(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
2021 年 5 月 6 日 (06.05.2021)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2021/082220 A1

(51) 国际专利分类号:
H02M 7/5387 (2007.01) *H02M 1/12* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/126250

(22) 国际申请日: 2019 年 12 月 18 日 (18.12.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201911045352.8 2019年10月30日 (30.10.2019) CN

(71) 申请人: 浙江昱能科技有限公司 (**ALTENERGY POWER SYSTEM INC.**) [CN/CN]; 中国浙江省嘉兴市南湖区亚太路1号, Zhejiang 314050 (CN)。

(72) 发明人: 祁飚杰 (**QI, Biaojie**); 中国浙江省嘉兴市南湖区亚太路1号, Zhejiang 314050 (CN)。 吴坚 (**WU, Jian**); 中国浙江省嘉兴市南湖区亚太路1号, Zhejiang 314050 (CN)。 杨永春 (**YANG, Yongchun**); 中国浙江省嘉兴市南湖区亚太路1号, Zhejiang 314050 (CN)。 罗宇浩 (**LUO, Yuhao**); 中国浙江省嘉兴市南湖区亚太路1号, Zhejiang 314050 (CN)。

(74) 代理人: 北京集佳知识产权代理有限公司 (**UNITALEN ATTORNEYS AT LAW**); 中国北京市朝阳区建国门外大街22号赛特广场7层, Beijing 100004 (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,

(54) **Title:** CONTROL METHOD AND SYSTEM FOR THREE-PHASE GRID-CONNECTED INVERTER, AND THREE-PHASE GRID-CONNECTED INVERTER

(54) **发明名称**: 一种三相并网逆变器的控制方法、系统及三相并网逆变器

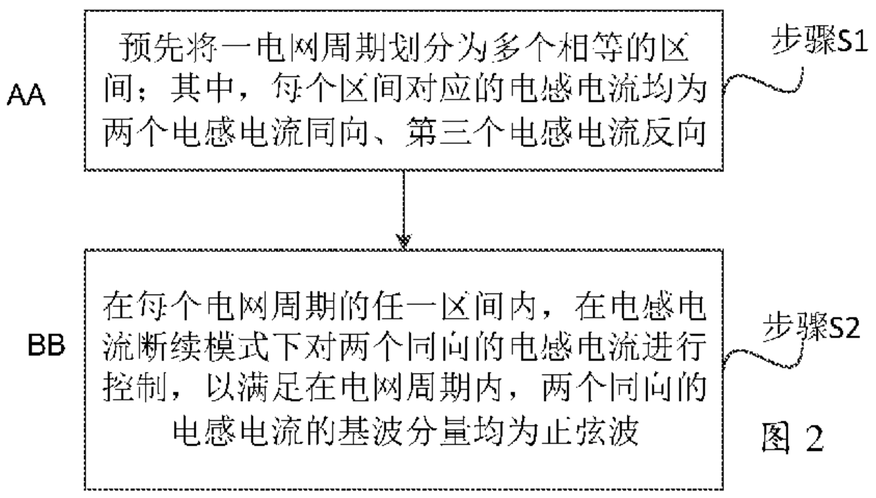


图 2

AA Step S1 Divide a power cycle into a plurality of equal intervals in advance, wherein the inductive current corresponding to each interval is that two inductive currents are in the same direction, and the third inductor current is in the opposite direction

BB Step S2 Control the two inductive currents of the same direction in a discontinuous conduction mode at any interval of each power cycle, so that fundamental components of the two inductive currents of the same direction are sine waves in the power cycle

(57) **Abstract:** A three-phase grid-connected inverter, a control system thereof and a control method therefor. The inverter is a three-phase three-leg grid-connected inverter, and a filter capacitor is connected to a negative electrode of a DC input bus to form a filter loop, so as to filter harmonic wave in the circuit, realizing high-quality grid-connected current at small power, without increasing an inductance value, so that the parallel inverter device in the system operates stably and thus is applicable to photovoltaic microinverters. Moreover, the three-phase three-leg grid-connected inverter operates in a discontinuous conduction mode, that is, in a switching cycle, the inductive current is reduced to 0, so that the switching loss of the three-phase three-leg grid-connected inverter is reduced.

(57) **摘要**: 一种三相并网逆变器，及其控制系统和控制方法。该逆变器为三相三桥臂并网逆变器，使滤波电容连接直流输入母线的负极以构成滤波回路，从而可滤除电路中的谐波，实现了小功率下高质量的并网电流，即无需增大电感值，从而使系统中并联的逆变器设备实现稳定工作，较适用于光伏微型逆变器。而且，三相三桥臂并网逆变器工作在电感电流断续模式，即在一个开关周期内，电感电流降至0，从而降低了三相三桥臂并网逆变器的开关损耗。

[见续页]

BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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))。

一种三相并网逆变器的控制方法、系统及三相并网逆变器

本申请要求于2019年10月30日提交至中国专利局、申请号为201911045352.8、发明名称为“一种三相并网逆变器的控制方法、系统及三相并网逆变器”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本发明涉及太阳能光伏并网系统领域，特别是涉及一种三相并网逆变器的控制方法、系统及三相并网逆变器。

背景技术

在太阳能光伏并网系统中，三相三桥臂并网逆变器是较为常用的逆变器。请参照图1，图1为现有技术中的一种三相三桥臂并网逆变器的结构示意图。从图1中可以看出，三相三桥臂并网逆变器因未构成滤波回路而导致谐波无法被滤除，使得在低功率下并网电流波形的质量较差。现有技术中，为了抑制三相三桥臂并网逆变器中的谐波大小，通常采用增大电感L1、L2、L3的电感值的方式，但电感值越大，系统中并联的逆变器设备越容易发生谐振，无法适用于光伏微型逆变器。而且，现有的三相三桥臂并网逆变器通常工作在电感电流连续模式，即在一个开关周期内，电感L1、L2、L3的电流不降至0，导致三相三桥臂并网逆变器的开关损耗较大。

因此，如何提供一种解决上述技术问题的方案是本领域的技术人员目前需要解决的问题。

发明内容

本发明的目的是提供一种三相并网逆变器的控制方法、系统及三相并网逆变器，可滤除电路中的谐波，实现了小功率下高质量的并网电流，即无需增大电感值，从而使系统中并联的逆变器设备实现稳定工作，较适用于光伏微型逆变器。而且，本申请的三相三桥臂并网逆变器工作在电感电流断续模式，从而降低了三相三桥臂并网逆变器的开关损耗。

为解决上述技术问题，本发明提供了一种三相并网逆变器的控制方法，应用于包含一端连接对应桥臂的输出电感、另一端连接直流输入母线的负极的滤波电容的三相三桥臂并网逆变器，所述控制方法包括：

预先将一电网周期划分为多个相等的区间；其中，每个区间对应的电感电流均为两个电感电流同向、第三个电感电流反向；

在每个电网周期的任一区间内，在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行控制，以满足在电网周期内，两个同向的电感电流的基波分量均为正弦波。

优选地，所述在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行控制的过程，包括：

在对两个同向的电感电流中的一目标电感电流进行控制时，控制所述目标电感电流对应的目标开关管开通；

根据预设电感峰值电流求取关系式 $\Delta I = \sqrt{\frac{T \times Isin\omega t}{L} \frac{(U_{dc}{}^2 - U_{ac}{}^2)}{U_{dc}}}$，求取所述目标电感电流此时对应的目标电感峰值电流；其中，ΔI 为电感峰值电流，T 为一区间内的整个开关周期，I 为电感电流幅值，ω 为电感电流角频率，t 为时间，L 为电感感量，U_{dc} 为直流侧电压，U_{ac} 为交流侧线电压；

获取所述目标电感电流的实际电流值，并当所述实际电流值到达其对应的目标电感峰值电流时，控制所述目标开关管关断；

当所述目标电感电流续流结束后，对两个同向的电感电流中的另一目标电感电流进行同原理控制，以实现在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行交错控制。

优选地，在求取所述目标电感电流此时对应的目标电感峰值电流之后，在所述实际电流值到达其对应的目标电感峰值电流之前，所述控制方法还包括：

将所述目标电感峰值电流乘以一个正系数 α，并将乘积结果作为所述目标电感电流对应的目标电感峰值电流。

优选地，所述在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行控制的过程，包括：

在对两个同向的电感电流中的一目标电感电流进行控制时，控制所述目标电感电流对应的目标开关管开通；

根据预设开通时间比求取关系式 $D=\sqrt{\frac{L\times Isin\omega t}{T}\frac{\left(U_{dc}+U_{ac}\right)}{U_{dc}\left(U_{dc}-U_{ac}\right)}}$，求取所述目标电感电流在整个开关周期内对应的目标开通时间比，并根据所述目标开通时间比求取所述目标电感电流在整个开关周期内对应的目标开通时间；其中，T 为一区间内的整个开关周期，D 为整个开关周期的开通时间比，I 为电感电流幅值，ω 为电感电流角频率，t 为时间，L 为电感感量，U_{dc} 为直流侧电压，U_{ac} 为交流侧线电压；

当所述目标开关管的实际开通时间到达其对应的目标开通时间时，控制所述目标开关管关断；

当所述目标电感电流续流结束后，对两个同向的电感电流中的另一目标电感电流进行同原理控制，以实现在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行交错控制。

优选地，在求取所述目标电感电流在整个开关周期内对应的目标开通时间比之后，在根据所述目标开通时间比求取所述目标电感电流在整个开关周期内对应的目标开通时间之前，所述控制方法还包括：

将所述目标开通时间比乘以一个正系数 α，并将乘积结果作为所述目标电感电流在整个开关周期内对应的目标开通时间比。

优选地，还包括：

根据功率因数需求量对两个同向的电感电流的相位进行移动，以使在电网周期内，电感电流与电网电压之间存在相位差。

为解决上述技术问题，本发明还提供了一种三相并网逆变器的控制系统，应用于包含一端连接对应桥臂的输出电感、另一端连接直流输入母线的负极的滤波电容的三相三桥臂并网逆变器，所述控制系统包括：

周期分区模块，用于预先将一电网周期划分为多个相等的区间；其中，每个区间对应的电感电流均为两个电感电流同向、第三个电感电流反向；

交错控制模块，用于在每个电网周期的任一区间内，在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行控制，以满足在电网周期内，两个同向的电感电流的基波分量均为正弦波。

优选地，所述在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行控制的过程，包括：

在对两个同向的电感电流中的一目标电感电流进行控制时，控制所述目标电感电流对应的目标开关管开通；

根据预设电感峰值电流求取关系式 $\Delta I=\sqrt{\frac{T\times Isin\omega t}{L}\frac{(U_{dc}{}^2-U_{ac}{}^2)}{U_{dc}}}$，求取所述目标电感电流此时对应的目标电感峰值电流；其中，ΔI 为电感峰值电流，T 为一区间内的整个开关周期，I 为电感电流幅值，ω 为电感电流角频率，t 为时间，L 为电感感量，U_{dc} 为直流侧电压，U_{ac} 为交流侧线电压；

获取所述目标电感电流的实际电流值，并当所述实际电流值到达其对应的目标电感峰值电流时，控制所述目标开关管关断；

当所述目标电感电流续流结束后，对两个同向的电感电流中的另一目标电感电流进行同原理控制，以实现在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行交错控制。

优选地，所述在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行控制的过程，包括：

在对两个同向的电感电流中的一目标电感电流进行控制时，控制所述目标电感电流对应的目标开关管开通；

根据预设开通时间比求取关系式 $D=\sqrt{\frac{L\times Isin\omega t}{T}\frac{\left(U_{dc}+U_{ac}\right)}{U_{dc}\left(U_{dc}-U_{ac}\right)}}$，求取所述目标电感电流在整个开关周期内对应的目标开通时间比，并根据所述目标开通时间比求取所述目标电感电流在整个开关周期内对应的目标开通

时间；其中，T为一区间内的整个开关周期，D为整个开关周期的开通时间比，I为电感电流幅值，ω为电感电流角频率，t为时间，L为电感感量，U_{dc}为直流侧电压，U_{ac}为交流侧线电压；

当所述目标开关管的实际开通时间到达其对应的目标开通时间时，控制所述目标开关管关断；

当所述目标电感电流续流结束后，对两个同向的电感电流中的另一目标电感电流进行同原理控制，以实现在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行交错控制。

为解决上述技术问题，本发明还提供了一种三相并网逆变器，包括六个开关管、三个输出电感及三个滤波电容；其中：

第一开关管、第三开关管及第五开关管的第一端均连接直流输入母线的正极，第二开关管、第四开关管及第六开关管的第二端均连接直流输入母线的负极；第一开关管的第二端与第二开关管的第一端连接且公共端与第一输出电感的第一端连接，第三开关管的第二端与第四开关管的第一端连接且公共端与第二输出电感的第一端连接，第五开关管的第二端与第六开关管的第一端连接且公共端与第三输出电感的第一端连接；第一输出电感的第二端与第一滤波电容的第一端连接且公共端连接电网 A 相线，第二输出电感的第二端与第二滤波电容的第一端连接且公共端连接电网 B 相线，第三输出电感的第二端与第三滤波电容的第一端连接且公共端连接电网 C 相线；第一滤波电容、第二滤波电容及第三滤波电容的第二端连接直流输入母线的负极；

其中，所述三相并网逆变器的控制方法采用上述任一种三相并网逆变器的控制方法。

本发明提供了一种三相并网逆变器的控制方法，应用于三相三桥臂并网逆变器。本申请对三相三桥臂并网逆变器的结构进行改进，使滤波电容连接直流输入母线的负极以构成滤波回路，从而可滤除电路中的谐波，实现了小功率下高质量的并网电流，即无需增大电感值，从而使系统中并联的逆变器设备实现稳定工作，较适用于光伏微型逆变器。而且，本申请的

三相三桥臂并网逆变器工作在电感电流断续模式，即在一个开关周期内，电感电流降至0，从而降低了三相三桥臂并网逆变器的开关损耗。

本发明还提供了一种三相并网逆变器的控制系统及三相并网逆变器，与上述控制方法具有相同的有益效果。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案，下面将对现有技术和实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图1为现有技术中的一种三相三桥臂并网逆变器的结构示意图；

图2为本发明实施例提供的一种三相并网逆变器的控制方法的流程图；

图3为本发明实施例提供的一种三相三桥臂并网逆变器的结构示意图；

图4为本发明实施例提供的一种电网周期的分区原理图；

图5为本发明实施例提供的一种电网周期内1区的电感电流波形示意图；

图6为本发明实施例提供的一种电网周期内1区的电感电流控制原理图；

图7为本发明实施例提供的一种半个电网周期内某一相的电感峰值电流波形示意图；

图8为本发明实施例提供的一种半个电网周期内某一相的占空比波形示意图。

具体实施方式

本发明的核心是提供一种三相并网逆变器的控制方法、系统及三相并网逆变器，可滤除电路中的谐波，实现了小功率下高质量的并网电流，即无需增大电感值，从而使系统中并联的逆变器设备实现稳定工作，较适用

于光伏微型逆变器。而且，本申请的三相三桥臂并网逆变器工作在电感电流断续模式，从而降低了三相三桥臂并网逆变器的开关损耗。

为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

请参照图 2，图 2 为本发明实施例提供的一种三相并网逆变器的控制方法的流程图。

该三相并网逆变器的控制方法，应用于包含一端连接对应桥臂的输出电感、另一端连接直流输入母线的负极的滤波电容的三相三桥臂并网逆变器，控制方法包括：

步骤 S1：预先将一电网周期划分为多个相等的区间；其中，每个区间对应的电感电流均为两个电感电流同向、第三个电感电流反向。

具体地，首先对本申请的三相三桥臂并网逆变器的结构进行介绍：本申请对传统三相三桥臂并网逆变器的结构进行改进（请参照图 3，图 3 为本发明实施例提供的一种三相三桥臂并网逆变器的结构示意图），图 3 中，第一开关管 Q1 和第二开关管 Q2 构成三相三桥臂并网逆变器的第一桥臂，第三开关管 Q3 和第四开关管 Q4 构成三相三桥臂并网逆变器的第二桥臂，第五开关管 Q5 和第六开关管 Q6 构成三相三桥臂并网逆变器的第三桥臂；三个桥臂的中点均串接一个输出电感和一个滤波电容；三个滤波电容 C1、C2、C3 的一端一一连接对应桥臂的输出电感、另一端连接直流输入母线的负极（具体是直流输入母线的负极和滤波电容的另一端均接地实现二者连接），以构成滤波回路，从而可滤除电路中的谐波，实现了小功率下高质量的并网电流，即无需增大电感值，从而使系统中并联的逆变器设备实现稳定工作，较适用于光伏微型逆变器。

考虑到三相三桥臂并网逆变器的三相电感电流具有对称性，即三相电感电流累加和为 0，所以直接控制其中两个电感电流，即可达到间接控制

第三个电感电流的目的。参照图 3 可知，当第一开关管 Q1、第四开关管 Q4 开通（工作）时，第二输出电感 L2 的电感电流 i_{L2} 流过第一输出电感 L1、第二输出电感 L2、交流侧 Vab；当第一开关管 Q1、第六开关管 Q6 开通时，第三输出电感 L3 的电感电流 i_{L3} 流过第一输出电感 L1、第三输出电感 L3、交流侧 Vca；控制第二输出电感 L2 的电感电流 i_{L2} 与电网 B 相电压同相位作为 B 相电感电流，第三输出电感 L3 的电感电流 i_{L3} 与电网 C 相电压同相位作为 C 相电感电流，流过第一输出电感 L1 的电感电流 $i_{L1}=-(i_{L2}+i_{L3})$ 成为 A 相电感电流，即控制指定的两相电感电流，第三相电感电流自然形成，为另两相电感电流之和的相反数。

基于此，本申请提前将一电网周期划分为多个相等的区间，如图 4 所示，其中，每一个区间对应的电感电流都有如下特点：两个电感电流同向，第三个电感电流反向。则在任一区间内，直接控制同向的两个电感电流，即可达到间接控制反向的电感电流的目的。

步骤 S2：在每个电网周期的任一区间内，在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行控制，以满足在电网周期内，两个同向的电感电流的基波分量均为正弦波。

具体地，由步骤 S1 可知：根据三相电感电流的过零点划分电网周期，将一电网周期划分为 6 个区间，每个区间控制同向的两个电感电流。下表 1 表示每个区号内控制的电感电流，表 2 表示每个区号内控制的电感电流对应的工作的开关管。

表 1

区号	1	2	3	4	5	6
控制对象	i_{L1}、i_{L3}	i_{L2}、i_{L3}	i_{L1}、i_{L2}	i_{L1}、i_{L3}	i_{L2}、i_{L3}	i_{L1}、i_{L2}

表 2

区号	1	2	3	4	5	6
开关管	Q4 Q1	Q1 Q4	Q6 Q1	Q3 Q6	Q2 Q3	Q5 Q2
管号	Q4 Q5	Q1 Q6	Q6 Q3	Q3 Q2	Q2 Q5	Q5 Q4

在每个区间内控制两相电感电流时都要使用同一输出电感，由于本申请的输出电感工作在断续模式，所以为保证每一相电感电流续流的完整，需等待一相电感电流续流结束后再开始控制另一相电感电流，即各区间内同向的两个电感电流采用交错控制，也即各区间内的两对开关管交错工作，以最终满足于：在电网周期内，两个同向的电感电流的基波分量均为正弦波（直接控制的两个电感电流的基波分量为正弦波，则间接控制的电感电流的基波分量也为正弦波，以1区为例，三个电感电流波形如图5所示，$i_{L1}\rightarrow i_{L3}\rightarrow i_{L1}\rightarrow i_{L3}\ldots$，虚线为其基波分量）。可见，本申请的三相三桥臂并网逆变器工作在电感电流断续模式，即在一个开关周期内，电感电流降至0，从而降低了三相三桥臂并网逆变器的开关损耗。

本发明提供了一种三相并网逆变器的控制方法，应用于三相三桥臂并网逆变器。本申请对三相三桥臂并网逆变器的结构进行改进，使滤波电容连接直流输入母线的负极以构成滤波回路，从而可滤除电路中的谐波，实现了小功率下高质量的并网电流，即无需增大电感值，从而使系统中并联的逆变器设备实现稳定工作，较适用于光伏微型逆变器。而且，本申请的三相三桥臂并网逆变器工作在电感电流断续模式，即在一个开关周期内，电感电流降至0，从而降低了三相三桥臂并网逆变器的开关损耗。

在上述实施例的基础上：

作为一种可选地实施例，在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行控制的过程，包括：

在对两个同向的电感电流中的一目标电感电流进行控制时，控制目标电感电流对应的目标开关管开通；

根据预设电感峰值电流求取关系式 $\Delta I=\sqrt{\frac{T\times Isin\omega t}{L}\frac{(U_{dc}{}^{2}-U_{ac}{}^{2})}{U_{dc}}}$，求取目标电感电流此时对应的目标电感峰值电流；其中，ΔI 为电感峰值电流，

T为一区间内的整个开关周期，I为电感电流幅值，ω为电感电流角频率，t为时间，L为电感感量，U_{dc}为直流侧电压，U_{ac}为交流侧线电压；

获取目标电感电流的实际电流值，并当实际电流值到达其对应的目标电感峰值电流时，控制目标开关管关断；

当目标电感电流续流结束后，对两个同向的电感电流中的另一目标电感电流进行同原理控制，以实现在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行交错控制。

具体地，本申请的电感电流是断续模式而输出的电流波形是按正弦变化，则本申请可计算电感电流峰值变化，以采用模拟控制，用电感峰值电流作为参考值控制开关管，就能产生需要的电感电流。

请参照图6，图6为本发明实施例提供的一种电网周期内1区的电感电流控制原理图。Ton为开通时间，Toff为关断时间，T为一区间内的整个开关周期，D为开通时间比，Dp为关断时间比，U_{dc}为直流侧电压，U_{ac}是交流侧线电压，ΔI为电感峰值电流，L为电感感量；则：

$$\mathrm{Ton}=\mathrm{D}\times\mathrm{T}=\frac{\Delta I\times L}{U_{dc}-U_{ac}} \quad (1);$$

$$\mathrm{Toff}=\mathrm{Dp}\times\mathrm{T}=\frac{\Delta I\times L}{U_{dc}+U_{ac}} \quad (2);$$

每个开关周期的电感峰值电流：ΔI；每个开关周期的电感平均电流：$Isin\omega t$，令$\frac{\Delta I\times(\mathrm{Ton}+\mathrm{Toff})}{2T}=Isin\omega t$ (3)；

(1)、(2)代入(3)，得到：$\frac{\Delta I^2\times L}{2T}\frac{2U_{dc}}{U_{dc}{}^2-U_{ac}{}^2}=Isin\omega t$ (4)；

则电感峰值电流求取关系式：$\Delta I=\sqrt{\frac{T\times Isin\omega t}{L}\frac{(U_{dc}{}^2-U_{ac}{}^2)}{U_{dc}}}$ (5)。

基于此，在对两个同向的电感电流中的一目标电感电流（称为第一目标电感电流）进行控制时，控制目标电感电流对应的目标开关管开通（如

对 1 区对应的 i_{L1} 进行控制，则控制第四开关管 Q4 和第一开关管 Q1 开通）；根据电感峰值电流求取关系式 $\Delta I = \sqrt{\frac{T \times Isin\omega t}{L} \frac{(U_{dc}{}^2 - U_{ac}{}^2)}{U_{dc}}}$，求取目标电感电流此时对应的目标电感峰值电流；获取目标电感电流的实际电流值，并当实际电流值到达其对应的目标电感峰值电流时，控制目标开关管关断（如对 1 区对应的 i_{L1} 进行控制，则获取流经第一输出电感 L1 的实际电流值，当实际电流值到达其对应的目标电感峰值电流时，控制第四开关管 Q4 和第一开关管 Q1 关断）；当目标电感电流续流结束后，对两个同向的电感电流中的另一目标电感电流（称为第二目标电感电流）进行同原理控制（如对 1 区对应的电感电流进行控制，则 i_{L1} 续流结束后，对 i_{L3} 进行同原理控制）；当第二目标电感电流续流结束后，再对第一目标电感电流进行同原理控制，循环往复至对应区间结束，从而在对应区间内实现在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行交错控制。

请参照图 7，图 7 为本发明实施例提供的一种半个电网周期内某一相的电感峰值电流波形示意图。从图 7 可以看出，前 60 度和后 60 度的 U_{ac} 对应不同的线电压，而中间的 60 度是其它两相合成的，也就没有用于控制的 ΔI。

作为一种可选地实施例，在求取目标电感电流此时对应的目标电感峰值电流之后，在实际电流值到达其对应的目标电感峰值电流之前，控制方法还包括：

将目标电感峰值电流乘以一个正系数 α，并将乘积结果作为目标电感电流对应的目标电感峰值电流。

本申请在此先对本实施例不作详细介绍，与后续实施例共同进行介绍。

作为一种可选地实施例，在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行控制的过程，包括：

在对两个同向的电感电流中的一目标电感电流进行控制时，控制目标电感电流对应的目标开关管开通；

根据预设开通时间比求取关系式 $D=\sqrt{\frac{L\times Isin\omega t}{T}\frac{\left(U_{dc}+U_{ac}\right)}{U_{dc}\left(U_{dc}-U_{ac}\right)}}$，求取目标电感电流在整个开关周期内对应的目标开通时间比，并根据目标开通时间比求取目标电感电流在整个开关周期内对应的目标开通时间；其中，T 为一区间内的整个开关周期，D 为整个开关周期的开通时间比，I 为电感电流幅值，ω 为电感电流角频率，t 为时间，L 为电感感量，U_{dc} 为直流侧电压，U_{ac} 为交流侧线电压；

当目标开关管的实际开通时间到达其对应的目标开通时间时，控制目标开关管关断；

当目标电感电流续流结束后，对两个同向的电感电流中的另一目标电感电流进行同原理控制，以实现在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行交错控制。

具体地，本申请还可计算占空比变化，以采用数字控制，直接根据占空比控制开关管，就能产生需要的电感电流。

由（1）、（2）得：$\frac{\mathrm{D}}{\mathrm{Dp}}=\frac{U_{dc}+U_{ac}}{U_{dc}-U_{ac}}$ （6）；

$$\mathrm{Dp}=\frac{D\left(U_{dc}-U_{ac}\right)}{U_{dc}+U_{ac}} \quad (7);$$

$$\mathrm{D}+\mathrm{Dp}=\frac{2D\times U_{dc}}{U_{dc}+U_{ac}} \quad (8);$$

$$\mathrm{Ton}+\mathrm{Toff}=\left(\mathrm{D}+\mathrm{Dp}\right)\mathrm{T}=\frac{2D\times U_{dc}}{U_{dc}+U_{ac}}T \quad (9);$$

令 $\frac{\Delta I\times\left(\mathrm{Ton}+\mathrm{Toff}\right)}{2T}=Isin\omega t$；

（1）、（9）代入（3），得到：$\frac{1}{2T}\frac{\mathrm{D}\times\mathrm{T}\left(U_{dc}-U_{ac}\right)}{L}\frac{2D\times U_{dc}}{\left(U_{dc}+U_{ac}\right)}T=Isin\omega t$（11）；

则开通时间比求取关系式：$D=\sqrt{\frac{L\times Isin\omega t}{T}\frac{\left(U_{dc}+U_{ac}\right)}{U_{dc}\left(U_{dc}-U_{ac}\right)}}$（12）。

基于此，在对两个同向的电感电流中的一目标电感电流（称为第一目标电感电流）进行控制时，控制目标电感电流对应的目标开关管开通；根据开通时间比求取关系式$D=\sqrt{\frac{L\times Isin\omega t}{T}\frac{\left(U_{dc}+U_{ac}\right)}{U_{dc}\left(U_{dc}-U_{ac}\right)}}$，求取目标电感电流在整个开关周期内对应的目标开通时间比，并根据目标开通时间比求取目标电感电流在整个开关周期内对应的目标开通时间$\mathrm{Ton}=\mathrm{D}\times\mathrm{T}$；从目标开关管开通时开始计时，当目标开关管的实际开通时间（计时时间）到达其对应的目标开通时间时，控制目标开关管关断；当目标电感电流续流结束后，对两个同向的电感电流中的另一目标电感电流（称为第二目标电感电流）进行同原理控制；当第二目标电感电流续流结束后，再对第一目标电感电流进行同原理控制，循环往复至对应区间结束，从而在对应区间内实现在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行交错控制。

请参照图8，图8为本发明实施例提供的一种半个电网周期内某一相的占空比波形示意图。从图8可以看出，前60度和后60度的U_{ac}对应不同的线电压，而中间的60度是其它两相合成的，也就没有用于控制的D。

作为一种可选地实施例，在求取目标电感电流在整个开关周期内对应的目标开通时间比之后，在根据目标开通时间比求取目标电感电流在整个开关周期内对应的目标开通时间之前，控制方法还包括：

将目标开通时间比乘以一个正系数α，并将乘积结果作为目标电感电流在整个开关周期内对应的目标开通时间比。

进一步地，由于两个同向的电感电流间隔轮番控制，则

$$\mathrm{Ton}+\mathrm{Toff}<\frac{\mathrm{T}}{2};$$

由（9）得：$\frac{2D\times U_{dc}}{U_{dc}+U_{ac}}T<\frac{\mathrm{T}}{2}$ （13）；

$$(\frac{2D\times U_{dc}}{U_{dc}+U_{ac}}T)^2<\frac{T^2}{4} \quad (14);$$

（12）代入（14），得$\mathrm{T}>\frac{16Isin\omega t\times L\times U_{dc}}{U_{dc}{}^2-U_{ac}{}^2}$ （15）；

为减小纹波，使T随I变化；由（15）得：$\mathrm{T}\propto I$；T可随I同比例变化，令I和T的变化系数同为α；

则$\Delta I^{'}=\sqrt{\frac{\alpha T\times\alpha Isin\omega t}{L}\frac{(U_{dc}{}^2-U_{ac}{}^2)}{U_{dc}}}$ （17）；

$$\Delta I^{'}=\alpha\sqrt{\frac{T\times Isin\omega t}{L}\frac{(U_{dc}{}^2-U_{ac}{}^2)}{U_{dc}}} \quad (18);$$

$$D^{'}=\alpha\sqrt{\frac{L\times Isin\omega t}{T}\frac{\left(U_{dc}+U_{ac}\right)}{U_{dc}\left(U_{dc}-U_{ac}\right)}} \quad (19);$$

通过调节变化系数α，能够控制全桥的功率。

作为一种可选地实施例，还包括：

根据功率因数需求量对两个同向的电感电流的相位进行移动，以使在电网周期内，电感电流与电网电压之间存在相位差。

进一步地，由于电感电流的相位与电网电压的相位没有关联，所以只要移动两个同向的电感电流的相位（第三个电感电流的相位随之变化），就能达到电感电流与电网电压之间不同相位差的目的，也就能够实现功率因

数在 0~1 之间变化。基于此，本申请可对两个同向的电感电流的相位进行移动，以满足当前的功率因数需求量。

本发明还提供了一种三相并网逆变器的控制系统，应用于包含一端连接对应桥臂的输出电感、另一端连接直流输入母线的负极的滤波电容的三相三桥臂并网逆变器，控制系统包括：

周期分区模块，用于预先将一电网周期划分为多个相等的区间；其中，每个区间对应的电感电流均为两个电感电流同向、第三个电感电流反向；

交错控制模块，用于在每个电网周期的任一区间内，在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行控制，以满足在电网周期内，两个同向的电感电流的基波分量均为正弦波。

作为一种可选地实施例，在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行控制的过程，包括：

在对两个同向的电感电流中的一目标电感电流进行控制时，控制目标电感电流对应的目标开关管开通；

根据预设电感峰值电流求取关系式 $\Delta I=\sqrt{\frac{T\times Isin\omega t}{L}\frac{(U_{dc}{}^{2}-U_{ac}{}^{2})}{U_{dc}}}$，求取目标电感电流此时对应的目标电感峰值电流；其中，ΔI 为电感峰值电流，T 为一区间内的整个开关周期，I 为电感电流幅值，ω 为电感电流角频率，t 为时间，L 为电感感量，U_{dc} 为直流侧电压，U_{ac} 为交流侧线电压；

获取目标电感电流的实际电流值，并当实际电流值到达其对应的目标电感峰值电流时，控制目标开关管关断；

当目标电感电流续流结束后，对两个同向的电感电流中的另一目标电感电流进行同原理控制，以实现在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行交错控制。

作为一种可选地实施例，在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行控制的过程，包括：

在对两个同向的电感电流中的一目标电感电流进行控制时，控制目标电感电流对应的目标开关管开通；

根据预设开通时间比求取关系式 $D=\sqrt{\frac{L\times Isin\omega t}{T}\frac{\left(U_{dc}+U_{交}\right)}{U_{dc}\left(U_{dc}-U_{交}\right)}}$，求取目标电感电流在整个开关周期内对应的目标开通时间比，并根据目标开通时间比求取目标电感电流在整个开关周期内对应的目标开通时间；其中，T 为一区间内的整个开关周期，D 为整个开关周期的开通时间比，I 为电感电流幅值，ω 为电感电流角频率，t 为时间，L 为电感感量，U_{dc} 为直流侧电压，U_{ac} 为交流侧线电压；

当目标开关管的实际开通时间到达其对应的目标开通时间时，控制目标开关管关断；

当目标电感电流续流结束后，对两个同向的电感电流中的另一目标电感电流进行同原理控制，以实现在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行交错控制。

本申请提供的控制系统的介绍请参考上述控制方法的实施例，本申请在此不再赘述。

本发明还提供了一种三相并网逆变器，包括六个开关管、三个输出电感及三个滤波电容；其中：

第一开关管、第三开关管及第五开关管的第一端均连接直流输入母线的正极，第二开关管、第四开关管及第六开关管的第二端均连接直流输入母线的负极；第一开关管的第二端与第二开关管的第一端连接且公共端与第一输出电感的第一端连接，第三开关管的第二端与第四开关管的第一端连接且公共端与第二输出电感的第一端连接，第五开关管的第二端与第六开关管的第一端连接且公共端与第三输出电感的第一端连接；第一输出电感的第二端与第一滤波电容的第一端连接且公共端连接电网 A 相线，第二输出电感的第二端与第二滤波电容的第一端连接且公共端连接电网 B 相

线，第三输出电感的第二端与第三滤波电容的第一端连接且公共端连接电网C相线；第一滤波电容、第二滤波电容及第三滤波电容的第二端连接直流输入母线的负极；

其中，三相并网逆变器的控制方法采用上述任一种三相并网逆变器的控制方法。

本申请提供的三相并网逆变器（如图3所示）的介绍请参考上述控制方法的实施例，本申请在此不再赘述。

还需要说明的是，在本说明书中，诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来，而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

对所公开的实施例的上述说明，使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的，本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下，在其他实施例中实现。因此，本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例，而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

权 利 要 求

1、一种三相并网逆变器的控制方法，其特征在于，应用于包含一端连接对应桥臂的输出电感、另一端连接直流输入母线的负极的滤波电容的三相三桥臂并网逆变器，所述控制方法包括：

预先将一电网周期划分为多个相等的区间；其中，每个区间对应的电感电流均为两个电感电流同向、第三个电感电流反向；

在每个电网周期的任一区间内，在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行控制，以满足在电网周期内，两个同向的电感电流的基波分量均为正弦波。

2、如权利要求 1 所述的三相并网逆变器的控制方法，其特征在于，所述在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行控制的过程，包括：

在对两个同向的电感电流中的一目标电感电流进行控制时，控制所述目标电感电流对应的目标开关管开通；

根据预设电感峰值电流求取关系式 $\Delta I = \sqrt{\frac{T \times I sin\omega t}{L} \frac{(U_{dc}^{\ 2} - U_{ac}^{\ 2})}{U_{dc}}}$，求取所述目标电感电流此时对应的目标电感峰值电流；其中，ΔI 为电感峰值电流，T 为一区间内的整个开关周期，I 为电感电流幅值，ω 为电感电流角频率，t 为时间，L 为电感感量，U_{dc} 为直流侧电压，U_{ac} 为交流侧线电压；

获取所述目标电感电流的实际电流值，并当所述实际电流值到达其对应的目标电感峰值电流时，控制所述目标开关管关断；

当所述目标电感电流续流结束后，对两个同向的电感电流中的另一目标电感电流进行同原理控制，以实现在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行交错控制。

3、如权利要求 2 所述的三相并网逆变器的控制方法，其特征在于，在求取所述目标电感电流此时对应的目标电感峰值电流之后，在所述实际电流值到达其对应的目标电感峰值电流之前，所述控制方法还包括：

将所述目标电感峰值电流乘以一个正系数 α，并将乘积结果作为所述目标电感电流对应的目标电感峰值电流。

4、如权利要求 1 所述的三相并网逆变器的控制方法，其特征在于，所述在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行控制的过程，包括：

在对两个同向的电感电流中的一目标电感电流进行控制时，控制所述目标电感电流对应的目标开关管开通；

根据预设开通时间比求取关系式 $D=\sqrt{\frac{L\times Isin\omega t}{T}\frac{\left(U_{dc}+U_{ac}\right)}{U_{dc}\left(U_{dc}-U_{ac}\right)}}$，求取所述目标电感电流在整个开关周期内对应的目标开通时间比，并根据所述目标开通时间比求取所述目标电感电流在整个开关周期内对应的目标开通时间；其中，T 为一区间内的整个开关周期，D 为整个开关周期的开通时间比，I 为电感电流幅值，ω 为电感电流角频率，t 为时间，L 为电感感量，U_{dc} 为直流侧电压，U_{ac} 为交流侧线电压；

当所述目标开关管的实际开通时间到达其对应的目标开通时间时，控制所述目标开关管关断；

当所述目标电感电流续流结束后，对两个同向的电感电流中的另一目标电感电流进行同原理控制，以实现在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行交错控制。

5、如权利要求 4 所述的三相并网逆变器的控制方法，其特征在于，在求取所述目标电感电流在整个开关周期内对应的目标开通时间比之后，在根据所述目标开通时间比求取所述目标电感电流在整个开关周期内对应的目标开通时间之前，所述控制方法还包括：

将所述目标开通时间比乘以一个正系数α，并将乘积结果作为所述目标电感电流在整个开关周期内对应的目标开通时间比。

6、如权利要求 1-5 任一项所述的三相并网逆变器的控制方法，其特征在于，还包括：

根据功率因数需求量对两个同向的电感电流的相位进行移动，以使在电网周期内，电感电流与电网电压之间存在相位差。

7、一种三相并网逆变器的控制系统，其特征在于，应用于包含一端连接对应桥臂的输出电感、另一端连接直流输入母线的负极的滤波电容的三相三桥臂并网逆变器，所述控制系统包括：

周期分区模块，用于预先将一电网周期划分为多个相等的区间；其中，每个区间对应的电感电流均为两个电感电流同向、第三个电感电流反向；

交错控制模块，用于在每个电网周期的任一区间内，在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行控制，以满足在电网周期内，两个同向的电感电流的基波分量均为正弦波。

8、如权利要求 7 所述的三相并网逆变器的控制系统，其特征在于，所述在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行控制的过程，包括：

在对两个同向的电感电流中的一目标电感电流进行控制时，控制所述目标电感电流对应的目标开关管开通；

根据预设电感峰值电流求取关系式 $\Delta I = \sqrt{\frac{T \times I sin\omega t}{L} \frac{(U_{dc}{}^2 - U_{ac}{}^2)}{U_{dc}}}$，求取所述目标电感电流此时对应的目标电感峰值电流；其中，ΔI 为电感峰值电流，T 为一区间内的整个开关周期，I 为电感电流幅值，ω 为电感电流角频率，t 为时间，L 为电感感量，U_{dc} 为直流侧电压，U_{ac} 为交流侧线电压；

获取所述目标电感电流的实际电流值，并当所述实际电流值到达其对应的目标电感峰值电流时，控制所述目标开关管关断；

当所述目标电感电流续流结束后，对两个同向的电感电流中的另一目标电感电流进行同原理控制，以实现在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行交错控制。

9、如权利要求 7 所述的三相并网逆变器的控制系统，其特征在于，所述在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行控制的过程，包括：

在对两个同向的电感电流中的一目标电感电流进行控制时，控制所述目标电感电流对应的目标开关管开通；

根据预设开通时间比求取关系式 $D=\sqrt{\frac{L\times Isin\omega t}{T}\frac{\left(U_{dc}+U_{ac}\right)}{U_{dc}\left(U_{dc}-U_{ac}\right)}}$，求取所述目标电感电流在整个开关周期内对应的目标开通时间比，并根据所述目标开通时间比求取所述目标电感电流在整个开关周期内对应的目标开通时间；其中，T 为一区间内的整个开关周期，D 为整个开关周期的开通时间比，I 为电感电流幅值，ω 为电感电流角频率，t 为时间，L 为电感感量，U_{dc} 为直流侧电压，U_{ac} 为交流侧线电压；

当所述目标开关管的实际开通时间到达其对应的目标开通时间时，控制所述目标开关管关断；

当所述目标电感电流续流结束后，对两个同向的电感电流中的另一目标电感电流进行同原理控制，以实现在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行交错控制。

10、一种三相并网逆变器，其特征在于，包括六个开关管、三个输出电感及三个滤波电容；其中：

第一开关管、第三开关管及第五开关管的第一端均连接直流输入母线的正极，第二开关管、第四开关管及第六开关管的第二端均连接直流输入母线的负极；第一开关管的第二端与第二开关管的第一端连接且公共端与第一输出电感的第一端连接，第三开关管的第二端与第四开关管的第一端连接且公共端与第二输出电感的第一端连接，第五开关管的第二端与第六开关管的第一端连接且公共端与第三输出电感的第一端连接；第一输出电感的第二端与第一滤波电容的第一端连接且公共端连接电网 A 相线，第二输出电感的第二端与第二滤波电容的第一端连接且公共端连接电网 B 相线，第三输出电感的第二端与第三滤波电容的第一端连接且公共端连接电网 C 相线；第一滤波电容、第二滤波电容及第三滤波电容的第二端连接直流输入母线的负极；

其中，所述三相并网逆变器的控制方法采用如权利要求 1-6 任一项所述的三相并网逆变器的控制方法。

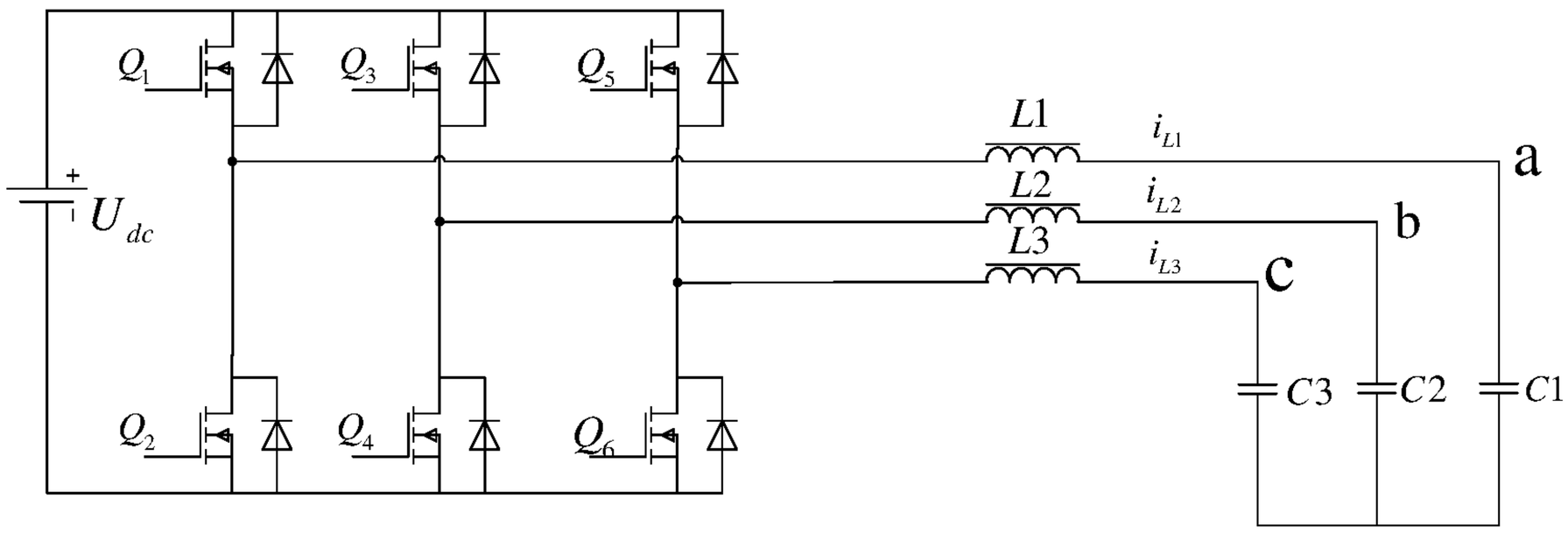


图 1

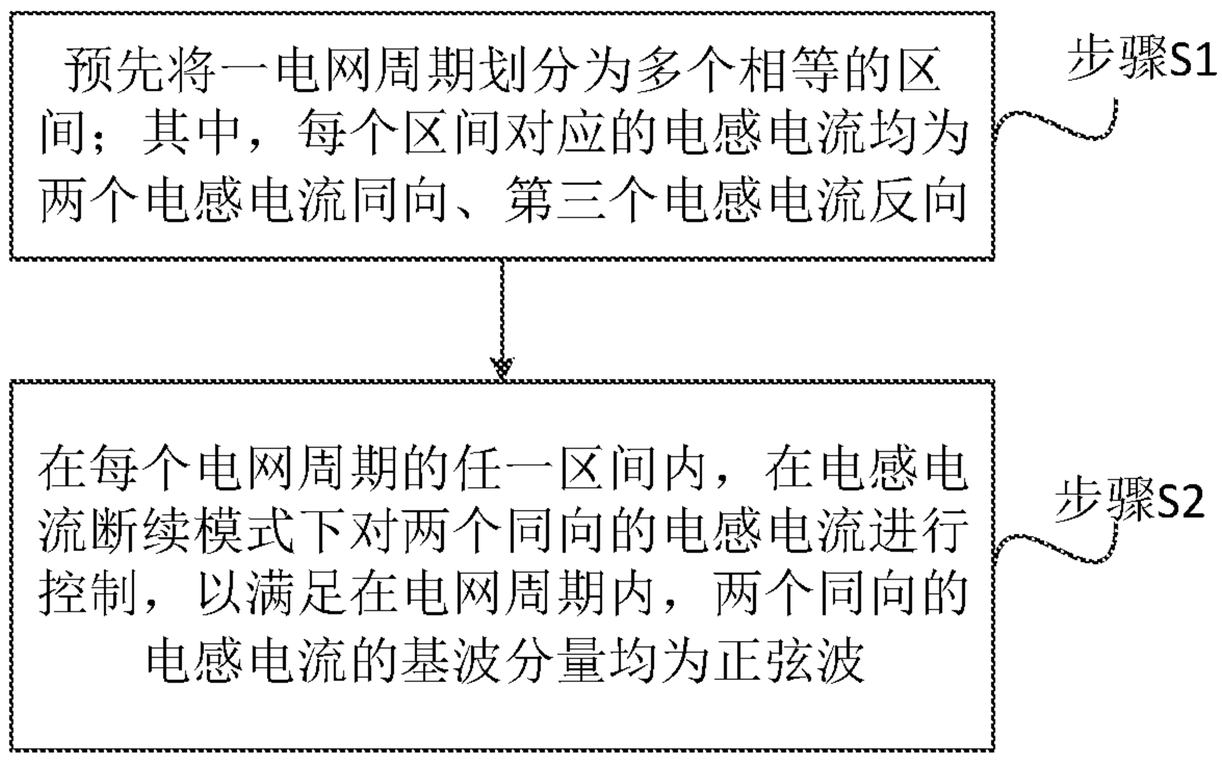

预先将一电网周期划分为多个相等的区间；其中，每个区间对应的电感电流均为两个电感电流同向、第三个电感电流反向
步骤S1
在每个电网周期的任一区间内，在电感电流断续模式下对两个同向的电感电流进行控制，以满足在电网周期内，两个同向的电感电流的基波分量均为正弦波
步骤S2

图 2

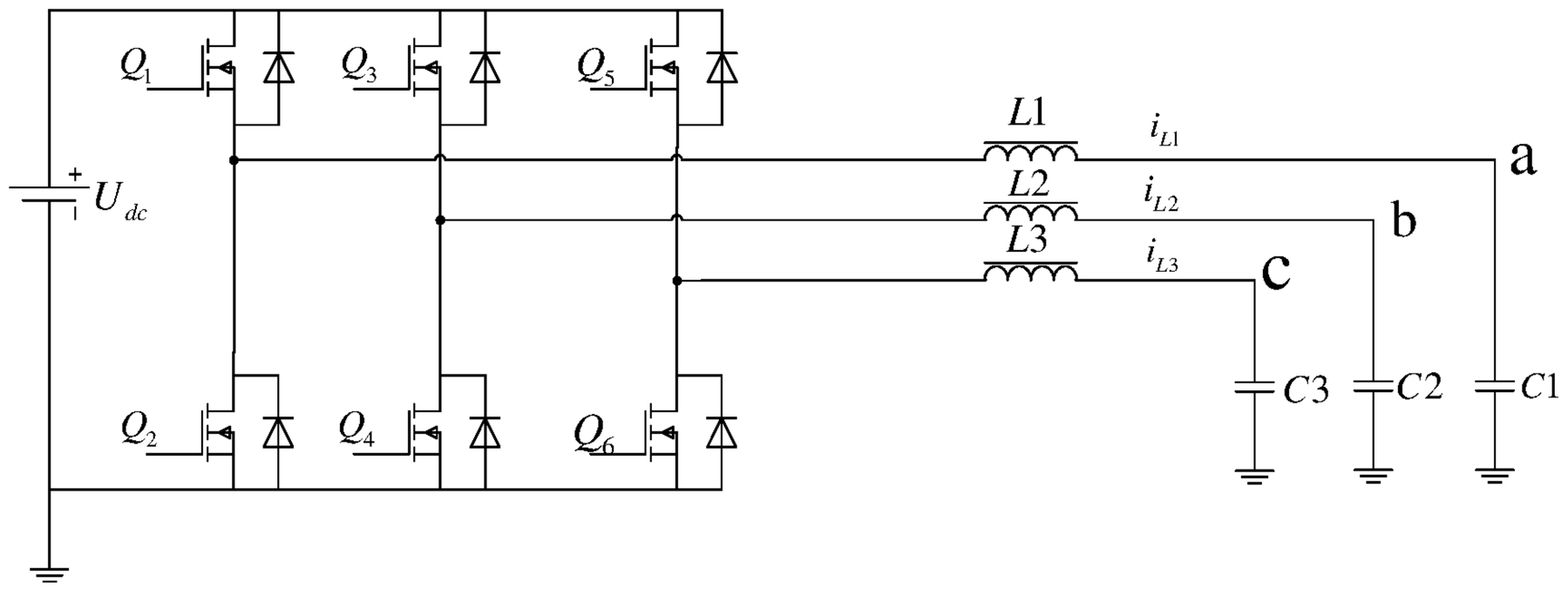

Q_1
Q_3
Q_5
Q_2
Q_4
Q_6
U_{dc}
L1
L2
L3
i_{L1}
i_{L2}
i_{L3}
a
b
c
C3
C2
C1

图 3

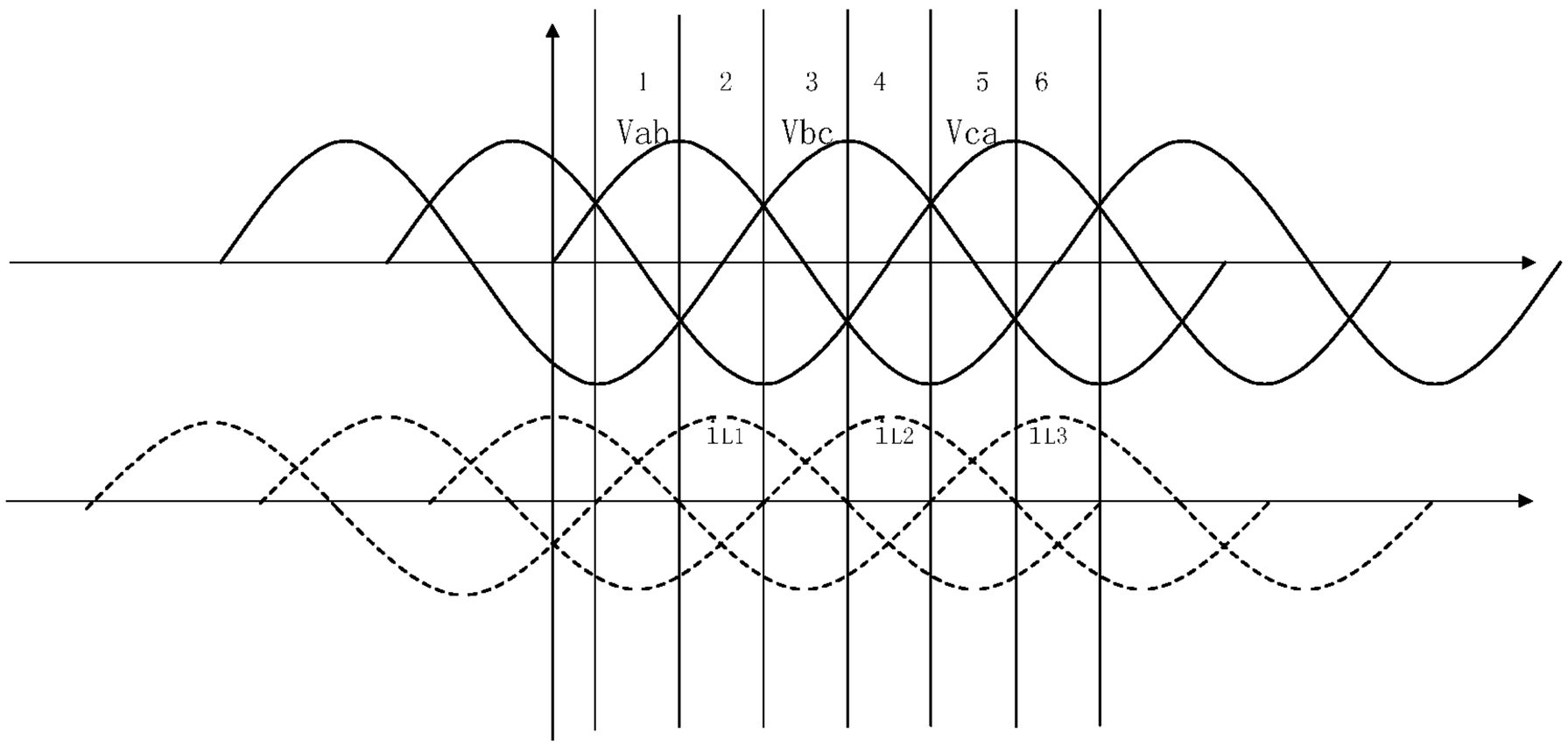

1
2
3
4
5
6
Vab
Vbc
Vca
iL1
iL2
iL3

图 4

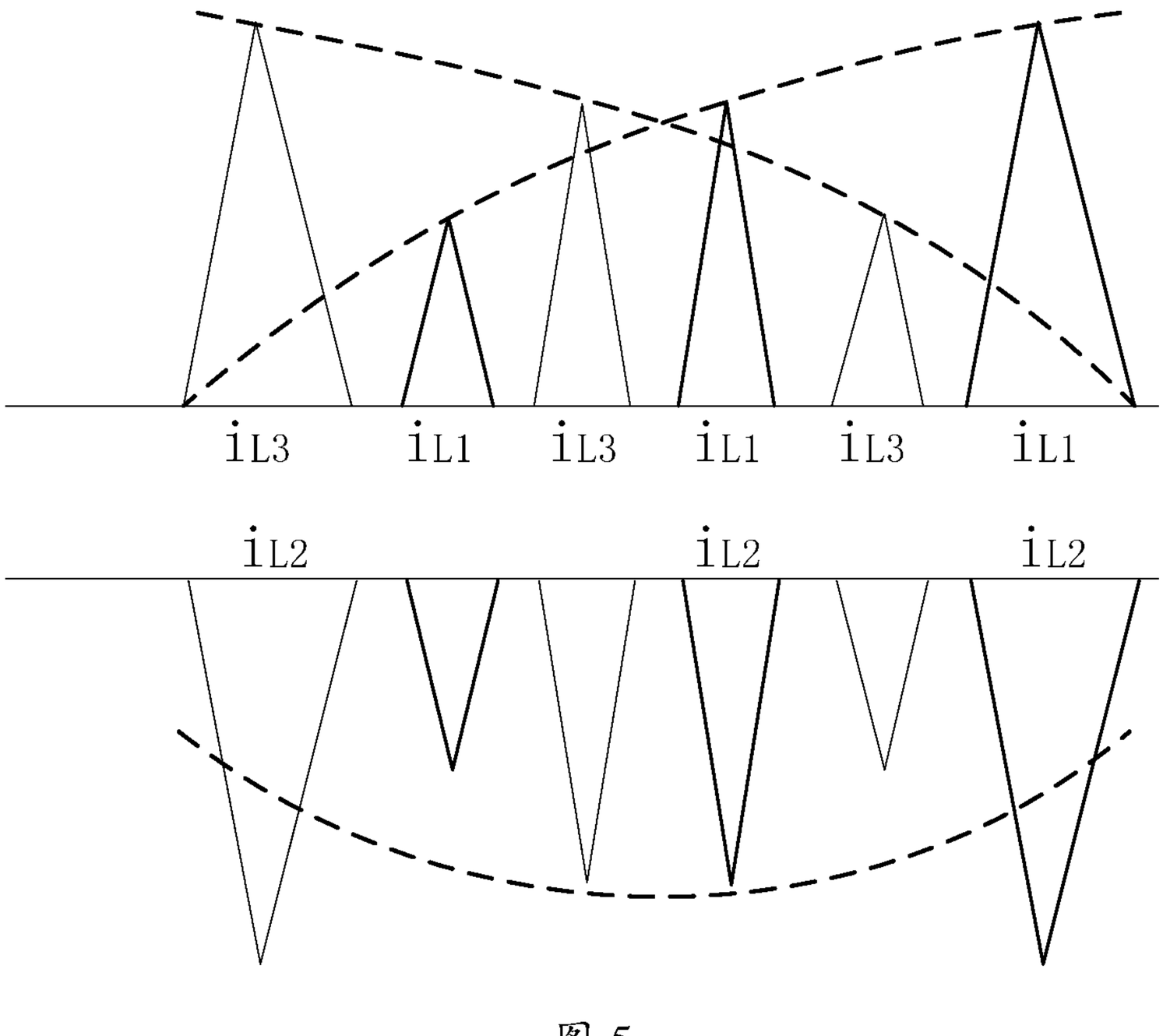


图 5

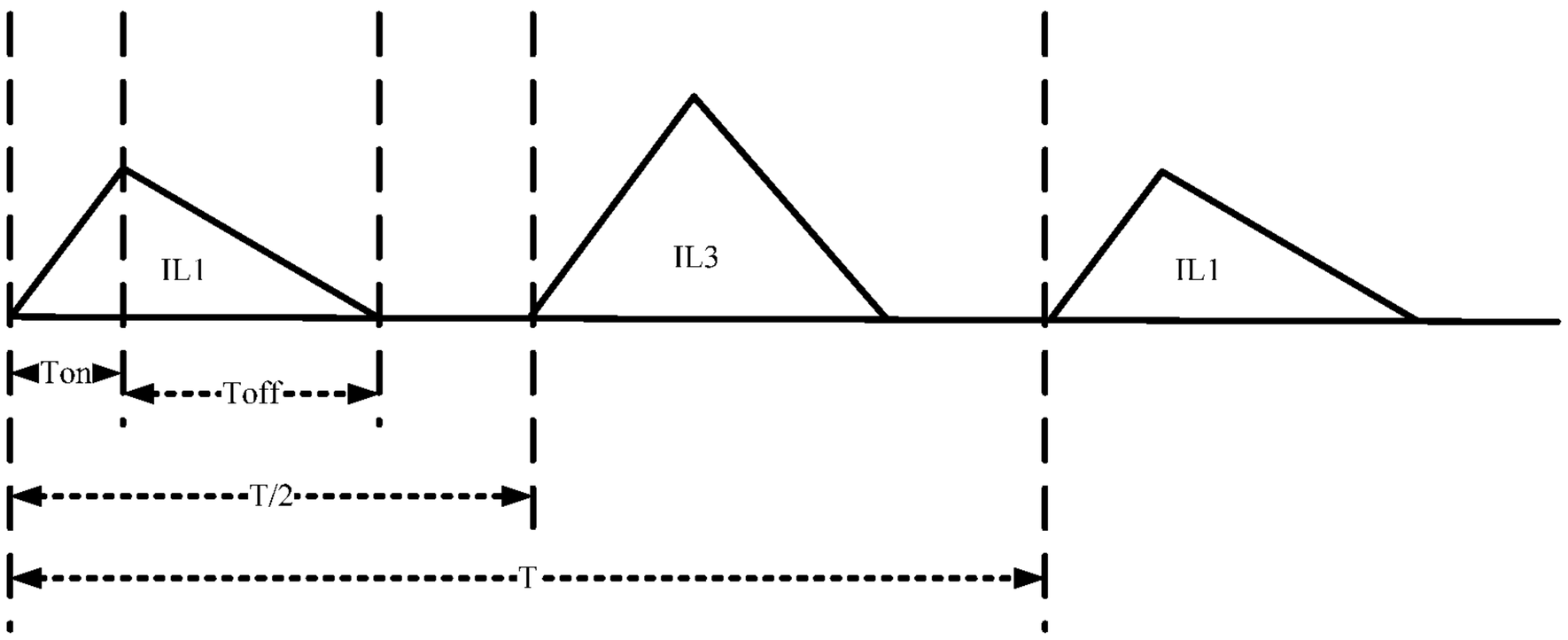


图 6

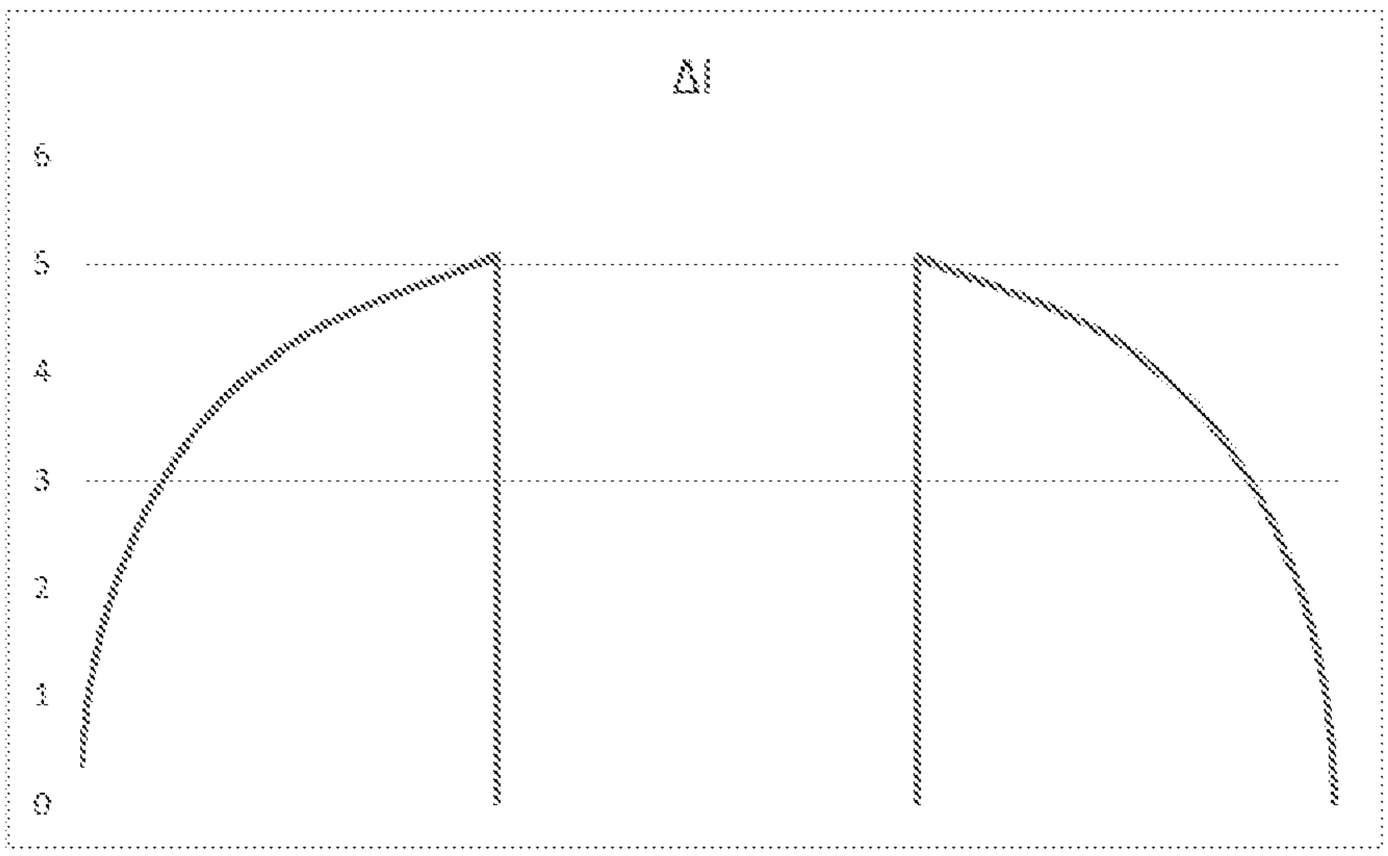


图 7

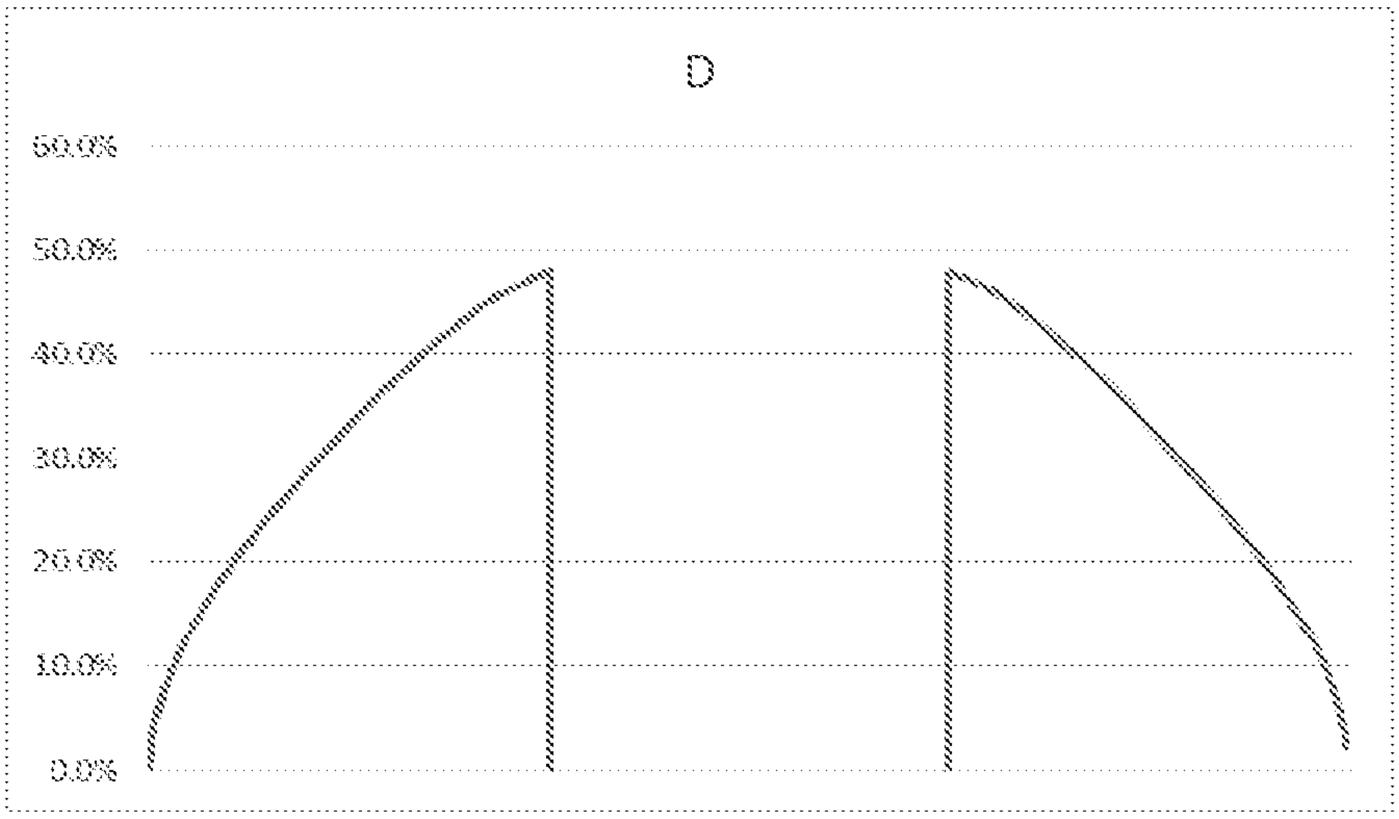


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2019/126250

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M 7/5387(2007.01)i; H02M 1/12(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)

CNPAT, CNKI, EPODOC, WPI: 逆变, 三相, 电网, 扇区, 区域, 区间, 六, 6, 电感, 电流, 峰值, 过零, 符号, 极性, 方向, 同向, 断续, 关, 断, inverter, three phase, sector, area, six, inductor, current, peak, zero, DCM, off

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 103427435 A (BEIJING DYNAMIC POWER CO., LTD.) 04 December 2013 (2013-12-04) description, paragraphs [0017]-[0031], and figure 2	1-10
Y	CN 106887964 A (UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA) 23 June 2017 (2017-06-23) description, paragraphs [0070]-[0103], and figures 1 and 4	1-10
A	CN 103997249 A (STATE GRID CORPORATION OF CHINA et al.) 20 August 2014 (2014-08-20) entire document	1-10
A	CN 105162350 A (CENTRAL SOUTH UNIVERSITY) 16 December 2015 (2015-12-16) entire document	1-10
A	US 2015062991 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 05 March 2015 (2015-03-05) entire document	1-10

☐ 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
20 July 2020	**31 July 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** Facsimile No. **(86-10)62019451**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2019/126250

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	103427435	A	04 December 2013	CN	103427435	B	07 December 2016
CN	106887964	A	23 June 2017	CN	106887964	B	25 January 2019
CN	103997249	A	20 August 2014		None		
CN	105162350	A	16 December 2015	CN	105162350	B	20 October 2017
US	2015062991	A1	05 March 2015	CA	2860210	A1	28 February 2015
				EP	2843823	A1	04 March 2015
				CN	104426335	A	18 March 2015
				CN	104426335	B	14 June 2019
				BR	102014020059	A2	10 November 2015
				US	9252681	B2	02 February 2016
				IN	201403875	I4	01 July 2016

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2019/126250

A. 主题的分类

H02M 7/5387(2007.01)i; H02M 1/12(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））

CNPAT, CNKI, EPODOC, WPI: 逆变，三相，电网，扇区，区域，区间，六，6，电感，电流，峰值，过零，符号，极性，方向，同向，断续，关，断，inverter, three phase, sector, area, six, inductor, current, peak, zero, DCM, off

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
Y	CN 103427435 A (北京动力源科技股份有限公司) 2013年 12月 4日 (2013-12-04) 说明书第[0017]-[0031]段、图2	1-10
Y	CN 106887964 A (电子科技大学) 2017年 6月 23日 (2017-06-23) 说明书第[0070]-[0103]段、图1，4	1-10
A	CN 103997249 A (国家电网公司 等) 2014年 8月 20日 (2014-08-20) 全文	1-10
A	CN 105162350 A (中南大学) 2015年 12月 16日 (2015-12-16) 全文	1-10
A	US 2015062991 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 2015年 3月 5日 (2015-03-05) 全文	1-10

☐ 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
2020年 7月 20日	2020年 7月 31日
ISA/CN的名称和邮寄地址 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 传真号 (86-10)62019451	受权官员 黄珊 电话号码 86-(10)-53961235

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2019/126250

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	103427435	A	2013年 12月 4日	CN	103427435	B	2016年 12月 7日
CN	106887964	A	2017年 6月 23日	CN	106887964	B	2019年 1月 25日
CN	103997249	A	2014年 8月 20日		无		
CN	105162350	A	2015年 12月 16日	CN	105162350	B	2017年 10月 20日
US	2015062991	A1	2015年 3月 5日	CA	2860210	A1	2015年 2月 28日
				EP	2843823	A1	2015年 3月 4日
				CN	104426335	A	2015年 3月 18日
				CN	104426335	B	2019年 6月 14日
				BR	102014020059	A2	2015年 11月 10日
				US	9252681	B2	2016年 2月 2日
				IN	201403875	I4	2016年 7月 1日