(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 7 月 20 日 (20.07.2023)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2023/134225 A1

(51) 国际专利分类号:
H02J 3/34 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/121941

(22) 国际申请日: 2022 年 9 月 28 日 (28.09.2022)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202210030535.8 2022年1月12日 (12.01.2022) CN

(71) 申请人: 国网浙江省电力有限公司电力科学研究院(STATE GRID ZHEJIANG ELECTRIC POWER COMPANY LIMITED ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE) [CN/CN]; 中国浙江省杭州市下城区朝晖八区华电弄1号, Zhejiang 310014 (CN)。

(72) 发明人: 许烽(XU, Feng); 中国浙江省杭州市下城区朝晖八区华电弄1号, Zhejiang 310014 (CN)。金玉琪(JIN, Yuqi); 中国浙江省杭州市下城区朝晖八区华电弄1号, Zhejiang 310014 (CN)。裘鹏(QIU, Peng); 中国浙江省杭州市下城区朝晖八区华电弄1号, Zhejiang 310014 (CN)。倪晓军(NI, Xiaojun); 中国浙江省杭州市下城区朝晖八区华电弄1号, Zhejiang 310014 (CN)。林进钿(LIN, Jindian); 中国浙江省杭州市下城区朝晖八区华电弄1号, Zhejiang 310014 (CN)。黄晓明(HUANG, Xiaoming); 中国浙江省杭州市下城区朝晖八区华电弄1号, Zhejiang 310014 (CN)。陆承宇(LU, Chengyu); 中国浙江省杭州市下城区朝晖八区华电弄1号, Zhejiang 310014 (CN)。陆翌(LU, Yi); 中国浙江省杭州市下城区朝晖八区华电弄1号, Zhejiang 310014 (CN)。陈晓刚(CHEN, Xiaogang); 中国浙江省杭州市下城区朝晖八区华电弄1号, Zhejiang 310014 (CN)。徐

(54) **Title:** LOW-FREQUENCY POWER TRANSMISSION SYSTEM AND CONTROL MODE THEREFOR

(54) 发明名称: 一种低频输电系统及其控制方式

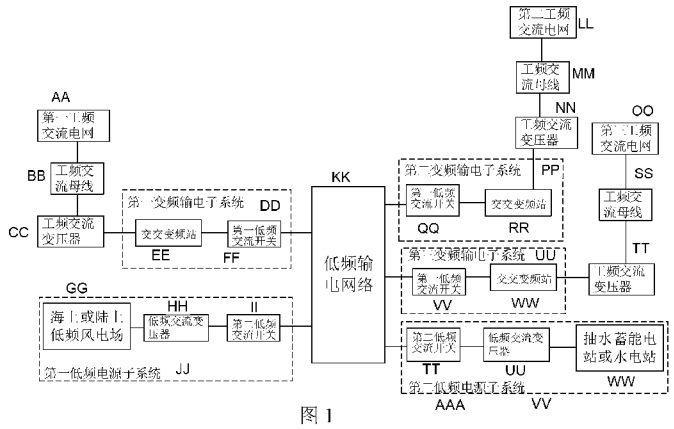


图 1

AA	First power frequency alternating-current power grid
BB,MM,SS	Power frequency alternating-current bus
CC,NN,TT	Power frequency alternating-current transformer
DD	First variable-frequency power transmission subsystem
EE,RR,WW	Alternating current-alternating current frequency conversion station
FF,QQ,VV	First low-frequency alternating-current switch
GG	Offshore or onshore low-frequency wind farm
HH,YY	Low-frequency alternating-current transformer
II,XX	Second low-frequency alternating-current switch
JJ	First low-frequency power supply subsystem
KK	Low-frequency power transmission network
LL	Second power frequency alternating-current power grid
OO	Third power frequency alternating-current power grid
PP	Second variable-frequency power transmission subsystem
UU	Third variable-frequency power transmission subsystem
ZZ	Pumped storage power station or hydropower station
AAA	Second low-frequency power supply subsystem

(57) **Abstract:** Disclosed are a low-frequency power transmission system and a control mode therefor. The present invention comprises a variable-frequency power transmission subsystem and a low-frequency power supply subsystem; the variable-frequency power transmission subsystem comprises: an alternating current-alternating current frequency conversion station connected to a power frequency alternating-current power grid by means of a power frequency alternating-current bus and a power frequency alternating-current transformer, and a first low-frequency alternating-current switch connected to the alternating current-alternating current frequency conversion station; the low-frequency power supply subsystem comprises: a low-frequency wind farm or a pumped storage power station/hydropower station, a low-frequency alternating-current transformer connected to the low-frequency wind farm or pumped storage power station/hydropower station, and a second low-frequency alternating-current switch connected to the low-frequency alternating-current transformer; the first low-frequency alternating-current switch and the second low-frequency alternating-current switch are both connected to a low-frequency power transmission network. According to the present invention, long-distance power transmission of energy sources such as wind power and pumped storage power stations can be implemented, and transmission efficiency and construction costs are considered while effective power transmission is guaranteed.

WO 2023/134225 A1

[见续页]

华(XU, Hua)；中国浙江省杭州市下城区朝晖八区华电弄1号, Zhejiang 310014 (CN)。毛航银(MAO, Hangyin)；中国浙江省杭州市下城区朝晖八区华电弄1号, Zhejiang 310014 (CN)。宣佳卓(XUAN, Jiazhuo)；中国浙江省杭州市下城区朝晖八区华电弄1号, Zhejiang 310014 (CN)。陈骞(CHEN, Qian)；中国浙江省杭州市下城区朝晖八区华电弄1号, Zhejiang 310014 (CN)。丁超(DING, Chao)；中国浙江省杭州市下城区朝晖八区华电弄1号, Zhejiang 310014 (CN)。郑眉(ZHENG, Mei)；中国浙江省杭州市下城区朝晖八区华电弄1号, Zhejiang 310014 (CN)。

(74) 代理人：浙江翔隆专利事务所（普通合伙）等(ZHEJIANG SHINE PATENT OFFICE(GENERAL PARTNER) et al.)；中国浙江省杭州市江干区民心路100号万银国际大厦34层, Zhejiang 310016 (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, 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))。

(57) 摘要：本发明公开了一种低频输电系统及其控制方式。本发明包括变频输电子系统以及低频电源子系统；变频输电子系统包括：通过工频交流母线和工频交流变压器与工频交流电网连接的交交变频站、与所述交交变频站连接的第一低频交流开关；低频电源子系统包括：低频风电场或抽水蓄能电站/水电站、与低频风电场或抽水蓄能电站/水电站连接的低频交流变压器、与所述低频交流变压器连接的第二低频交流开关；所述第一低频交流开关和第二低频交流开关均与所述低频输电网络连接。本发明可实现风电、抽水蓄能电站等能源的远距离电力输送，在保障电力有效传输的同时，兼顾传输效率和建设成本。

一种低频输电系统及其控制方式

技术领域

本发明属于电力系统输电领域，具体地说是一种低频输电系统及其控制方式。

背景技术

风能是一种资源丰富、可再生的绿色能源，以其良好的生态效益和巨大的发展潜力得到了全球的青睐，有望成为世界的主导能源。风电因巨大的开发潜能和商业化价值受到了世界各国的重视，并得到了大规模的开发和利用。在我国，由于风电场大多位置偏远，电力系统对风电的消纳不足，从而抑制了风电的发展，所以解决风电并网和远距离大容量输送的问题极其重要。

低频输电通过降低输电频率，减小线路阻抗、减少电缆充电无功、提升电网的输送能力和调控能力，是工频交流输电与直流输电方式的有益补充，适用于中远距离海上风电送出、城市电网分区互联、海岛互联供电等场景。海上风电低频输电系统可利用风机直接输出低频电能，通过汇集系统将低频电能传输至海上平台，并通过低频变压器升压后经海缆线路送出，最后通过陆上交交变频站将低频电能变换为工频，汇入工频电网。交交变频器的工、低频相互独立，输电能力不受工频电压、功率因数影响。

低频输电在中远海风电送出场景中有明显的技术经济优势，但由于低频输电技术尚处于发展起步阶段，并无相关工程应用，因此，针对其拓扑结构形式的研究几乎空白。

发明内容

针对上述现有技术存在的缺陷，本发明提出一种低频输电系统，其可实现风电、抽水蓄能电站等能源的远距离电力输送，在保障电力有效传输的同时，兼顾传输效率和建设成本。

为此，本发明采用如下的技术方案：一种低频输电系统，其包括第一变频输电子系统、第二变频输电子系统、第三变频输电子系统，以及第一低频

电源子系统和第二低频电源子系统；

变频输电子系统包括：通过工频交流母线和工频交流变压器与工频交流电网连接的交交变频站，其用于将工频交流电转换为低频交流电；与所述交交变频站连接的第一低频交流开关；

低频电源子系统包括：低频风电场或抽水蓄能电站/水电站；与低频风电场或抽水蓄能电站/水电站连接的低频交流变压器，其用于将低频电源子系统的低频交流电进行电压变换；与所述低频交流变压器连接的第二低频交流开关；

所述第一低频交流开关和第二低频交流开关均与所述低频输电网络连接。

所述的低频交流变压器和低频交流开关的工作原理分别与工频交流变压器和工频交流开关相同，由于频率变低、过零点周期变长，低频交流变压器体积将大于同电压等级同容量的工频交流变压器；低频交流开关的熄弧难度大于工频交流开关。

进一步地，所述第二变频输电子系统的交交变频站采用基于晶闸管的周波变换器，所述周波变换器的每一相都由反并联的两组整流桥组成，改变两组整流桥的切换频率就可改变输出频率，改变整流桥中电力半导体管的门极触发延迟角就可改变相控周波变换器输出电压的幅值和工作方式，使周波变换器方便地工作于整流和逆变状态，实现四象限运行。

更进一步地，整流桥内，为使得每个桥臂具备一定电压的承受能力，都采用晶闸管直接串联。

进一步地，所述第三变频输电子系统的交交变频站采用倍频变压器，所述的倍频变压器为利用铁磁饱和特性构成的三倍频变压器。三倍频变压器可实现基频和三分之一基频交流互联，能量互通。

进一步地，所述第一低频电源子系统中的低频电源为中远距离（70km-200km）海上或陆上低频风电场，其风机采用永磁直驱形式，对其变压器、变频器和环网柜进行改造，实现工频风机向低频风机的过渡，使得风机能直接输出低频电能。

进一步地，所述第二低频电源子系统中的电源为中远距离抽水蓄能电站

或水电站，通过低频改造，直接输出低频电能，向连接的低频输电网络送电。

进一步地，所述的低频输电网络采用放射状或环状结构，起到连接各子系统的作用，其故障保护原理可借鉴传统工频输电网络，如过流保护、距离保护等。

进一步地，所述第一变频输电子系统的交交变频站采用模块化多电平矩阵型换流器，且为三相九桥臂结构，每个桥臂均含有多个全桥子模块且每个桥臂串接电感；

所述全桥子模块包括：第一带反向二极管的 IGBT、第二带反向二极管的 IGBT、第三带反向二极管的 IGBT、第四带反向二极管的 IGBT 和第一电容，所述第一带反向二极管的 IGBT 的集电极与第二带反向二极管的 IGBT 的集电极和所述第一电容的一端连接，所述第一带反向二极管的 IGBT 的发射极与所述第三带反向二极管的 IGBT 的集电极连接作为所述全桥子模块的高压端，所述第三带反向二极管的 IGBT 的发射极与所述第四带反向二极管的 IGBT 的发射极和所述第一电容的另一端连接，所述第二带反向二极管的 IGBT 的发射极与所述第四带反向二极管的 IGBT 的集电极连接作为所述全桥子模块的低压端。

更进一步地，所述全桥子模块内还含有储能模块，使得模块化多电平矩阵型换流器具备储能功能，为低频输电系统提供功率/能量灵活性调节。

本发明还提供上述低频输电系统的控制方式，其内容如下：低频输电系统运行在五端、四端、三端、两端或一端运行状态，其中，五端运行状态为完全运行状态，即三个变频输电子系统和两个低频电源子系统均处于运行状态；所有运行状态中，至少有一个变频输电子系统处于运行状态，否则，低频输电系统不能稳定运行，变频输电子系统和低频电源子系统均具备在线投退能力，在线投退期间都不会影响低频输电系统的正常运行；

当第三变频输电子系统投入运行时，低频输电系统的频率因倍频变压器的缘故，被限制于 1/3 工频频率值，其他子系统的频率必须跟随该频率值；当第三变频输电子系统退出运行时，低频输电系统的频率可通过频率控制进行调节，但频率范围需要在低频交流变压器和低频交流开关的可运行范围之内。

与现有技术相比，本发明具有的有益技术效果如下：

本发明不仅能够实现风电、抽水蓄能电站等能源的远距离电力输送，保障电力的有效传输；同时，本发明提供了多种交交变频站的选择，可为工程实际应用匹配兼顾技术合理性和系统建设成本的拓扑结构。

附图说明

图 1 为本发明低频输电系统示意图；

图 2 为本发明模块化多电平矩阵型换流器（M3C）示意图；

图 3 为图 2 中全桥子模块的示意图。

具体实施方式

为了更为具体地描述本发明，下面结合说明书附图及具体实施方式对本发明的技术方案及其相关原理进行详细说明。

如图 1 所示的一种低频输电系统，包括第一变频输电子系统、第二变频输电子系统和第三变频输电子系统，以及第一低频电源子系统和第二低频电源子系统。

变频输电子系统包括：通过工频交流母线和工频交流变压器与工频交流电网连接的交交变频站，其用于将工频交流电转换为低频交流电；以及与交交变频站连接的第一低频交流开关。低频电源子系统包括：低频风电场或抽水蓄能电站/水电站；与低频风电场或抽水蓄能电站/水电站连接的低频交流变压器，其用于将低频电源子系统的低频交流电进行电压变换；以及与低频交流变压器连接的第二低频交流开关。第一、第二低频交流开关均与低频输电网络连接。

低频输电网络可采用放射状或环状结构，其故障保护原理可借鉴传统工频输电网络，如过流保护、距离保护等。低频交流变压器和低频交流开关的工作原理分别与工频交流变压器和工频交流开关相同，由于频率变低、过零点周期变长，低频交流变压器体积将大于同电压等级同容量的工频交流变压器；低频交流断路器的熄弧难度大于工频交流断路器。

第一变频输电子系统的交交变频站采用模块化多电平矩阵型换流器（M3C），如图 2 所示，M3C 为三相九桥臂结构，每个桥臂均由一个电感和 N 个全桥子模块级联而成。M3C 两侧的三相交流系统分别由 9 个桥臂连接，且输入侧三相系统的每一相均经由唯一的桥臂同输出侧的各相连接。由于 M3C

各个桥臂的结构相同、参数对称，且相互独立，故从输入侧三相系统来看，可分为 a、b、c 三个子转换器；从输出侧三相系统又可分为 u、v、w 三个子转换器。每个子转换器的结构与链式的静止无功发生器（STATCOM，图 2 中简称 SM）相同，因此也可以认为 M3C 是由三个 STATCOM 并联构成。M3C 各桥臂中的电感能够抑制在各相桥臂功率或子模块电容电压瞬时值不完全一致时产生的环流，且能够在低频输电系统发生故障时抑制冲击电流，增强低频输电系统运行的稳定性。

其中，如图 3 所示，全桥子模块包括：第一带反向二极管的 IGBT、第二带反向二极管的IGBT、第三带反向二极管的IGBT、第四带反向二极管的IGBT和第一电容，所述第一带反向二极管的 IGBT 的集电极与第二带反向二极管的 IGBT 的集电极和所述第一电容的一端连接，所述第一带反向二极管的 IGBT 的发射极与所述第三带反向二极管的 IGBT 的集电极连接作为所述全桥子模块的高压端，所述第三带反向二极管的 IGBT 的发射极与所述第四带反向二极管的 IGBT 的发射极和所述第一电容的另一端连接，所述第二带反向二极管的 IGBT 的发射极与所述第四带反向二极管的 IGBT 的集电极连接作为所述全桥子模块的低压端。

所述的全桥子模块内还可含有储能模块，使得模块化多电平矩阵型换流器具备一定的储能功能，为低频输电系统提供功率/能量的灵活性调节。

第二变频输电子系统的交交变频站采用基于晶闸管的周波变换器，周波变换器的每一相都由反并联的两组整流桥组成。改变两组整流桥的切换频率就可以改变输出频率。改变整流桥中电力半导体管的门极触发延迟角就可以改变相控周波变换器输出电压的幅值和工作方式，使周波变换器方便地工作于整流和逆变状态，实现四象限运行。整流桥内，为使得每个桥臂具备一定电压的承受能力，一般都采用晶闸管直接串联技术。

第三变频输电子系统的交交变频站采用倍频变压器，倍频变压器为利用铁磁饱和特性构成的三倍频变压器。三倍频变压器可实现基频和三分之一基频交流互联，能量互通。

第一低频电源子系统的低频电源为中远距离（70km-200km）海上或陆上低频风电场，风机采用永磁直驱形式，对其变压器、变频器和环网柜进行改

造，可实现工频风机向低频风机的过渡，使得风机具备直接输出低频电能的能力。

第二低频电源子系统中的电源为中远距离抽水蓄能电站或水电站，电站通过低频改造，可直接输出低频电能，向连接的低频输电系统送电。

上述低频输电系统的控制方式，其内容如下：低频输电系统运行在五端、四端、三端、两端或一端运行状态，其中，五端运行状态为完全运行状态，即三个变频输电子系统和两个低频电源子系统均处于运行状态；所有运行状态中，至少有一个变频输电子系统处于运行状态，否则，低频输电系统不能稳定运行，变频输电子系统和低频电源子系统均具备在线投退能力，在线投退期间都不会影响低频输电系统的正常运行；

当第三变频输电子系统投入运行时，低频输电系统的频率因倍频变压器的缘故，被限制于 1/3 工频频率值，其他子系统的频率必须跟随该频率值；当第三变频输电子系统退出运行时，低频输电系统的频率可通过频率控制进行调节，但频率范围需要在低频交流变压器和低频交流开关的可运行范围之内。

本发明应用了具体个例对本发明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发明的核心思想。应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以对本发明进行若干改进和修饰，这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。

权利要求书

1.一种低频输电系统，其特征在于，包括第一变频输电子系统、第二变频输电子系统、第三变频输电子系统，以及第一低频电源子系统和第二低频电源子系统；

变频输电子系统包括：通过工频交流母线和工频交流变压器与工频交流电网连接的交交变频站，其用于将工频交流电转换为低频交流电；与所述交交变频站连接的第一低频交流开关；

低频电源子系统包括：低频风电场或抽水蓄能电站/水电站；与低频风电场或抽水蓄能电站/水电站连接的低频交流变压器，其用于将低频电源子系统的低频交流电进行电压变换；与所述低频交流变压器连接的第二低频交流开关；

所述第一低频交流开关和第二低频交流开关均与所述低频输电网络连接。

2.根据权利要求 1 所述的低频输电系统，其特征在于，所述第二变频输电子系统的交交变频站采用基于晶闸管的周波变换器，所述周波变换器的每一相都由反并联的两组整流桥组成，改变两组整流桥的切换频率就可改变输出频率，改变整流桥中电力半导体管的门极触发延迟角就可改变相控周波变换器输出电压的幅值和工作方式，使周波变换器方便地工作于整流和逆变状态，实现四象限运行。

3.根据权利要求 2 所述的低频输电系统，其特征在于，整流桥内，为使得每个桥臂具备一定电压的承受能力，都采用晶闸管直接串联。

4.根据权利要求 1 所述的低频输电系统，其特征在于，所述第三变频输电子系统的交交变频站采用倍频变压器，所述的倍频变压器为利用铁磁饱和特性构成的三倍频变压器。

5.根据权利要求 1 所述的低频输电系统，其特征在于，所述第一低频电源子系统中的低频电源为中远距离海上或陆上低频风电场，其风机采用永磁直驱形式，对其变压器、变频器和环网柜进行改造，实现工频风机向低频风机的过渡，使得风机能直接输出低频电能。

6.根据权利要求 1 所述的低频输电系统，其特征在于，所述第二低频电源子系

统中的电源为中远距离抽水蓄能电站或水电站，通过低频改造，直接输出低频电能，向连接的低频输电网络送电。

7.根据权利要求 1 所述的低频输电系统，其特征在于，所述的低频输电网络采用放射状或环状结构。

8.根据权利要求 1-7 任一项所述的低频输电系统，其特征在于，所述第一变频输电子系统的交交变频站采用模块化多电平矩阵型换流器，且为三相九桥臂结构，每个桥臂均含有多个全桥子模块且每个桥臂串接电感；

所述全桥子模块包括：第一带反向二极管的 IGBT、第二带反向二极管的 IGBT、第三带反向二极管的 IGBT、第四带反向二极管的 IGBT 和第一电容，所述第一带反向二极管的 IGBT 的集电极与第二带反向二极管的 IGBT 的集电极和所述第一电容的一端连接，所述第一带反向二极管的 IGBT 的发射极与所述第三带反向二极管的 IGBT 的集电极连接作为所述全桥子模块的高压端，所述第三带反向二极管的 IGBT 的发射极与所述第四带反向二极管的 IGBT 的发射极和所述第一电容的另一端连接，所述第二带反向二极管的 IGBT 的发射极与所述第四带反向二极管的 IGBT 的集电极连接作为所述全桥子模块的低压端。

9.根据权利要求 8 所述的低频输电系统，其特征在于，所述全桥子模块内还含有储能模块，使得模块化多电平矩阵型换流器具备储能功能，为低频输电系统提供功率/能量灵活性调节。

10.权利要求 1-9 任一项所述低频输电系统的控制方式，其特征在于，低频输电系统运行在五端、四端、三端、两端或一端运行状态，其中，五端运行状态为完全运行状态，即三个变频输电子系统和两个低频电源子系统均处于运行状态；所有运行状态中，至少有一个变频输电子系统处于运行状态，否则，低频输电系统不能稳定运行，变频输电子系统和低频电源子系统均具备在线投退能力，在线投退期间都不会影响低频输电系统的正常运行；

当第三变频输电子系统投入运行时，低频输电系统的频率因倍频变压器的缘故，被限制于 1/3 工频频率值，其他子系统的频率必须跟随该频率值；当第三变频输电子系统退出运行时，低频输电系统的频率可通过频率控制进行调节，但频率范围需要在低频交流变压器和低频交流开关的可运行范围之内。

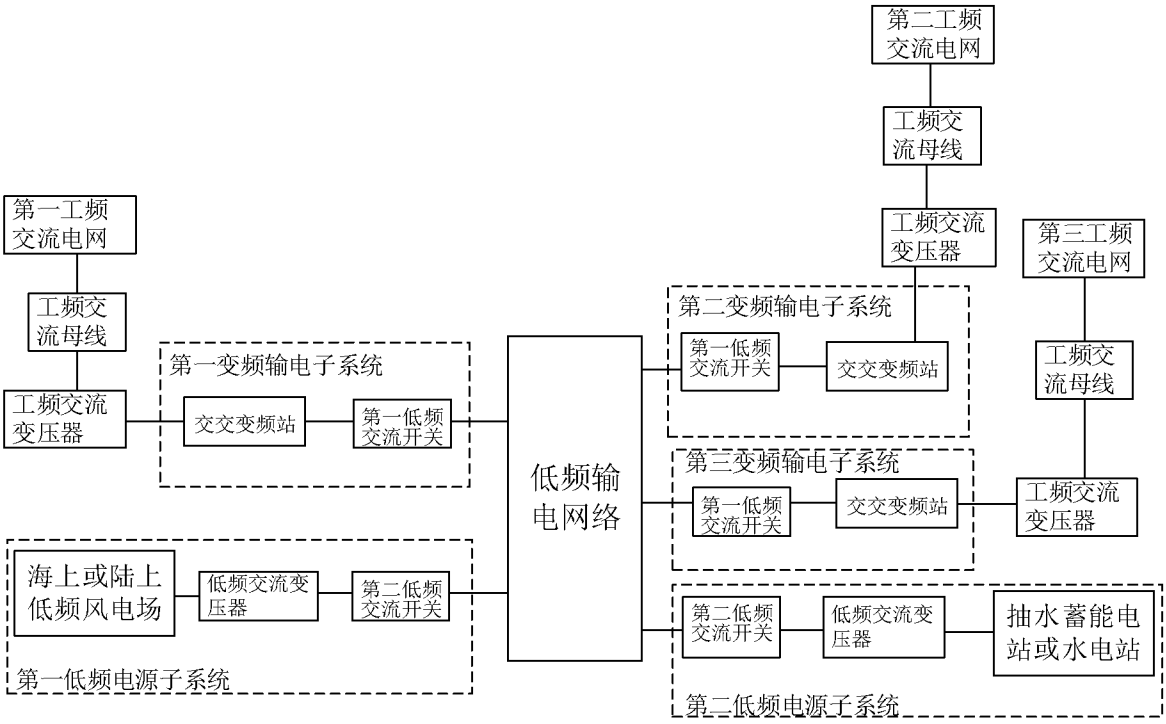

第二工频交流电网
工频交流母线
工频交流变压器
第三工频交流电网
第一工频交流电网
工频交流母线
第二变频输电子系统
第一低频交流开关
交交变频站
第一变频输电子系统
工频交流变压器
交交变频站
第一低频交流开关
低频输电网络
工频交流母线
第三变频输电子系统
第一低频交流开关
交交变频站
工频交流变压器
海上或陆上低频风电场
低频交流变压器
第二低频交流开关
第二低频交流开关
低频交流变压器
抽水蓄能电站或水电站
第一低频电源子系统
第二低频电源子系统

图 1

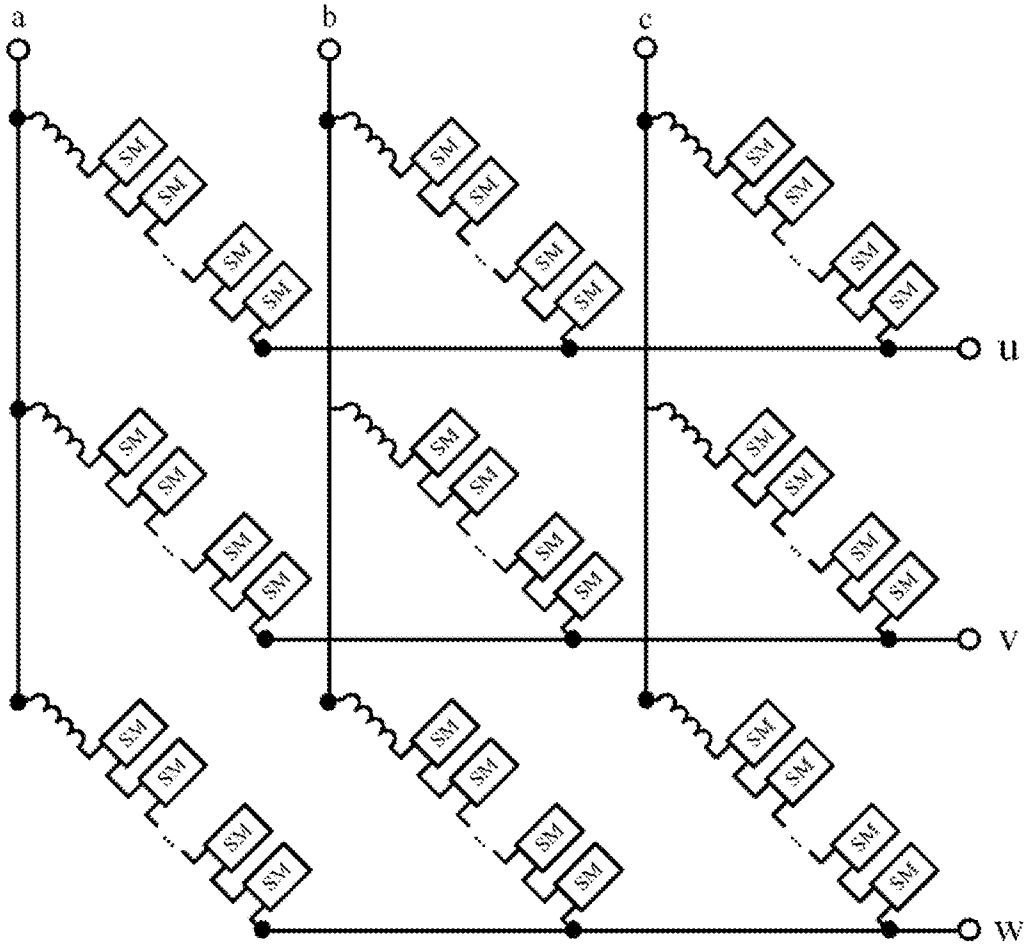


图 2

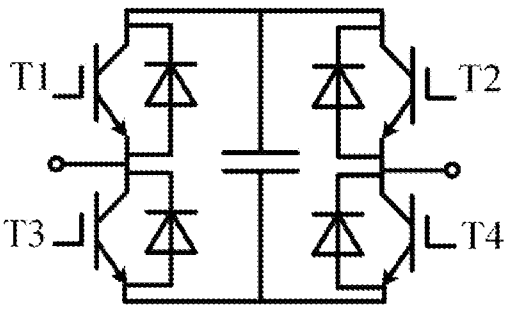


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2022/121941

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J 3/34(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)

H02J3/-

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; OETXT; CNKI: 低频, 变频, 风电, 工频, 分频, 交流电网, H桥, 变压器, 远距离, low 3w frequency, wind+, AC/AC, transformer+, M3C, bridg+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 114498711 A (ELECTRIC POWER SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF STATE GRID ZHEJIANG ELECTRIC POWER CO., LTD.) 13 May 2022 (2022-05-13) claims 1-10	1-10
X	CN 209313433 U (GLOBAL ENERGY INTERCONNECTION RESEARCH INSTITUTE CO., LTD. et al.) 27 August 2019 (2019-08-27) description, paragraphs 0036-0052, and figures 1-13	1-10
X	CN 110148945 A (GLOBAL ENERGY INTERCONNECTION RESEARCH INSTITUTE CO., LTD. et al.) 20 August 2019 (2019-08-20) description, paragraphs 0037-0059, and figures 1-8	1-10
X	CN 113098295 A (GLOBAL ENERGY INTERCONNECTION RESEARCH INSTITUTE CO., LTD. et al.) 09 July 2021 (2021-07-09) description, paragraphs 0024-0079, and figures 1-4	1-10
A	EP 0026374 A1 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 08 April 1981 (1981-04-08) entire document	1-10
A	CN 214707171 U (NARI-RELAYS ELECTRIC CO., LTD. et al.) 12 November 2021 (2021-11-12) 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
28 October 2022	**03 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.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 113595067 A (NORTHEAST ELECTRIC POWER UNIVERSITY) 02 November 2021 (2021-11-02) entire document	1-10
A	CN 101950981 A (CHANGJIANG WATER RESOURCES COMMISSION CHANGJIANG INSTITUTE OF SURVEY PLANNING, DESIGN AND RESEARCH) 19 January 2011 (2011-01-19) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2022/121941

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 114498711 A	13 May 2022	None	
CN 209313433 U	27 August 2019	CN 108649576 A	12 October 2018
CN 110148945 A	20 August 2019	CN 110148945 B	29 September 2020
CN 113098295 A	09 July 2021	None	
EP 0026374 A1	08 April 1981	DE 2939514 A1	16 April 1981
		DE 3064423 D1	01 September 1983
		EP 0026374 B1	27 July 1983
CN 214707171 U	12 November 2021	CN 112952845 A	11 June 2021
CN 113595067 A	02 November 2021	None	
CN 101950981 A	19 January 2011	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2022/121941

A. 主题的分类

H02J 3/34(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)

H02J3/-

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;OETXT;CNKI:低频，变频，风电，工频，分频，交流电网，H桥，变压器，远距离，low 3w frequency，wind +，AC/AC，transformer+，M3C，bridg+

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
PX	CN 114498711 A (国网浙江省电力有限公司电力科学研究院) 2022年5月13日 (2022-05-13) 权利要求1-10	1-10
X	CN 209313433 U (全球能源互联网研究院有限公司等) 2019年8月27日 (2019-08-27) 说明书第0036-0052段，图1-13	1-10
X	CN 110148945 A (全球能源互联网研究院有限公司等) 2019年8月20日 (2019-08-20) 说明书第0037-0059段，图1-8	1-10
X	CN 113098295 A (全球能源互联网研究院有限公司等) 2021年7月9日 (2021-07-09) 说明书第0024-0079段，图1-4	1-10
A	EP 0026374 A1 (SIEMENS AG) 1981年4月8日 (1981-04-08) 全文	1-10
A	CN 214707171 U (南京南瑞继保电气有限公司等) 2021年11月12日 (2021-11-12) 全文	1-10
A	CN 113595067 A (东北电力大学) 2021年11月2日 (2021-11-02) 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
2022年10月28日	2023年1月3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 勾艳凤 电话号码 (86-28)62967760

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2022/121941

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
A	CN 101950981 A (长江水利委员会长江勘测规划设计研究院) 2011年1月19日 (2011-01-19) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2022/121941

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	114498711	A	2022年5月13日	无			
CN	209313433	U	2019年8月27日	CN	108649576	A	2018年10月12日
CN	110148945	A	2019年8月20日	CN	110148945	B	2020年9月29日
CN	113098295	A	2021年7月9日	无			
EP	0026374	A1	1981年4月8日	DE	2939514	A1	1981年4月16日
				DE	3064423	D1	1983年9月1日
				EP	0026374	B1	1983年7月27日
CN	214707171	U	2021年11月12日	CN	112952845	A	2021年6月11日
CN	113595067	A	2021年11月2日	无			
CN	101950981	A	2011年1月19日	无			