10月 18日 (2019 - 10 - 18) 全文</td> <td>1-31</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 10562404 B1 (UNIVERSITY OF MARYLAND) 2020年 2月 18日 (2020 - 02 - 18) 全文</td> <td>1-31</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 109861357 A (台达电子工业股份有限公司) 2019年 6月 7日 (2019 - 06 - 07) 说明书第6、65-128段, 图1-6	1-5、13、14、30、31	X	CN 109889077 A (台达电子企业管理上海有限公司) 2019年 6月 14日 (2019 - 06 - 14) 说明书第2-44段, 图1-5	1-3、13、14、30、31	X	CN 110356268 A (华为技术有限公司) 2019年 10月 22日 (2019 - 10 - 22) 说明书第5-37段, 图1-14	1、30、31	A	CN 110518680 A (深圳市永联科技股份有限公司) 2019年 11月 29日 (2019 - 11 - 29) 全文	1-31	A	CN 107947309 A (深圳威迈斯电源有限公司) 2018年 4月 20日 (2018 - 04 - 20) 全文	1-31	A	CN 110350796 A (华为技术有限公司) 2019年 10月 18日 (2019 - 10 - 18) 全文	1-31	A	US 10562404 B1 (UNIVERSITY OF MARYLAND) 2020年 2月 18日 (2020 - 02 - 18) 全文	1-31
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
X	CN 109861357 A (台达电子工业股份有限公司) 2019年 6月 7日 (2019 - 06 - 07) 说明书第6、65-128段, 图1-6	1-5、13、14、30、31																								
X	CN 109889077 A (台达电子企业管理上海有限公司) 2019年 6月 14日 (2019 - 06 - 14) 说明书第2-44段, 图1-5	1-3、13、14、30、31																								
X	CN 110356268 A (华为技术有限公司) 2019年 10月 22日 (2019 - 10 - 22) 说明书第5-37段, 图1-14	1、30、31																								
A	CN 110518680 A (深圳市永联科技股份有限公司) 2019年 11月 29日 (2019 - 11 - 29) 全文	1-31																								
A	CN 107947309 A (深圳威迈斯电源有限公司) 2018年 4月 20日 (2018 - 04 - 20) 全文	1-31																								
A	CN 110350796 A (华为技术有限公司) 2019年 10月 18日 (2019 - 10 - 18) 全文	1-31																								
A	US 10562404 B1 (UNIVERSITY OF MARYLAND) 2020年 2月 18日 (2020 - 02 - 18) 全文	1-31																								
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																										
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																										
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2020年 12月 21日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2020年 12月 31日</p>																								
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>韩笑</p> <p>电话号码 86-(10)-53961266</p>																								

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/085934

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	109861357	A	2019年 6月 7日	US	2020083727	A1	2020年 3月 12日
				EP	3621174	A1	2020年 3月 11日
				CN	110233514	A	2019年 9月 13日
CN	109889077	A	2019年 6月 14日	US	20200321796	A1	2020年 10月 8日
CN	110356268	A	2019年 10月 22日	无			
CN	110518680	A	2019年 11月 29日	无			
CN	107947309	A	2018年 4月 20日	CN	107947309	B	2019年 7月 16日
				WO	2019109573	A1	2019年 6月 13日
CN	110350796	A	2019年 10月 18日	无			
US	10562404	B1	2020年 2月 18日	无			