(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2023 年 6 月 1 日 (01.06.2023)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2023/093751 A1

(51) 国际专利分类号:
H02M 1/08 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/133667

(22) 国际申请日: 2022 年 11 月 23 日 (23.11.2022)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202111435008.7 2021年11月29日 (29.11.2021) CN

(71) 申请人: 中兴通讯股份有限公司 (ZTE CORPORATION) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。

(72) 发明人: 袁杰 (YUAN, Jie); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 北京天昊联合知识产权代理有限公司 (TEE & HOWE INTELLECTUAL PROPERTY ATTORNEYS); 中国北京市东城区东长安街1号东方广场东方经贸城西一办公楼5层1, 6-12室 崔利梅、张帆, Beijing 100738 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE,

(54) **Title:** POWER CONSUMPTION REDUCTION CIRCUIT AND SWITCHING POWER SUPPLY SYSTEM

(54) **发明名称:** 功耗降低电路、开关电源系统

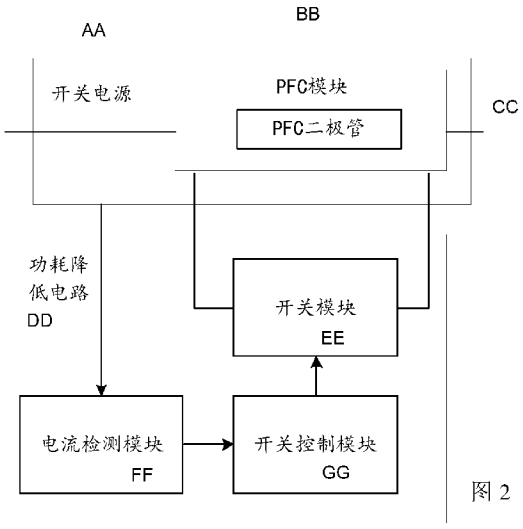


图 2

AA Switching power supply
BB PFC module
CC PFC diode
DD Power consumption reduction circuit
EE Switching module
FF Current measurement module
GG Switching control module

(57) **Abstract:** Provided in the present application is a power consumption reduction circuit. The power consumption reduction circuit is applied to a switching power supply, the switching power supply comprises a power factor correction (PFC) module, and the PFC module comprises a PFC diode. The power consumption reduction circuit comprises: a switching module, wherein two ends of the switching module are configured to be respectively connected to the switching power supply, and two connection positions between the switching module and the switching power supply are respectively located at two sides of the PFC diode; a current measurement module, which is configured to measure a current in the switching power supply; and a switching control module, which is configured to control the switching module to switch on when the current that is measured by the current measurement module is lower than a first threshold value, and control the switching module to switch off when the current that is measured by the current measurement module

WO 2023/093751 A1

[见续页]

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, CV, 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, ME, 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))。

exceeds a second threshold value, wherein the second threshold value is not less than the first threshold value. Further provided in the present application is a switching power supply system.

(57) 摘要：本申请提供了一种功耗降低电路，其用于开关电源，所述开关电源包括功率因数校正PFC模块，所述PFC模块包括PFC二极管，所述功耗降低电路包括：开关模块，其两端配置为分别与开关电源连接，且其与开关电源的两个连接位置分别位于所述PFC二极管的两侧；电流检测模块，其配置为检测所述开关电源中的电流；开关控制模块，其配置为在所述电流检测模块检测到的电流低于第一阈值时控制开关模块导通，并在所述电流检测模块检测到的电流超过第二阈值时控制开关模块关断；所述第二阈值不小于第一阈值。本申请还提供了一种开关电源系统。

功耗降低电路、开关电源系统

相关申请的交叉引用

本申请要求 2021 年 11 月 29 日提交给中国专利局的第 202111435008.7 号专利申请的优先权，其全部内容通过引用合并于此。

技术领域

本公开涉及但不限于开关电源技术领域。

背景技术

很多情况下（如射频拉远单元）需要用到开关电源。但在连接的负载较轻时，开关电源本身仍有较大功耗。在一些相关技术中，可通过降低开关频率、降低输出电压、使功率转换模块间歇工作等方式降低开关电源的功耗，但实现这些方式的电路都比较复杂，成本高；而且，以上方式都只能在开关电源空载或者待机时应用，而无法用于负载较轻但仍有负载（轻载）的情况，从而造成开关电源在轻载时浪费能源。

发明内容

本公开提供一种功耗降低电路、开关电源系统。

第一方面，本公开提供一种功耗降低电路，用于开关电源，所述开关电源包括功率因数校正 PFC 模块，所述 PFC 模块包括 PFC 二极管，所述功耗降低电路包括：开关模块，其两端配置为分别与开关电源连接，且其与开关电源的两个连接位置分别位于所述 PFC 二极管的两侧；电流检测模块，其配置为检测所述开关电源中的电流；开关控制模块，其配置为在所述电流检测模块检测到的电流低于第一阈值时控制开关模块导通，并在所述电流检测模块检测到的电流超过第二阈值时控制开关模块关断；所述第二阈值不小于第一阈值。

第二方面，本公开提供一种开关电源系统，其包括开关电源和本

文所述任意一种功耗降低电路；其中，所述开关电源包括 PFC 模块，所述 PFC 模块包括 PFC 二极管；所述功耗降低电路的开关模块的两端分别与开关电源连接，且其与开关电源的两个连接位置分别位于所述 PFC 二极管的两侧。

附图说明

图 1 为本公开提供的一种功耗降低电路的组成框图；

图 2 为本公开提供的一种开关电源系统的组成框图；

图 3 为本公开提供的另一种开关电源系统的组成框图；

图 4 为本公开提供的另一种开关电源系统的组成框图；

图 5 为本公开提供的另一种开关电源系统工作时的逻辑流程示意图；

图 6 为本公开提供的开关电源系统的电路结构示意图；

图 7 为本公开提供的开关电源系统的电路结构示意图；

图 8 为本公开提供的开关电源系统的电路结构示意图；

图 9 为本公开提供的开关电源系统的电路结构示意图；

图 10 为本公开提供的开关电源系统的电路结构示意图；

图 11 为本公开提供的开关电源系统的电路结构示意图；

图 12 为本公开提供的开关电源系统的电路结构示意图；

图 13 为本公开提供的开关电源系统的电路结构示意图。

具体实施方式

为使本领域的技术人员更好地理解本公开的技术方案，下面结合附图对本公开实施方式提供的功耗降低电路、开关电源系统进行详细描述。

在下文中将参考附图更充分地描述本公开，但是所示的实施方式可以以不同形式来体现，且本公开不应当被解释为限于以下阐述的实施方式。反之，提供这些实施方式的目的在于使本公开透彻和完整，并将使本领域技术人员充分理解本公开的范围。

本公开实施方式的附图用来提供对本公开实施方式的进一步理

解，并且构成说明书的一部分，与详细实施方式一起用于解释本公开，并不构成对本公开的限制。通过参考附图对详细实施方式进行描述，以上和其它特征和优点对本领域技术人员将变得更加显而易见。

在不冲突的情况下，本公开各实施方式及实施方式中的各特征可相互组合。

本公开所使用的术语仅用于描述特定实施方式，且不意欲限制本公开。如本公开所使用的术语“和/或”包括一个或多个相关列举条目的任何和所有组合。如本公开所使用的单数形式“一个”和“该”也意欲包括复数形式，除非上下文另外清楚指出。如本公开所使用的术语“包括”、“由……制成”，指定存在所述特征、整体、步骤、操作、元件和/或组件，但不排除存在或添加一个或多个其它特征、整体、步骤、操作、元件、组件和/或其群组。

除非另外限定，否则本公开所用的所有术语（包括技术和科学术语）的含义与本领域普通技术人员通常理解的含义相同。还将理解，诸如那些在常用字典中限定的那些术语应当被解释为具有与其在相关技术以及本公开的背景下的含义一致的含义，且将不解释为具有理想化或过度形式上的含义，除非本公开明确如此限定。

本公开不限于附图中所示的实施方式，而是包括基于制造工艺而形成的配置的修改。因此，附图中例示的区具有示意性属性，并且图中所示区的形状例示了元件的区的具体形状，但并不是旨在限制性的。

在一些相关技术中，开关电源被用作很多设备的电源，例如用作射频拉远单元（RRU，Radio Remote Unit）的电源。

开关电源也称交换式电源、开关转换器，其可将输入电压转换为用户端所需求的不同形式、不同参数值的电压或电流，如将交流电转变为直流电等。

为实现电源信号的转换，开关电源必定会消耗一定的功率，这部分功率对负载而言属于无功功率。为降低无功功率，提高功率因数，开关电源中可设置有功率因数校正（PFC，Power Factor Correction）模块，而 PFC 模块通常包括 PFC 二极管、电感、电容、MOS 管等器

件。

而当开关电源连接的负载较轻但仍有负载（轻载）时，PFC 模块（如 PFC 二极管）本身反而会消耗较多的功耗，造成能源浪费。

在一些相关技术中，通过降低开关频率、降低输出电压、使功率转换模块间歇工作等方式降低开关电源的功耗，但是，一方面实现这些方式的电路都比较复杂，成本高；而另一方面，以上方式都只能在开关电源空载或者待机时应用，而无法用于轻载。

第一方面，本公开提供一种功耗降低电路，用于开关电源，开关电源包括 PFC 模块，PFC 模块包括 PFC 二极管。

本公开实施方式的功耗降低电路用于与开关电源配合，从而降低开关电源的功耗，尤其是在轻载时的功耗。其中，参照图 2，适用于本公开实施方式的功耗降低电路的开关电源包括用于调整功率因数的 PFC（功率因数校正）模块，而 PFC 模块中包括二极管，即 PFC 二极管。

当然，参照图 3、图 4，开关电源中还可包括 DC（直流）-DC 转换模块、EMI（电磁干扰）滤波模块、整流桥等其它结构，而其 PFC 模块中也可包括电感、电容、MOS 管等其它器件，在此不再详细描述。

参照图 1、图 2，在一些实施方式中，功耗降低电路可以包括：开关模块，其两端配置为分别与开关电源连接，且其与开关电源的两个连接位置分别位于 PFC 二极管的两侧；电流检测模块，其配置为检测开关电源中的电流；开关控制模块，其配置为在电流检测模块检测到的电流低于第一阈值时控制开关模块导通，并在电流检测模块检测到的电流超过第二阈值时控制开关模块关断；第二阈值不小于第一阈值。

参照图 1、图 2，本公开实施方式的功耗降低电路中具有开关模块，开关模块能起到开关作用，即能使自己的两端导通或关断。而开关模块两端配置为分别与对应的开关电源连接，且开关模块与开关电源的两个连接点，在开关电源中分别位于其 PFC 二极管两侧（沿信号传递方向的两侧），即，开关模块至少与 PFC 二极管“并联”。

而功耗降低电路的电流检测模块配置为检测开关电源中某个位置的电流，开关控制模块则在该电流较低（低于第一阈值时）时将开关模块导通，也就是将开关电源中与开关模块并联的部分“短路”；而若以上电流较高（超过第二阈值时）则将开关模块关断，故开关电源中与开关模块并联的部分不再被“短路”。

其中，开关控制模块只要能在电流处于不同范围时保证开关模块处理相应状态即可。参照图 5，在开关电源开始工作后，可检测电流，并断判断检测到的电流的大小，若其低于第一阈值则控制开关模块导通，超过第二阈值则控制开关模块关断，并在调整后返回继续检测（即实时检测）。

其中，第二阈值显然不能小于第一阈值，以免两个阈值的范围产生重叠。示例性地，第二阈值可以等于第一阈值，即开关模块的状态可在第一阈值（也是第二阈值）的一个“点”发生切换；或者，第二阈值也可略大于第一阈值，即当电流逐渐降低至第一阈值时开关模块从关断状态切换为导通状态，而此后电流需要逐渐增大至超过第二阈值时开关模块才能再次切换回关断状态。

本公开实施方式中，功耗降低电路的开关模块至少“并联”在开关电源的 PFC 二极管两侧，当开关电源中的电流较低（即负载较低）时，开关控制模块控制开关模块导通，相当于至少将 PFC 二极管“短路”，从而不会再有电流流过 PFC 二极管，PFC 二极管也不会再有功耗，可达到在降低轻载或空载时节约能源的效果；而由于此时开关电源的负载较低（轻载或空载），故即使 PFC 二极管被短接，也并不明显影响其功率因数。

在一些实施方式中，开关模块包括继电器、三极管、晶闸管中的至少一种。

作为本公开的一种示例性实施方式，开关模块可以是继电器，例如是参照图 6 至图 13 中的电感和开关；但是，开关模块也可为三极管（如 MOS 管）、晶闸管等。

总之，本公开实施方式对开关模块的具体形式不作限定，其只要是能起到“开关”作用的结构即可。

第二方面，本公开提供一种开关电源系统，其包括开关电源和本公开实施方式的任意一种功耗降低电路。

可将以上的功耗降低电路连接至开关电源，从而得到本公开实施方式的“开关电源系统”。

参照图 2，在一些实施方式中，开关电源系统中，开关电源包括 PFC 模块，PFC 模块包括 PFC 二极管；功耗降低电路的开关模块的两端分别与开关电源连接，且其与开关电源的两个连接位置分别位于 PFC 二极管的两侧。

参照图 2，在一些实施方式中，开关电源系统中的开关电源包括 PFC 模块，而 PFC 模块包括 PFC 二极管，功耗降低电路的开关模块的两端分别连接至 PFC 二极管的两侧（沿信号传递方向的两侧）。

在一些实施方式中，开关模块的两端分别与 PFC 二极管的输入端和输出端连接。

参照图 3，在一个示例性实施方式中，开关模块的两端可直接与 PFC 二极管的输入端和输出端连接，即，开关电源可“仅并联”PFC 二极管，而不并联 PFC 模块的其它器件。

在一些实施方式中，开关模块的两端分别与 PFC 模块的输入端和输出端连接。

参照图 4，在一个示例性实施方式中，开关模块的两端也可直接与 PFC 模块整体的输入端和输出端连接，即，开关模块也可将整个 PFC 模块“完全并联”。

在一些实施方式中，开关电源还包括：PFC 控制模块，其配置为控制 PFC 模块；控制 PFC 模块包括在电流检测模块检测到的电流低于第一阈值时控制 PFC 模块关闭，并在电流检测模块检测到的电流超过第二阈值时控制 PFC 模块开启。

参照图 3 至图 5，为实现对 PFC 模块的控制，开关电源中还可包括 PFC 控制模块；此时，当需要导通开关模块（电流低于第一阈值）时，还可用 PFC 控制模块控制 PFC 模块完全关闭（停止工作），以进一步降低其功耗；而当需要关断开关模块（电流超过第二阈值）时，则用 PFC 控制模块控制 PFC 模块开启（进行工作），以使 PFC

模块在负载较大时起到调整功率因数的作用。

其中，应当理解，如果是开关模块将整个 PFC 模块“完全并联”，则开关模块导通时不论 PFC 模块状态如何其都会被“完全短路”，故此时不关闭 PFC 模块也是可行的。

在一些实施方式中，PFC 控制模块复用为开关控制模块；PFC 控制模块还配置为在电流检测模块检测到的电流低于第一阈值时控制开关模块导通，并在电流检测模块检测到的电流超过第二阈值时控制开关模块关断。

PFC 控制模块为实现对 PFC 模块的控制，必然具有相应的判断、控制功能，故参照图 3，可以是 PFC 控制模块复用为开关控制模块，即，PFC 控制模块可实现开关控制模块的各项功能，从而 PFC 控制模块既可根据检测到的电流控制 PFC 模块，也可同时控制开关模块，以简化产品结构。

当然，若 PFC 模块是独立于 PFC 控制模块的结构，甚至开关电源中并无 PFC 控制模块，也都是可行的。

在一些实施方式中，电流检测模块连接 PFC 模块的输入端，配置为检测输入至 PFC 模块的电流。

在一些实施方式中，电流检测模块连接 PFC 模块内部，配置为检测 PFC 模块内部的电流。

参照图 3，在一个示例性实施方式中，电流检测模块可连接 PFC 模块的输入端，以检测输入至 PFC 模块的电流，故后续可根据该电流实现对开关模块（以及 PFC 模块）的控制。

或者，在另一个示例性实施方式中，电流检测模块也可连接 PFC 模块内部，以检测 PFC 模块内部的电流，故后续可根据该电流实现对开关模块（以及 PFC 模块）的控制。

在一些实施方式中，电流检测模块连接开关电源的输出端，用于检测从开关电源输出的电流。

参照图 4，在一个示例性实施方式中，电流检测模块也可连接开关电源的输出端，从而检测从开关电源整体输出的电流，故后续可根据该电流实现对开关模块（以及 PFC 模块）的控制。

在一些实施方式中，开关电源还包括：PFC 控制模块，其配置为控制 PFC 模块；DC-DC 转换模块，其连接在 PFC 模块的输出端与开关电源的输出端之间；DC-DC 控制模块，其配置为控制 DC-DC 转换模块；PFC 控制模块和 DC-DC 控制模块复用为开关控制模块；DC-DC 控制模块还配置为：在电流检测模块检测到的电流低于第一阈值时向 PFC 控制模块发出第一指令，使 PFC 控制模块控制 PFC 模块关闭和控制开关模块导通；以及，在电流检测模块检测到的电流超过第二阈值时向 PFC 控制模块发出第二指令，使 PFC 控制模块控制 PFC 模块开启和控制开关模块关断。

参照图 4，为了将从 PFC 模块输出的信号变为开关电源最终需要的输出，在 PFC 模块后还可设有 DC-DC 转换模块，而 DC-DC 控制模块则根据开关电源的输出端的电流控制该 DC-DC 转换模块工作。

由此，为简化结构，PFC 控制模块和 DC-DC 控制模块的整体可复用为开关控制模块，即 PFC 控制模块和 DC-DC 控制模块可实现开关控制模块的各项功能。由此，DC-DC 控制模块可接收以上检测到的电流，并根据其控制 DC-DC 转换模块，同时向 PFC 控制模块发出响应的控制指令，使 PFC 控制模块进一步控制 PFC 模块和开关模块的工作。

当然，参照图 3、图 4，开关电源中，还可具有设于 PFC 模块之前的 EMI 滤波模块、整流桥（图 3 图 4 未示出）等其它结构，而其 PFC 模块中也可包括电感、电容、MOS 管等其它器件，在此不再详细描述。

在一个示例性实施方式中，参照图 6，开关电源系统可包括开关电源的输入端、EMI 滤波模块、整流桥、PFC 模块、PFC 控制模块、DC-DC 转换模块、DC-DC 控制模块、电流检测模块、继电器（开关模块）、开关电源的输出端。

其中，EMI 滤波模块一端连接开关电源的输入端，另一端连接整流桥。

PFC 模块包括：电感、MOS 管、PFC 二极管、电容。电感一端与整流桥正极连接，另一端连接到 PFC 二极管正极和 MOS 管漏极；

PFC 二极管负极与所示电容正极连接；MOS 管源极与电容负极连接，栅极与 PFC 控制模块连接。

继电器两个触点分别与 PFC 二极管正负极连接，控制端与 PFC 控制模块连接。

DC-DC 转换模块一端与 PFC 模块连接，一端连接到开关电源的输出端。

DC-DC 控制模块一端连接电流检测模块，一端连接到 DC-DC 转换模块，另一端与 PFC 控制模块连接，电流检测模块连接开关电源的输出端。

参照图 6，初始状态下，开关电源正常工作；电流检测模块持续检测输出电流，DC-DC 控制模块得到电流信号后，将得到的电流与预设值（第一阈值，也是第二阈值）做比较，当电流低于预设值（例如第一阈值）时，向 PFC 控制模块发送信号（第一指令）；PFC 控制模块接收到信号后关闭 PFC 模块，然后控制继电器导通，电流不再通过 PFC 二极管，而是通过继电器直接流向电容，因为继电器不像 PFC 二极管有固定的压降，电流在继电器上产生的损耗远低于 PFC 二极管，开关电源在轻载条件下的功耗得到降低。当然，若后续电流增大至超过预设值（例如第二阈值），还应控制 PFC 模块开启，而继电器关断。

在一个示例性实施方式中，参照图 7，开关电源系统可包括开关电源的输入端、EMI 滤波模块、整流桥、PFC 模块、PFC 控制模块、DC-DC 转换模块、DC-DC 控制模块、电流检测模块、继电器（开关模块）、开关电源的输出端。

其中，EMI 滤波模块一端连接开关电源的输入端，另一端连接整流桥。

PFC 模块包括：电感、MOS 管、PFC 二极管、电容。电感一端与整流桥正极连接，另一端连接到 PFC 二极管正极和 MOS 管漏极；PFC 二极管负极与所示电容正极连接；MOS 管源极与电容负极连接，栅极与 PFC 控制模块连接。

继电器一个触点与 PFC 二极管负极连接，另一个触点与整流桥

正极相连，控制端与 PFC 控制模块连接。

DC-DC 转换模块一端与 PFC 模块连接，一端连接到开关电源的输出端。

DC-DC 控制模块一端连接电流检测模块，一端连接到 DC-DC 转换模块，另一端与 PFC 控制模块连接，电流检测模块连接开关电源的输出端。

参照图 7，与图 6 所示的结构相比，继电器的一个触点的连接位置由 PFC 二极管正极移动到整流桥正极。初始状态下，开关电源正常工作；电流检测模块持续检测输出电流，DC-DC 控制模块得到电流信号后，将得到的电流与预设值（第一阈值，也是第二阈值）做比较，当电流低于预设值（例如第一阈值）时，向 PFC 控制模块发送信号（第一指令）；PFC 控制模块接收到信号后关闭 PFC 模块，然后控制继电器导通，电流不再通过 PFC 二极管和电感，而是通过继电器直接流向电容，因为继电器不像 PFC 二极管有固定的压降，电流在继电器上产生的损耗远低于 PFC 二极管，开关电源在轻载条件下的功耗得到降低。当然，若后续电流增大至超过预设值（例如第二阈值），还应控制 PFC 模块开启，而继电器关断。

在一个示例性实施方式中，参照图 8，开关电源系统可包括开关电源的输入端、EMI 滤波模块、整流桥、PFC 模块、PFC 控制模块、DC-DC 转换模块、DC-DC 控制模块（未示出）、电流检测模块、继电器（开关模块）、开关电源的输出端。

其中，EMI 滤波模块一端连接开关电源的输入端，另一端连接整流桥。

PFC 模块包括：电感、MOS 管、PFC 二极管、电容。电感一端与整流桥正极连接，另一端连接到 PFC 二极管正极和 MOS 管漏极；PFC 二极管负极与所示电容正极连接；MOS 管源极与电容负极连接，栅极与 PFC 控制模块连接。

继电器两个触点分别与 PFC 二极管正负极连接，控制端与 PFC 控制模块连接。

DC-DC 转换模块一端与 PFC 模块连接，一端连接到开关电源的

输出端。

DC-DC 控制模块（未示出）连接到 DC-DC 转换模块。

电流检测模块一端与整流桥正极相连，另一端连接到 PFC 控制模块。

参照图 8，与图 6 所示的结构相比，电流检测模块变为与整流桥正极相连，且由连接 DC-DC 控制模块变为连接 PFC 控制模块。初始状态下，开关电源正常工作；电流检测模块持续检测输入到 PFC 模块的电流，PFC 控制模块得到电流信号后，将得到的电流与预设值（第一阈值，也是第二阈值）做比较，当电流低于预设值（例如第一阈值）时，PFC 控制模块关闭 PFC 模块，然后控制继电器导通，电流不再通过 PFC 二极管，而是通过继电器直接流向电容，因为继电器不像 PFC 二极管有固定的压降，电流在继电器上产生的损耗远低于 PFC 二极管，开关电源在轻载条件下的功耗得到降低。当然，若后续电流增大至超过预设值（例如第二阈值），还应控制 PFC 模块开启，而继电器关断。

在一个示例性实施方式中，参照图 9，开关电源系统可包括开关电源的输入端、EMI 滤波模块、整流桥、PFC 模块、PFC 控制模块、DC-DC 转换模块、DC-DC 控制模块（未示出）、电流检测模块、继电器（开关模块）、开关电源的输出端。

其中，EMI 滤波模块一端连接开关电源的输入端，另一端连接整流桥。

PFC 模块包括：电感、MOS 管、PFC 二极管、电容。电感一端与整流桥正极连接，另一端连接到 PFC 二极管正极和 MOS 管漏极；PFC 二极管负极与所示电容正极连接；MOS 管源极与电容负极连接，栅极与 PFC 控制模块连接。

继电器一个触点与 PFC 二极管负极连接，另一个触点与整流桥正极相连，控制端与 PFC 控制模块连接。

DC-DC 转换模块一端与 PFC 模块连接，一端连接到开关电源的输出端。

DC-DC 控制模块（未示出）连接到 DC-DC 转换模块。

电流检测模块一端与整流桥正极相连，另一端连接到 PFC 控制模块。

参照图 9，与图 8 所示的结构相比，继电器的一个触点的连接位置由 PFC 二极管正极移动到整流桥正极。初始状态下，开关电源正常工作；电流检测模块持续检测输入到 PFC 模块的电流，PFC 控制模块得到电流信号后，将得到的电流与预设值（第一阈值，也是第二阈值）做比较，当电流低于预设值（例如第一阈值）时，PFC 控制模块关闭 PFC 模块，然后控制继电器导通，电流不再通过 PFC 二极管和电感，而是通过继电器直接流向电容，因为继电器不像 PFC 二极管有固定的压降，电流在继电器上产生的损耗远低于 PFC 二极管，开关电源在轻载条件下的功耗得到降低。当然，若后续电流增大至超过预设值（例如第二阈值），还应控制 PFC 模块开启，而继电器关断。

在一个示例性实施方式中，参照图 10，开关电源系统可包括开关电源的输入端、EMI 滤波模块、整流桥、PFC 模块、PFC 控制模块、DC-DC 转换模块、DC-DC 控制模块（未示出）、电流检测模块、继电器（开关模块）、开关电源的输出端。

其中，EMI 滤波模块一端连接开关电源的输入端，另一端连接整流桥。

PFC 模块包括：电感、MOS 管、PFC 二极管、电容、检流电阻。电感一端与整流桥正极连接，另一端连接到 PFC 二极管正极和 MOS 管漏极；PFC 二极管负极与所示电容正极连接；MOS 管栅极与 PFC 控制模块连接。

继电器两个触点分别与 PFC 二极管正负极连接，控制端与 PFC 控制模块连接。

DC-DC 转换模块一端与 PFC 模块连接，一端连接到开关电源的输出端。

DC-DC 控制模块（未示出）连接到 DC-DC 转换模块。

电流检测模块一端与 MOS 管源极相连，另一端连接到 PFC 控制模块；检流电阻一端与 MOS 管源极相连，另一端与电容负极连接。

参照图 10，与图 8 所示的结构相比，电流检测模块变为与 PFC 模块内部相连（具体是 MOS 管源极），并且 PFC 模块增加检流电阻。初始状态下，开关电源正常工作；电流检测模块通过检流电阻持续检测输入到 PFC 模块的电流，PFC 控制模块得到电流信号后，将得到的电流与预设值（第一阈值，也是第二阈值）做比较，当电流低于预设值（例如第一阈值）时，PFC 控制模块关闭 PFC 模块，然后控制继电器导通，电流不再通过 PFC 二极管，而是通过继电器直接流向电容，因为继电器不像 PFC 二极管有固定的压降，电流在继电器上产生的损耗远低于 PFC 二极管，开关电源在轻载条件下的功耗得到降低。当然，若后续电流增大至超过预设值（例如第二阈值），还应控制 PFC 模块开启，而继电器关断。

在一个示例性实施方式中，参照图 11，开关电源系统可包括开关电源的输入端、EMI 滤波模块、整流桥、PFC 模块、PFC 控制模块、DC-DC 转换模块、DC-DC 控制模块（未示出）、电流检测模块、继电器（开关模块）、开关电源的输出端。

其中，EMI 滤波模块一端连接开关电源的输入端，另一端连接整流桥。

PFC 模块包括：电感、MOS 管、PFC 二极管、电容、检流电阻。电感一端与整流桥正极连接，另一端连接到 PFC 二极管正极和 MOS 管漏极；PFC 二极管负极与所示电容正极连接；MOS 管栅极与 PFC 控制模块连接。

继电器一个触点与 PFC 二极管负极连接，另一个触点与整流桥正极相连，控制端与 PFC 控制模块连接。

DC-DC 转换模块一端与 PFC 模块连接，一端连接到开关电源的输出端。

DC-DC 控制模块（未示出）连接到 DC-DC 转换模块。

电流检测模块一端与 MOS 管源极相连，另一端连接到 PFC 控制模块；检流电阻一端与 MOS 管源极相连，另一端与电容负极连接。

参照图 11，与图 10 所示的结构相比，继电器的一个触点的连接位置由 PFC 二极管正极移动到整流桥正极。初始状态下，开关电源

正常工作；电流检测模块通过检流电阻持续检测输入到 PFC 模块的电流，PFC 控制模块得到电流信号后，将得到的电流与预设值（第一阈值，也是第二阈值）做比较，当电流低于预设值（例如第一阈值）时，PFC 控制模块关闭 PFC 模块，然后控制继电器导通，电流不再通过 PFC 二极管和电感，而是通过继电器直接流向电容，因为继电器不像 PFC 二极管有固定的压降，电流在继电器上产生的损耗远低于 PFC 二极管，开关电源在轻载条件下的功耗得到降低。当然，若后续电流增大至超过预设值（例如第二阈值），还应控制 PFC 模块开启，而继电器关断。

在一个示例性实施方式中，参照图 12，开关电源系统可包括开关电源的输入端、EMI 滤波模块、整流桥、PFC 模块、PFC 控制模块、DC-DC 转换模块、DC-DC 控制模块（未示出）、电流检测模块、继电器（开关模块）、开关电源的输出端。

其中，EMI 滤波模块一端连接开关电源的输入端，另一端连接整流桥。

PFC 模块包括：电感、MOS 管、PFC 二极管、电容。电感一端与整流桥正极连接，另一端连接到 PFC 二极管正极和 MOS 管漏极；PFC 二极管负极与所示电容正极连接；MOS 管源极与电容负极连接，MOS 管栅极与 PFC 控制模块连接。

继电器两个触点分别与 PFC 二极管正负极连接，控制端与 PFC 控制模块连接。

DC-DC 转换模块一端与 PFC 模块连接，一端连接到开关电源的输出端。

DC-DC 控制模块（未示出）连接到 DC-DC 转换模块。

电流检测模块一端与电感互感绕组连接，另一端连接到 PFC 控制模块。

参照图 12，与图 10 所示的结构相比，电流检测模块从连接检流电阻变为与电感互感绕组连接。初始状态下，开关电源正常工作；电流检测模块通过与电感的互感绕组持续检测输入到PFC模块的电流，PFC 控制模块得到电流信号后，将得到的电流与预设值（第一阈值，

也是第二阈值）做比较，当电流低于预设值（例如第一阈值）时，PFC 控制模块关闭 PFC 模块，然后控制继电器导通，电流不再通过 PFC 二极管，而是通过继电器直接流向电容，因为继电器不像 PFC 二极管有固定的压降，电流在继电器上产生的损耗远低于 PFC 二极管，开关电源在轻载条件下的功耗得到降低。当然，若后续电流增大至超过预设值（例如第二阈值），还应控制 PFC 模块开启，而继电器关断。

在一个示例性实施方式中，参照图 13，开关电源系统可包括开关电源的输入端、EMI 滤波模块、整流桥、PFC 模块、PFC 控制模块、DC-DC 转换模块、DC-DC 控制模块（未示出）、电流检测模块、继电器（开关模块）、开关电源的输出端。

其中，EMI 滤波模块一端连接开关电源的输入端，另一端连接整流桥。

PFC 模块包括：电感、MOS 管、PFC 二极管、电容。电感一端与整流桥正极连接，另一端连接到 PFC 二极管正极和 MOS 管漏极；PFC 二极管负极与所示电容正极连接；MOS 管源极与电容负极连接，MOS 管栅极与 PFC 控制模块连接。

继电器一个触点与 PFC 二极管负极连接，另一个触点与整流桥正极相连，控制端与 PFC 控制模块连接。

DC-DC 转换模块一端与 PFC 模块连接，一端连接到开关电源的输出端。

DC-DC 控制模块（未示出）连接到 DC-DC 转换模块。

电流检测模块一端与电感互感绕组连接，另一端连接到 PFC 控制模块。

参照图 13，与图 12 所示的结构相比，继电器的一个触点的连接位置由 PFC 二极管正极移动到整流桥正极。初始状态下，开关电源正常工作；电流检测模块通过与电感的互感绕组持续检测输入到 PFC 模块的电流，PFC 控制模块得到电流信号后，将得到的电流与预设值（第一阈值，也是第二阈值）做比较，当电流低于预设值（例如第一阈值）时，PFC 控制模块关闭 PFC 模块，然后控制继电器导通，电

流不再通过 PFC 二极管和电感，而是通过继电器直接流向电容，因为继电器不像 PFC 二极管有固定的压降，电流在继电器上产生的损耗远低于 PFC 二极管，开关电源在轻载条件下的功耗得到降低。当然，若后续电流增大至超过预设值（例如第二阈值），还应控制 PFC 模块开启，而继电器关断。

本领域普通技术人员可以理解，上文中所公开的全部或某些步骤、系统、装置中的功能模块/单元可以被实施为软件、固件、硬件及其适当的组合。

在硬件实施方式中，在以上描述中提及的功能模块/单元之间的划分不一定对应于物理组件的划分；例如，一个物理组件可以具有多个功能，或者一个功能或步骤可以由若干物理组件合作执行。

本公开已经公开了示例实施方式，并且虽然采用了具体术语，但它们仅用于并仅应当被解释为一般说明性含义，并且不用于限制的目的。在一些实例中，对本领域技术人员显而易见的是，除非另外明确指出，否则可单独使用与特定实施方式相结合描述的特征、特性和/或元素，或可与其它实施方式相结合描述的特征、特性和/或元件组合使用。因此，本领域技术人员将理解，在不脱离由所附的权利要求阐明的本公开的范围的情况下，可进行各种形式和细节上的改变。

权利要求

1、一种功耗降低电路，用于开关电源，所述开关电源包括功率因数校正 PFC 模块，所述 PFC 模块包括 PFC 二极管，所述功耗降低电路包括：

开关模块，其两端配置为分别与开关电源连接，且其与开关电源的两个连接位置分别位于所述 PFC 二极管的两侧；

电流检测模块，其配置为检测所述开关电源中的电流；

开关控制模块，其配置为在所述电流检测模块检测到的电流低于第一阈值时控制开关模块导通，并在所述电流检测模块检测到的电流超过第二阈值时控制开关模块关断；所述第二阈值不小于第一阈值。

2、根据权利要求 1 所述的功耗降低电路，其中，

所述开关模块包括继电器、三极管、晶闸管中的至少一种。

3、一种开关电源系统，其包括开关电源和权利要求 1 或 2 所述的功耗降低电路；其中，

所述开关电源包括 PFC 模块，所述 PFC 模块包括 PFC 二极管；

所述功耗降低电路的开关模块的两端分别与开关电源连接，且其与开关电源的两个连接位置分别位于所述 PFC 二极管的两侧。

4、根据权利要求 3 所述的开关电源系统，其中，

所述开关模块的两端分别与 PFC 二极管的输入端和输出端连接。

5、根据权利要求 3 所述的开关电源系统，其中，

所述开关模块的两端分别与 PFC 模块的输入端和输出端连接。

6、根据权利要求 3 所述的开关电源系统，其中，所述开关电源还包括：

PFC 控制模块，其配置为控制所述 PFC 模块；所述控制 PFC 模

块包括在电流检测模块检测到的电流低于第一阈值时控制 PFC 模块关闭，并在所述电流检测模块检测到的电流超过第二阈值时控制 PFC 模块开启。

7、根据权利要求 6 所述的开关电源系统，其中，

所述 PFC 控制模块复用为开关控制模块；

所述 PFC 控制模块还配置为在电流检测模块检测到的电流低于第一阈值时控制开关模块导通，并在所述电流检测模块检测到的电流超过第二阈值时控制开关模块关断。

8、根据权利要求 3 所述的开关电源系统，其中，

所述电流检测模块连接 PFC 模块的输入端，配置为检测输入至所述 PFC 模块的电流。

9、根据权利要求 3 所述的开关电源系统，其中，

所述电流检测模块连接 PFC 模块内部，配置为检测 PFC 模块内部的电流。

10、根据权利要求 3 所述的开关电源系统，其中，

所述电流检测模块连接开关电源的输出端，配置为检测从所述开关电源输出的电流。

11、根据权利要求 10 所述的开关电源系统，其中，所述开关电源还包括：

PFC 控制模块，其配置为控制所述 PFC 模块；

直流 DC-DC 转换模块，其连接在所述 PFC 模块的输出端与开关电源的输出端之间；

DC-DC 控制模块，其配置为控制所述 DC-DC 转换模块；

所述 PFC 控制模块和 DC-DC 控制模块复用为开关控制模块；

所述 DC-DC 控制模块还配置为：在电流检测模块检测到的电流

低于第一阈值时向 PFC 控制模块发出第一指令，使 PFC 控制模块控制 PFC 模块关闭和控制开关模块导通；以及，在电流检测模块检测到的电流超过第二阈值时向 PFC 控制模块发出第二指令，使 PFC 控制模块控制 PFC 模块开启和控制开关模块关断。

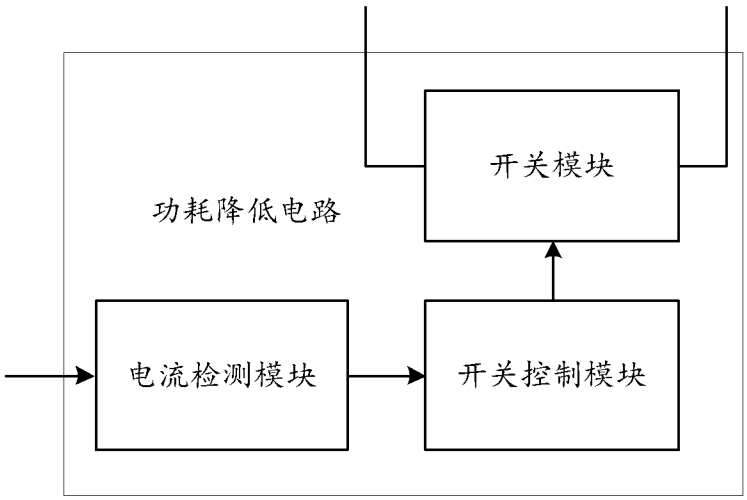

开关模块
功耗降低电路
电流检测模块
开关控制模块

图 1

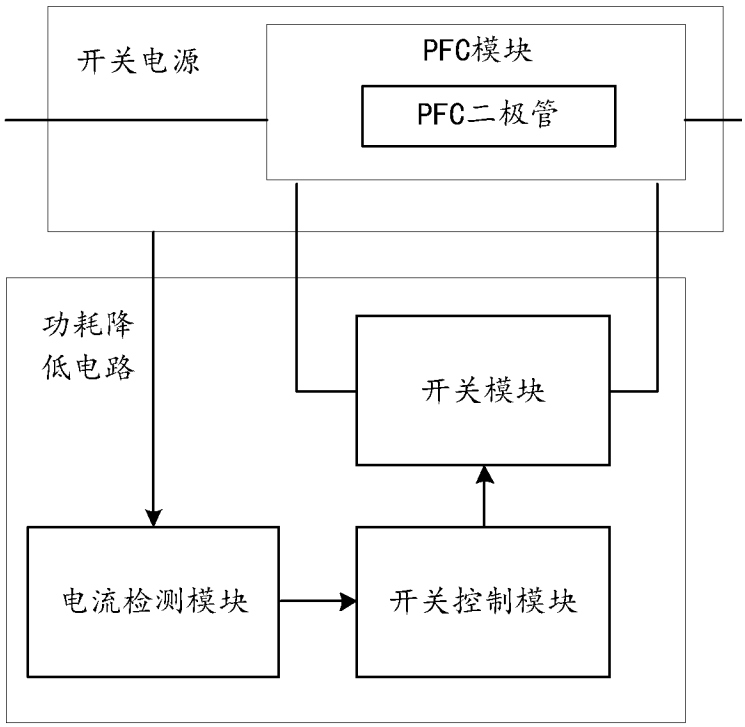

开关电源
PFC模块
PFC二极管
功耗降
低电路
开关模块
电流检测模块
开关控制模块

图 2

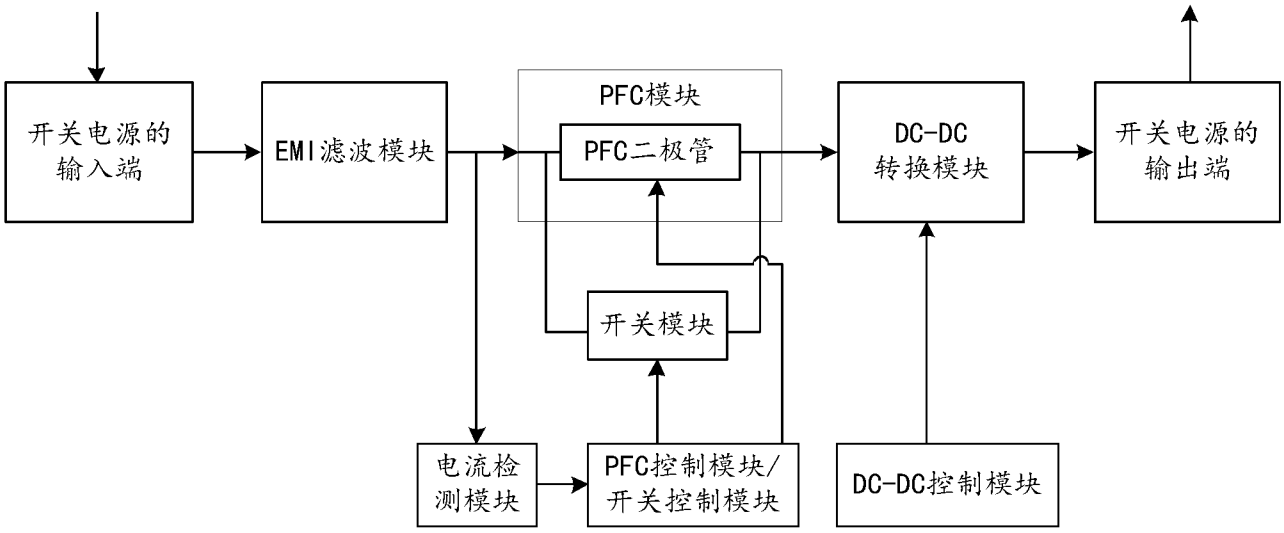

开关电源的输入端
EMI滤波模块
PFC模块
PFC二极管
DC-DC转换模块
开关电源的输出端
开关模块
电流检测模块
PFC控制模块/开关控制模块
DC-DC控制模块

图 3

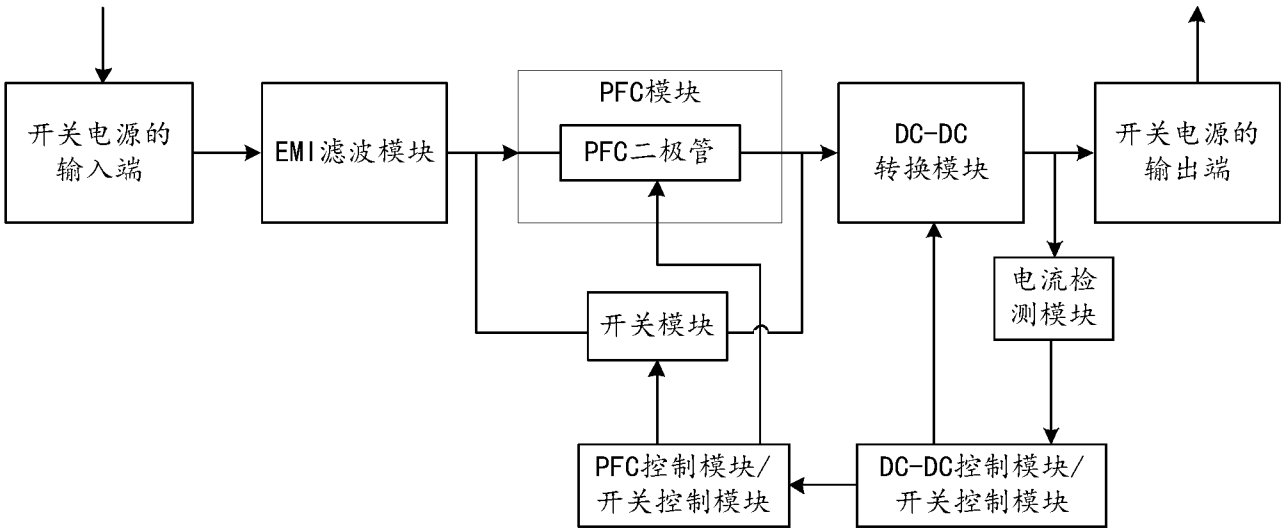

开关电源的输入端
EMI滤波模块
PFC模块
PFC二极管
DC-DC转换模块
开关电源的输出端
电流检测模块
开关模块
PFC控制模块/开关控制模块
DC-DC控制模块/开关控制模块

图 4

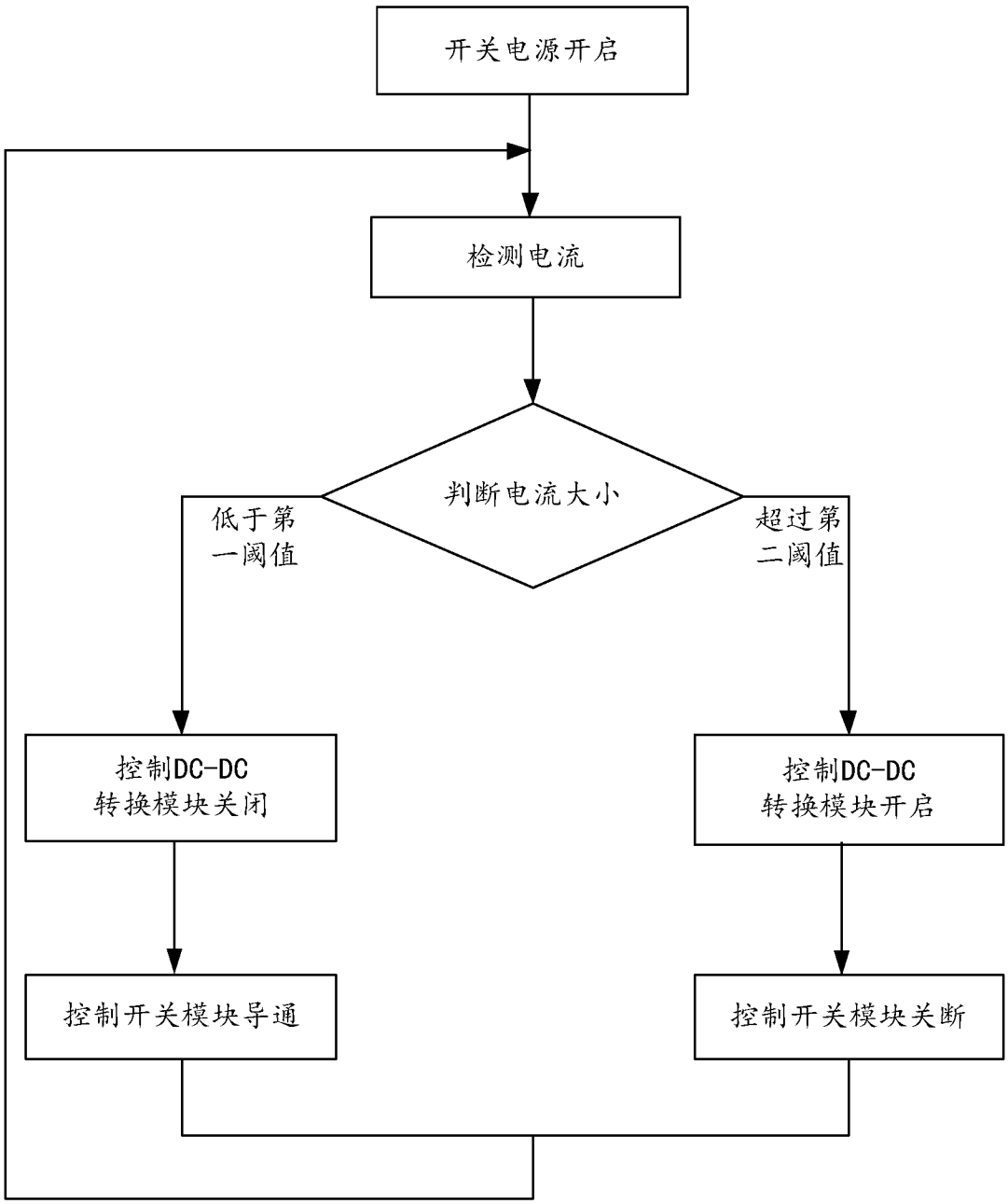

开关电源开启
检测电流
判断电流大小
低于第一阈值
超过第二阈值
控制DC-DC转换模块关闭
控制DC-DC转换模块开启
控制开关模块导通
控制开关模块关断

图 5

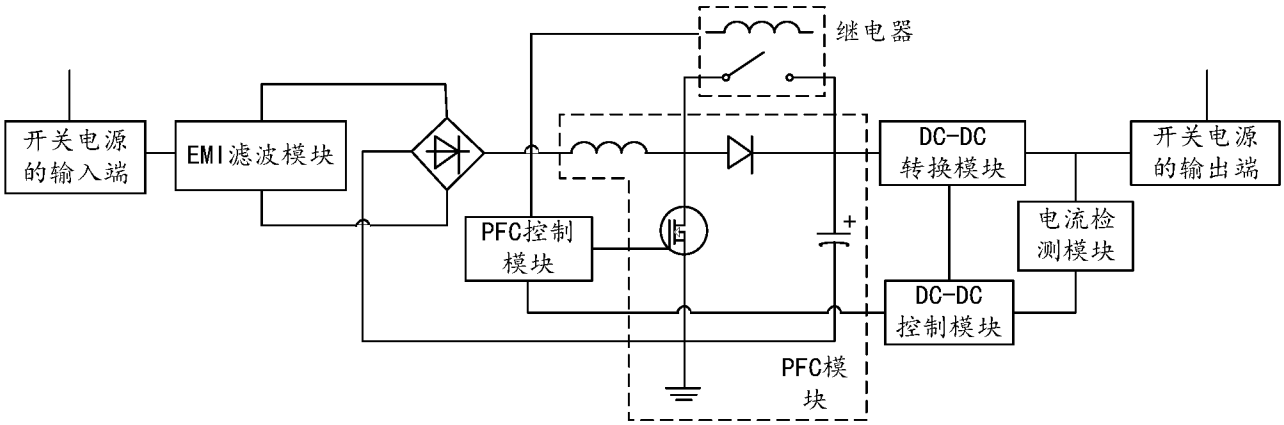

继电器
开关电源的输入端
EMI滤波模块
DC-DC转换模块
开关电源的输出端
PFC控制模块
电流检测模块
DC-DC控制模块
PFC模块

图 6

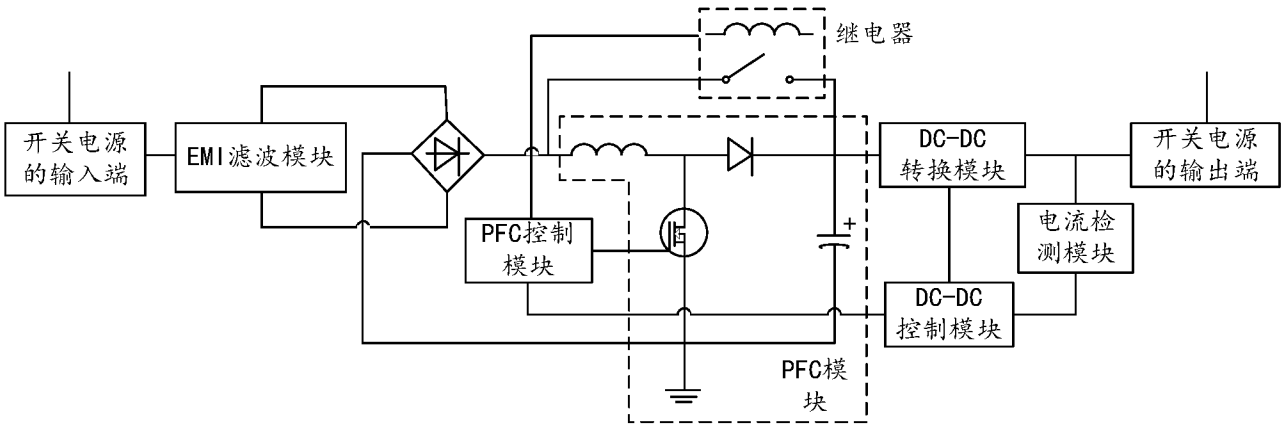

继电器
开关电源的输入端
EMI滤波模块
DC-DC转换模块
开关电源的输出端
PFC控制模块
电流检测模块
DC-DC控制模块
PFC模块

图 7

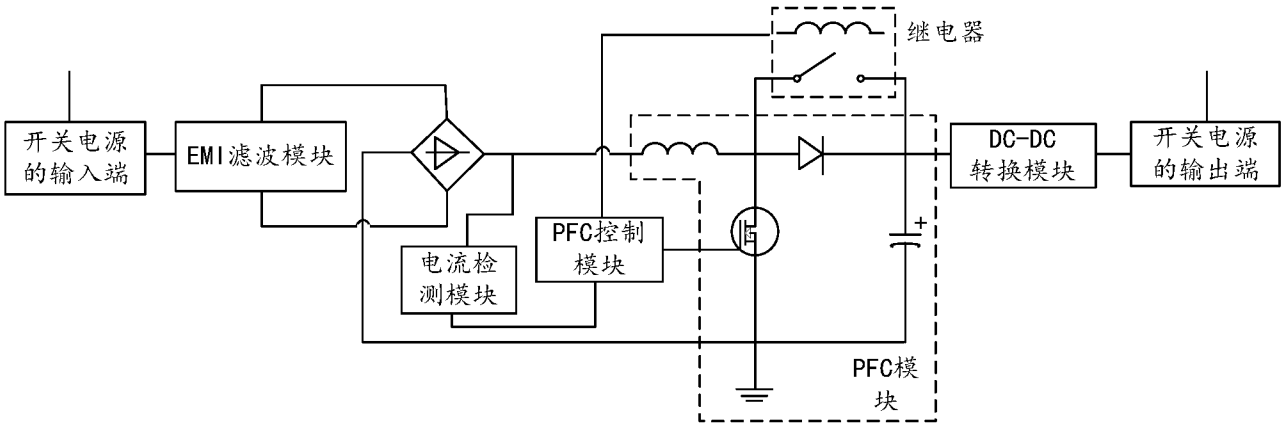

继电器
开关电源的输入端
EMI滤波模块
DC-DC转换模块
开关电源的输出端
电流检测模块
PFC控制模块
PFC模块

图 8

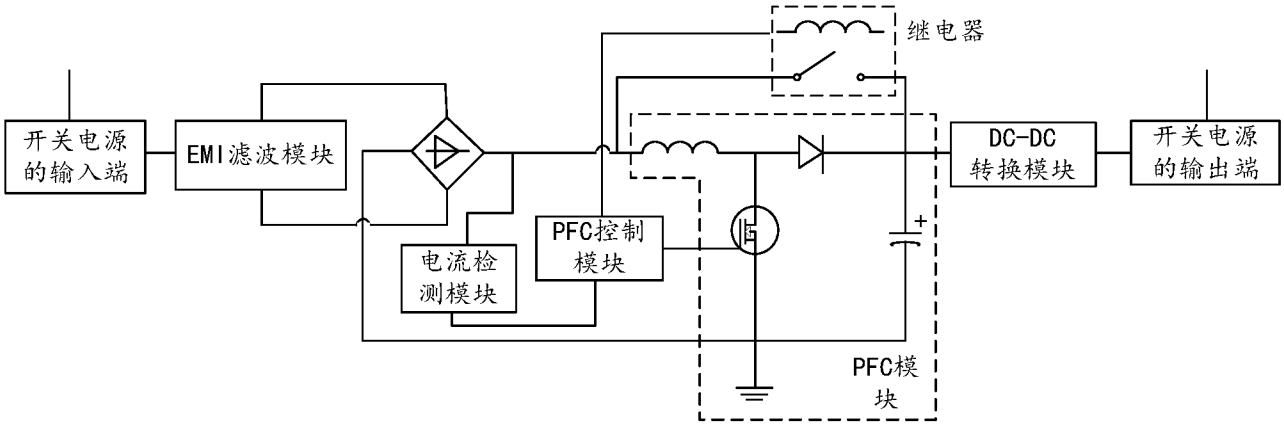

继电器
开关电源的输入端
EMI滤波模块
DC-DC转换模块
开关电源的输出端
PFC控制模块
电流检测模块
PFC模块

图 9

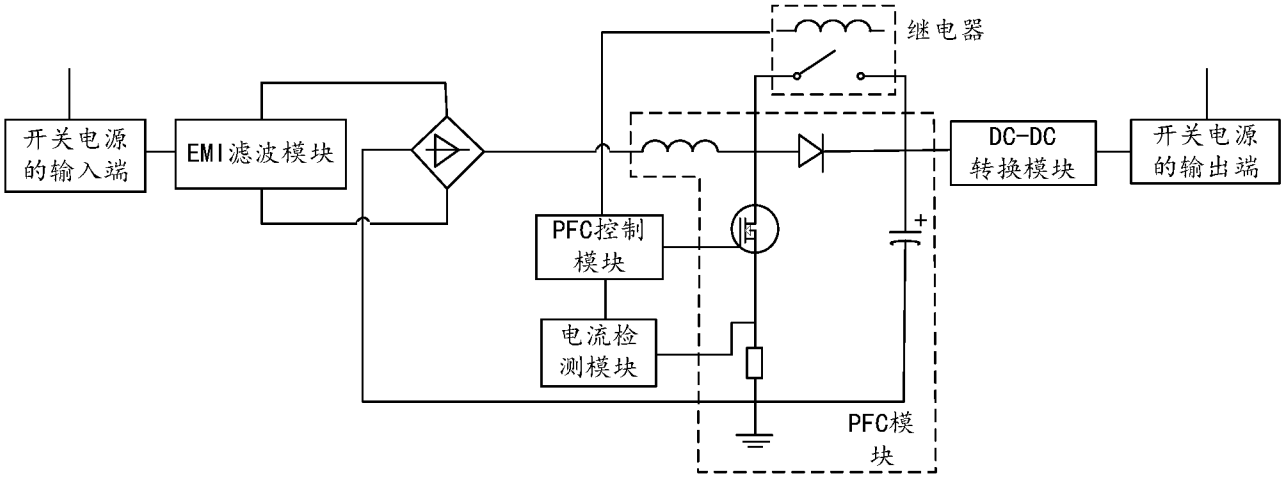

继电器
开关电源的输入端
EMI滤波模块
DC-DC转换模块
开关电源的输出端
PFC控制模块
电流检测模块
PFC模块

图 10

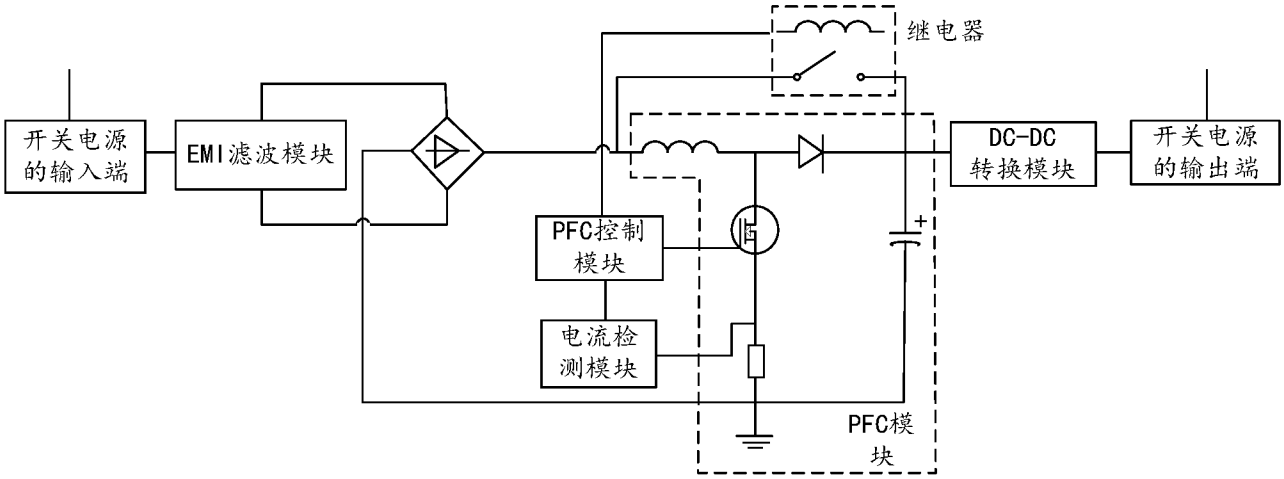

继电器
开关电源的输入端
EMI滤波模块
DC-DC转换模块
开关电源的输出端
PFC控制模块
电流检测模块
PFC模块

图 11

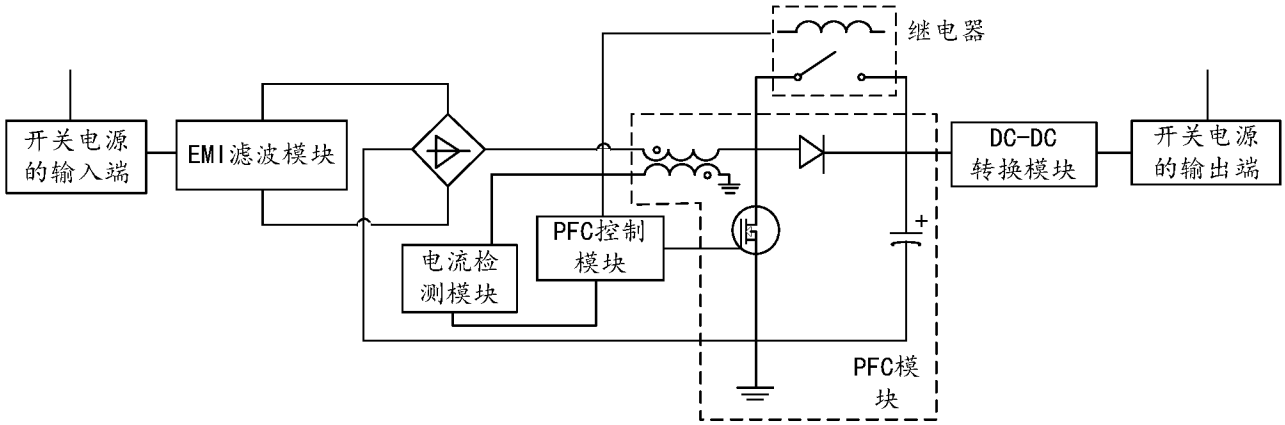

继电器
开关电源的输入端
EMI滤波模块
DC-DC转换模块
开关电源的输出端
PFC控制模块
电流检测模块
PFC模块

图 12

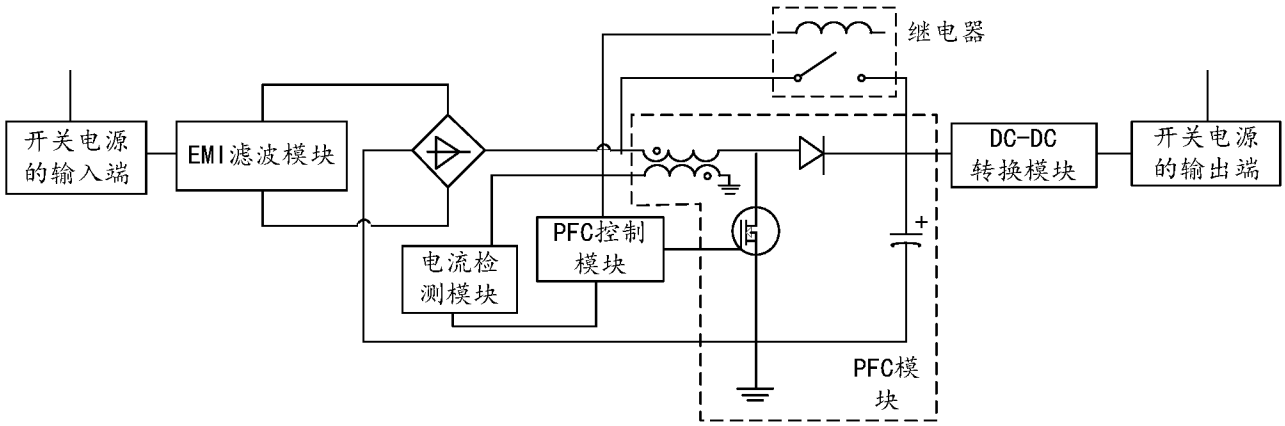

继电器
开关电源的输入端
EMI滤波模块
DC-DC转换模块
开关电源的输出端
PFC控制模块
电流检测模块
PFC模块

图 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2022/133667

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M 1/08(2006.01)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)

H02M,H02J

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)

CNTXT; CNABS; WPABS; DWPI; VEN; USTXT; ENTXT; CJFD: 开关电源, 功率因数校正, 二极管, 旁路, 继电器, 功耗, 电流, switching power supply, PFC, diode, bypass, relay, consumption, current

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 112432310 A (ZHUHAI GREE ELECTRIC APPLIANCES INC.) 02 March 2021 (2021-03-02) description, paragraphs 9-79, and figures 1-6	1-11
X	CN 106953538 A (XIANGTAN UNIVERSITY) 14 July 2017 (2017-07-14) description, paragraphs 5-21, and figures 1-6	1-11
A	CN 102290987 A (SANKEN ELECTRIC CO., LTD.) 21 December 2011 (2011-12-21) entire document	1-11
A	CN 203261233 U (VACON SUZHOU DRIVES CO., LTD.) 30 October 2013 (2013-10-30) entire document	1-11
A	JP 2013212023 A (TOYOTA INDUSTRIES CORP.) 10 October 2013 (2013-10-10) entire document	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ 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	Date of mailing of the international search report
29 December 2022	**12 January 2023**
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** Facsimile No. **(86-10)62019451**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2022/133667

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	112432310	A	02 March 2021	CN	112432310	B	26 August 2022
CN	106953538	A	14 July 2017		None		
CN	102290987	A	21 December 2011	US	2011309682	A1	22 December 2011
				JP	2012005249	A	05 January 2012
				KR	20110137716	A	23 December 2011
				KR	101213461	B1	18 December 2012
CN	203261233	U	30 October 2013		None		
JP	2013212023	A	10 October 2013		None		

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2022/133667

A. 主题的分类

H02M 1/08(2006.01)i

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

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

H02M,H02J

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

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））

CNTXT;CNABS;WPABS;DWPI;VEN;USTXT;ENTXT;CJFD:开关电源，功率因数校正，二极管，旁路，继电器，功耗，电流，switching power supply, PFC, diode, bypass, relay, consumption, current

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 112432310 A (珠海格力电器股份有限公司) 2021年3月2日 (2021-03-02) 说明书第9-79段，图1-6	1-11
X	CN 106953538 A (湘潭大学) 2017年7月14日 (2017-07-14) 说明书第5-21段，图1-6	1-11
A	CN 102290987 A (三垦电气株式会社) 2011年12月21日 (2011-12-21) 全文	1-11
A	CN 203261233 U (伟肯苏州电气传动有限公司) 2013年10月30日 (2013-10-30) 全文	1-11
A	JP 2013212023 A (TOYOTA IND CORP) 2013年10月10日 (2013-10-10) 全文	1-11

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“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）

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“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

“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

“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

“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

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2022年12月29日	2023年1月12日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
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	韩蓓蓓
传真号 (86-10)62019451	电话号码 86-(10)-62412327

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2022/133667

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	112432310	A	2021年3月2日	CN	112432310	B	2022年8月26日
CN	106953538	A	2017年7月14日		无		
CN	102290987	A	2011年12月21日	US	2011309682	A1	2011年12月22日
				JP	2012005249	A	2012年1月5日
				KR	20110137716	A	2011年12月23日
				KR	101213461	B1	2012年12月18日
CN	203261233	U	2013年10月30日		无		
JP	2013212023	A	2013年10月10日		无		