

(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
2016 年 12 月 29 日 (29.12.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/206547 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02J 3/36 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/085610
- (22) 国际申请日: 2016 年 6 月 13 日 (13.06.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510371728.X 2015 年 6 月 26 日 (26.06.2015) CN
- (71) 申请人: 许继电气股份有限公司 (XJ ELECTRIC CO., LTD) [CN/CN]; 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。西安许继电力电子科技有限公司 (XI'AN XJ POWER ELECTRONICS TECHNOLOGY CO. LTD) [CN/CN]; 中国陕西省西安市高新六路腾飞创新中心 B 座 1 层 103 室, Shaanxi 710000 (CN)。国家电网公司 (STATE GRID CORPORATION OF CHINA) [CN/CN]; 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100031 (CN)。
- (72) 发明人: 刘欣和 (LIU, Xinhe); 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。吴金龙 (WU, Jinlong); 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。王先为 (WANG, Xianwei); 中国河

南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。张浩 (ZHANG, Hao); 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。张军 (ZHANG, Jun); 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。行登江 (XING, Dengjiang); 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。

(74) 代理人: 北京派特恩知识产权代理有限公司 (CHINA PAT INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE); 中国北京市海淀区海淀南路 21 号中关村知识产权大厦 B 座 2 层, Beijing 100080 (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, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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,

[见续页]

(54) Title: HYBRID DIRECT CURRENT TRANSMISSION SYSTEM

(54) 发明名称: 一种混合直流输电系统

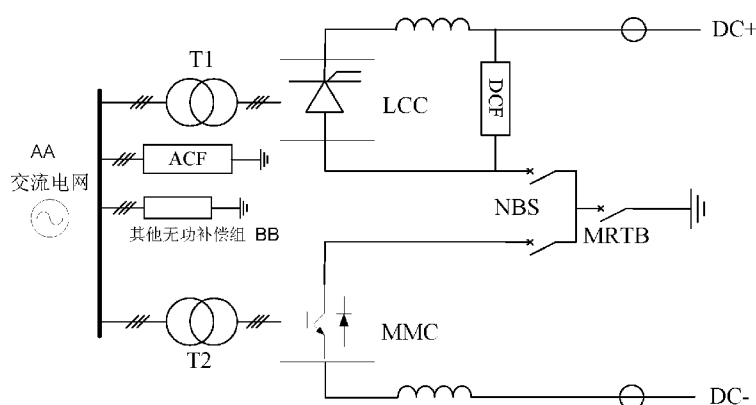


图 1

AA AC grid
BB Other reactive compensation sets

(57) Abstract: A hybrid direct current transmission system. The hybrid direct current transmission system is of a bipolar structure, comprising a positive converter transformer (T1) and a positive converter (LCC), as well as a negative converter transformer (T2) and a negative converter (MMC). In the bipolar structure, the converter on one pole is an MMC sub-module, and the other pole is an LCC converter system consisting of at least one LCC. The hybrid direct current transmission system has features of the mature technology and low costs of the LCC-HVDC, and also has advantages of no commutation failure, flexible control, and strong extension performance of the VSC-HVDC.

(57) 摘要: 一种混合直流输电系统, 该混合直流输电系统为双极结构, 包括正极换流变压器 (T1) 和正极换流器 (LCC)、负极换流变压器 (T2) 和负极换流器 (MMC), 双极结构中, 其中一极换流器为由 MMC 子模块构成的 MMC 换流器, 另一极为由至少一个 LCC 构成的 LCC 换流器系统。混合直流输电系统

同时具有 LCC-HVDC 的技术成熟、成本低的特点以及 VSC-HVDC 的无换相失败, 控制灵活, 拓展性能强的优点。



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))。

一种混合直流输电系统

技术领域

本发明涉及高压直流输电技术，尤其涉及一种混合直流输电系统。

背景技术

5 随着电力科学技术的发展，传统直流输电系统（又称电网换相换流器
高压直流输电系统（LCC-HVDC，Line Commutated Converter based High
Voltage Direct Current））的技术已经非常成熟。LCC-HVDC 系统目前已经
被广泛地应用于海底电缆送电、大容量远距离输电以及异步电网背靠背互
联等场合。但是，LCC-HVDC 系统存在着的逆变站换相失败、无法对弱交
10 流系统供电、运行过程中需要消耗大量无功功率等缺陷，在一定程度上制
约它的发展。

近年来以全控型电力电子器件为基础的电压源型换流器高压直流输电
（VSC-HVDC，Voltage Source Converter Based High Voltage Direct Current）
因其可独立控制有功无功功率、不存在换相失败、可为无源孤岛供电等诸
15 多优点得到学术界与工业界的青睐。作为 VSC-HVDC 拓扑的一种，模块化
多电平换流器高压直流输电（MMC-HVDC，Modular Multilevel Converter）
具备 VSC-HVDC 所有的优点。同时，因 MMC 拓扑结构的特点，MMC-HVDC
系统还具备开关频率较低、开关损耗小、无需交流滤波器组和扩展性强等
优点，这使得其可以运用于高直流电压、大功率输电的场合。但是，
20 MMC-HVDC 系统造价昂贵、无法有效地处理直流故障等缺点却制约其在长
距离大功率输电场合的运用。

针对上述现有技术的不足，混合直流输电技术成为新的研究热点。混
合直流输电技术结合了传统 LCC-HVDC 技术成熟、成本低的特点以及

VSC-HVDC 无换相失败，控制灵活，拓展性能强的优点，在满足系统输电的同时，能够有效改善目前常规直流输电受端的换相失败等问题，在柔性直流尚不具备与常规直流相当的输电容量的现状下，是一种具备较高技术经济性的优化配置方案。但是该混合直流输电技术作为一项全新的技术，

5 目前世界范围内仍处于研究起步阶段，国内关于混合直流输电技术的研究也起步较晚，目前现有技术中并没有一种有效地混合直流输电系统以实现上述优点。

发明内容

为解决上述技术问题，本发明实施例提供了一种混合直流输电系统，

10 同时具有 LCC-HVDC 的技术成熟、成本低的特点以及 VSC-HVDC 的无换相失败，控制灵活，拓展性能强的优点。

本发明实施例提供的一种混合直流输电系统为双极结构，包括正极换流变压器和正极换流器、负极换流变压器和负极换流器，所述双极结构中，其中一极换流器为由 MMC 子模块构成的 MMC 换流器，另一极为由至少一个 LCC 构成的 LCC 换流器系统。

15

本发明实施例中，所述 MMC 中的每个桥臂由半桥子模块和全桥子模块级联构成；或者，由半桥子模块、全桥子模和混合双子模块级联构成。

本发明实施例中，所述混合双子模块包括 4 个功率模块：T1、T2、T3、T4 和 2 个电容：C1、C2；所述 T1 的阳极连接所述 T4 的阳极，所述 T2 的

20 阴极连接 T3 的阴极，所述 T1 的阴极连接所述 T2 的阳极，所述 T4 的阴极通过所述电容 C2 连接所述 T3 的阳极，所述 T1 和 T4 的连接点与所述 T2 和 T3 的连接点之间连接所述电容 C1，所述 T1 和 T2 的连接点为所述混合双子模块的一个端口，所述 C2 和 T4 的连接点为所述混合双子模块的另一个端口。

25 本发明实施例中，所述功率模块为绝缘栅双极型晶体管（IGBT，

Insulated Gate Bipolar Transistor) 模块, 所述功率模块的阳极为 IGBT 模块的集电极, 所述功率模块的阴极为 IGBT 模块的发射极。

本发明实施例中, 所述混合直流输电系统还包括无功补偿装置, 所述无功补偿装置连接交流电网。

5 本发明实施例中, 所述无功补偿装置为以下的一种: 并联电容器、并联电抗器、静止无功补偿装置和调相机。

本发明实施例中, 所述混合直流输电系统还包括交流滤波装置, 所述交流滤波装置连接交流电网。

本发明实施例中, 所述交流滤波装置由交流滤波器组构成。

10 本发明实施例中, 所述无功补偿装置与交流滤波器组以及 MMC, 为所述 LCC 提供无功补偿。

本发明实施例的技术方案提供了一种较为新颖的混合直流输电系统, 其不仅结构简单可靠, 而且还能结合 LCC 和 MMC 的各自优点并克服各自缺点: 利用 MMC 的有功无功独立调节能力来调节交流电压, 从而增加 LCC 15 的最大传输有功功率能力并减小其换相失败的可能; 而且 MMC 中可以根据实际需要接入各种类型的子模块, 控制更加灵活多变, 在直流侧发生故障时可以控制其直流端输出零电压, 从而克服普通 MMC 无法有效处理直流故障的缺点。

附图说明

20 图 1 是本发明实施例的混合直流输电系统的结构示意图;

图 2 是本发明实施例的电网换相换流器 LCC 的一种拓扑结构示意图;

图 3 是本发明实施例的模块混合型模块化多电平换流器 MMC 的拓扑结构图;

图 4 是本发明实施例的半桥子模块的拓扑结构示意图;

25 图 5 是本发明实施例的全桥子模块的拓扑结构示意图;

图 6 是本发明实施例的混合双子模块的拓扑结构示意图；

图 7-1 是本发明实施例的混合双子模块正常工作模式下的第一种工作状态示意图；

图 7-2 是本发明实施例的混合双子模块正常工作模式下的第二种工作状态示意图；

图 7-3 是本发明实施例的混合双子模块正常工作模式下的第三种工作状态示意图；

图 7-4 是本发明实施例的混合双子模块正常工作模式下的第四种工作状态示意图；

图 8-1 是本发明实施例的混合双子模块闭锁模式下的其中一种工作状态示意图；

图 8-2 是本发明实施例的混合双子模块闭锁模式下的另一种工作状态示意图。

具体实施方式

下面结合附图对本发明做进一步的说明。

实施例 1

如图 1 所示，该混合直流输电系统包括电网换相换流器（LCC）、模块化多电平换流器（MMC）、换流变压器、交流滤波器组（ACF）、交流无功补偿装置组、直流平波电抗器、直流滤波器（DCF）。LCC 和 MMC 构成双极结构，交流电网上还连接交流滤波器组（ACF）和交流无功补偿装置。

交流无功补偿装置可以为并联电容器，也可以为并联电抗器、静止无功补偿装置和调相机中的一种，它与交流滤波器组（ACF）、MMC 配合，共同为 LCC 提供无功补偿。

电网换相换流器的两个直流端之间连接直流滤波器（DCF），电网换相换流器的直流负极端与模块化多电平换流器的直流正极端连接，连接点与

电网换相换流器的直流负极端之间和连接点与模块化多电平换流器的直流正极端之间均串接有开关，并且该接点通过开关（MRTB）接地。电网换相换流器的直流正极端为该混合直流输电系统的直流正极端，模块化多电平换流器的直流负极端为该混合直流输电系统的直流负极端，该混合直流输电系统的两个直流正负极线路上均串接有直流平波电抗器。

最基本的 LCC 是由半控型的晶闸管为基础构成的三相桥式电路，但是 LCC 可以是 6 个桥臂构成的 6 脉波换流器，也可以是由两个 6 脉波换流器组成的 12 脉波换流器，还可以是由多个 6 脉波换流器组成的多脉波换流器，如图 2 所示，给出了一种 LCC 的实施方式。也就是说，该 LCC 可以是一个最基本的三相桥式电路，也可以由多个三相桥式电路组合构成。

MMC 的拓扑结构如图 2 所示，该 MMC 由三相六桥臂构成，每个桥臂都由半桥拓扑子模块和全桥拓扑子模块以一比一的比例级联组成，同时每个桥臂均还串联有桥臂电抗器 L。在该 MMC 的交流侧，与 LCC 相同的交流电网系统依次通过换流变压器和软启电阻装置连接该 MMC 的三相桥式电路的交流侧。

该 MMC 中的半桥子模块和全桥子模块以全控型电力电子器件如 IGBT 为基础构成，其拓扑结构如图 3、图 4 所示。

该混合直流输电系统工作时，LCC 和 MMC 同时接入一个交流系统，形成了混合多馈入直流输电系统。系统运行时，可以充分利用 MMC 系统的有功无功功率独立调节能力，有效地调节交流母线电压，增加 LCC 系统的最大传输有功功率能力，降低 LCC 系统的暂态过电压，同时也可以减小 LCC 换流器换相失败可能。当直流侧出现故障时，LCC 系统可以通过调整触发相角来克服直流故障，MMC 系统可以通过对全桥子模块的控制，实现直流侧零电压控制，从而有效的克服直流故障。

当然，本发明的混合直流输电系统的拓扑结构并不局限于上述实施例，

例如通过合理的搭配交流滤波器组 (ACF), 同时配合 MMC 控制交流系统的无功功率, 从而取消无功功率补偿装置。

上述实施例中, 电网换相换流器的直流负极端与模块化多电平换流器的直流正极端连接并且接地, 电网换相换流器的直流正极端为该混合直流输电系统的直流正极端, 模块化多电平换流器的直流负极端为该混合直流输电系统的直流负极端; 作为其他的实施例, 可以交换 LCC 和 MMC 的位置, 电网换相换流器的直流正极端与模块化多电平换流器的直流负极端连接并且接地, 模块化多电平换流器的直流正极端为该混合直流输电系统的直流正极端, 电网换相换流器的直流负极端为该混合直流输电系统的直流负极端。

上述实施例中, MMC 包括半桥子模块和全桥子模块, 两者在每个桥臂中的比例为 1:1, 作为其他的实施例, 半桥子模块和全桥子模块的配置比例可以按照实际情况进行设置。而且还可以根据具体情况将全桥子模块更改为箝位双子模块。

15 实施例 2

本实施例与实施例 1 的区别在于: 本实施例中的 MMC 中, 每个桥臂至少有一个子模块为混合双子模块。如图 6 所示, 该混合双子模块包括 4 个 IGBT 模块: T1、T2、T3、T4 和 2 个电容: C1、C2, T1 的集电极连接 T4 的集电极, T2 的发射极连接 T3 的发射极, T1 的发射极连接 T2 的集电极, T4 的发射极通过电容 C2 连接 T3 的集电极, T1 和 T4 的连接点与 T2 和 T3 的连接点之间连接电容 C1, T1 和 T2 的连接点为该混合双子模块的一个端口, C2 和 T4 的连接点为该混合双子模块的另一个端口。混合双子模块内所有的 IGBT (T1、T2、T3、T4) 均反并联了续流二极管, T1、T2、T3、T4 的基极分别接受外部设备提供的控制信号。

25 混合双子模块有两种工作模式, 正常运行模式和闭锁模式。在正常运

行模式下, T1 和 T2 之间最多只能有一个 IGBT 导通, 为了防止电容 C1 短路, T1 和 T2 均不能同时导通; T3 和 T4 之间最多只能有一个 IGBT 导通。

混合双子模块在正常工作模式下, 有 4 种工作状态, 正常运行模式下的 4 种运行状态如图 7-1 至 7-4 所示, (1) 为当 T1、T3 导通时的电流流向,

- 5 (2) 为当 T1、T4 导通时的电流流向, (3) 为当 T2、T3 导通时的电流流向, (4) 为当 T2、T4 导通时的电流流向。如表 1 所示, 当 T1、T3 导通时, 端口输出电压为两个电容电压和; 当 T1、T4 导通时, 端口输出电压为零; 当 T2、T3 导通时, 端口输出电压为电容 C2 电压; 当 T2、T4 导通时, 端口输出电压为电容 C1 的反向电压, 即为输出负电压。电流方向不影响端口
- 10 输出电压。表 1 中, U_{sm} 表示子模块端口输出电压。

工作模式	T1	T2	T3	T4	U_{sm}
正常 运行 模式	1	0	1	0	$U_{c1}+U_{c2}$
	0	1	1	0	U_{c2}
	1	0	0	1	0
	0	1	0	1	$-U_{c1}$
闭锁($i_{sm}>0$)	0	0	0	0	$U_{c1}+U_{c2}$
闭锁($i_{sm}<0$)	0	0	0	0	$-U_{c1}$

表 1

- 由混合双子模块的正常工作模式可知, 该子模块能够输出 4 种电压, 分别为两倍电容电压、电容电压、零电压和负向电容电压。说明该子模块能够代替 2 个半桥子模块输出 2 倍电容电压的同时, 具备全桥子模块的负
- 15 电压特性, 能提高直流电压利用率, 提升系统容量。

混合双子模块在闭锁模式下, 有 2 种工作状态, 闭锁模式下的 2 种运行状态如图 8-1 和 8-2 所示。在闭锁状态下, 所有 IGBT 均处于关断状态。当流过正向电流 (电流方向由 A 至 B) 时, 端口输出电压为两个电容电压和; 当流过负向电流时, 端口输出电压为电容 C1 的负向电压, 即与电流反

向的电压。

混合双子模块内部的两个电容器，可以根据需要合理配置这两个电容电压为不同值。该方式下，能够有效扩展所属 MMC 的应用范围，例如合理配置子模块中的两个电容电压以实现该 MMC 提高调制度的同时具备
5 STATCOM 运行故障穿越能力。

还有就是，MMC 中的子模块可以全部是该混合双子模块，还可以是以下情况：MMC 中的桥臂由混合子模块与其他一种或者几种现有子模块（半桥子模块、全桥子模块、钳位双子模块）级联构成，那么，该 MMC 为混合式 MMC 换流器。该混合式 MMC 换流器按照实际情况进行拓展时具有广
10 泛的应用，如提高调制度的同时具备 STATCOM 运行故障穿越能力、节约系统硬件成本等。

上述实施例中，功率模块为 IGBT 模块，作为其他的实施例，功率模块该可以是其他的全控型器件。

以上给出了具体的实施方式，但本发明不局限于所描述的实施方式。
15 本发明的基本思路在于上述基本方案，对本领域普通技术人员而言，根据本发明的教导，设计出各种变形的模型、公式、参数并不需要花费创造性劳动。在不脱离本发明的原理和精神的情况下对实施方式进行的变化、修改、替换和变型仍落入本发明的保护范围内。

工业实用性

20 本发明实施例的技术方案，其不仅结构简单可靠，而且还能结合 LCC 和 MMC 的各自优点并克服各自缺点：利用 MMC 的有功无功独立调节能力来调节交流电压，从而增加 LCC 的最大传输有功功率能力并减小其换相失败的可能；而且 MMC 中可以根据实际需要接入各种类型的子模块，控制更加灵活多变，在直流侧发生故障时可以控制其直流端输出零电压，从而
25 克服普通 MMC 无法有效处理直流故障的缺点。

权利要求书

1、一种混合直流输电系统，该混合直流输电系统为双极结构，包括正极换流变压器和正极换流器、负极换流变压器和负极换流器，所述双极结构中，其中一极换流器为由模块化多电平换流器 MMC 子模块构成的 MMC 换流器，另一极为由至少一个电网换相换流器 LCC 构成的 LCC 换流器系统。

2、根据权利要求 1 所述的混合直流输电系统，其中，所述 MMC 中的每个桥臂由半桥子模块和全桥子模块级联构成；或者，由半桥子模块、全桥子模和混合双子模块级联构成。

3、根据权利要求 2 所述的混合直流输电系统，其中，所述混合双子模块包括 4 个功率模块：T1、T2、T3、T4 和 2 个电容：C1、C2；所述 T1 的阳极连接所述 T4 的阳极，所述 T2 的阴极连接 T3 的阴极，所述 T1 的阴极连接所述 T2 的阳极，所述 T4 的阴极通过所述电容 C2 连接所述 T3 的阳极，所述 T1 和 T4 的连接点与所述 T2 和 T3 的连接点之间连接所述电容 C1，所述 T1 和 T2 的连接点为所述混合双子模块的一个端口，所述 C2 和 T4 的连接点为所述混合双子模块的另一个端口。

4、根据权利要求 3 所述的混合直流输电系统，其中，所述功率模块为绝缘栅双极型晶体管 IGBT 模块，所述功率模块的阳极为 IGBT 模块的集电极，所述功率模块的阴极为 IGBT 模块的发射极。

5、根据权利要求 1 所述的混合直流输电系统，其中，所述混合直流输电系统还包括无功补偿装置，所述无功补偿装置连接交流电网。

6、根据权利要求 5 所述的混合直流输电系统，其中，所述无功补偿装置为以下的一种：并联电容器、并联电抗器、静止无功补偿装置和调相机。

7、根据权利要求 5 所述的混合直流输电系统，其中，所述混合直流输电系统还包括交流滤波装置，所述交流滤波装置连接交流电网。

8、根据权利要求 7 所述的混合直流输电系统，其中，所述交流滤波装

置由交流滤波器组构成。

9、根据权利要求 8 所述的混合直流输电系统，其中，所述无功补偿装置与交流滤波器组以及 MMC，为所述 LCC 提供无功补偿。

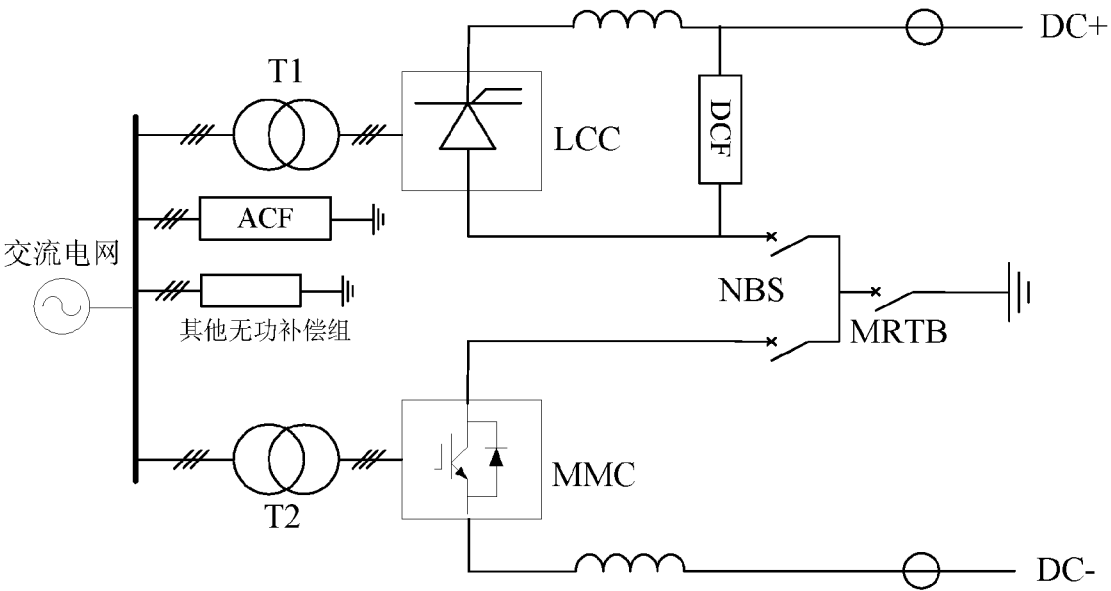


图 1

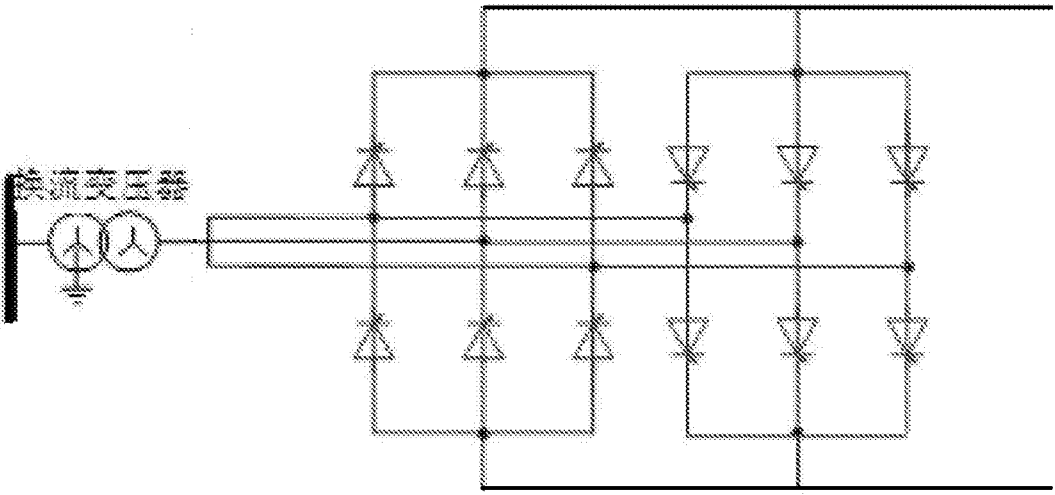


图 2

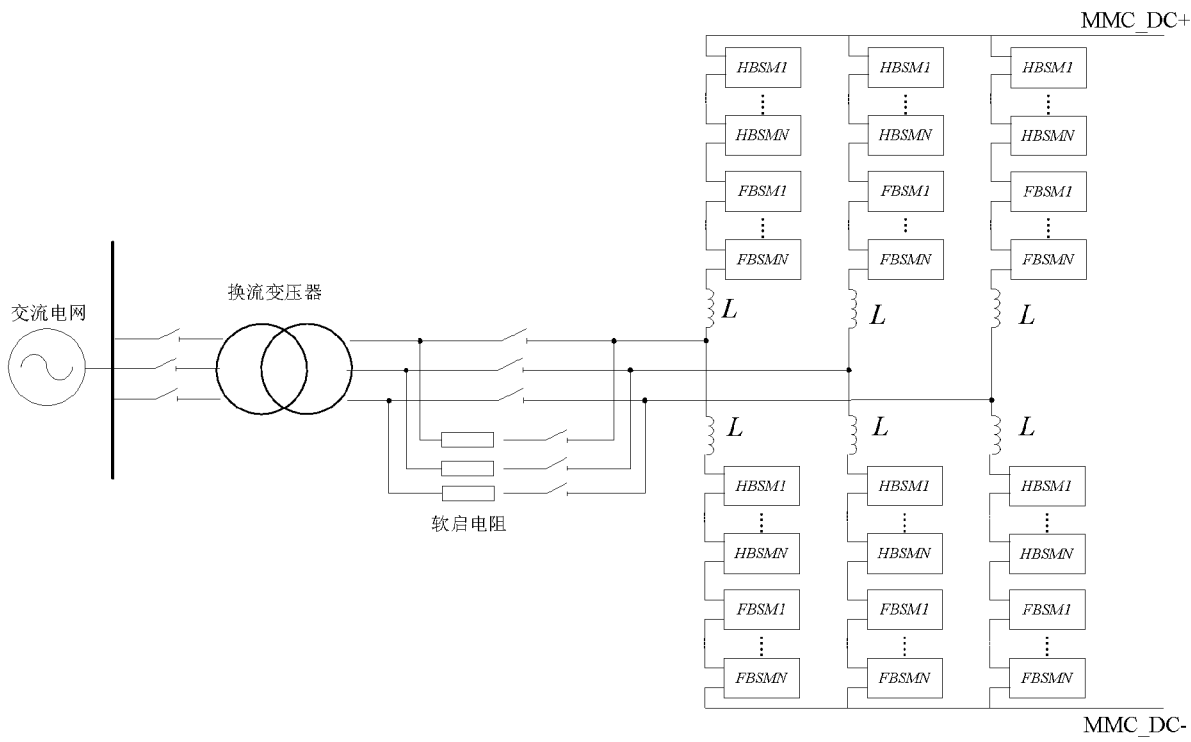


图 3

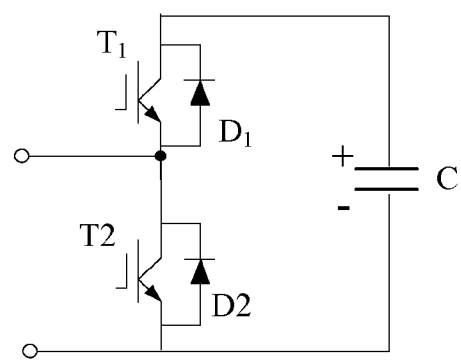


图 4

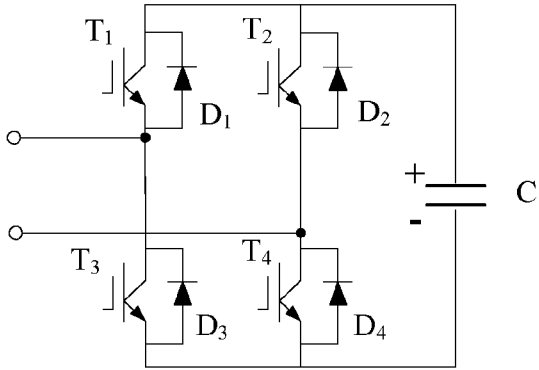


图 5

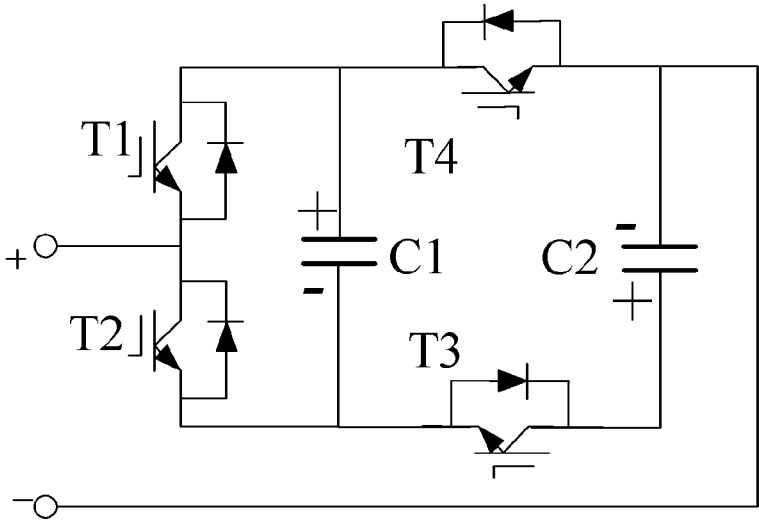


图 6

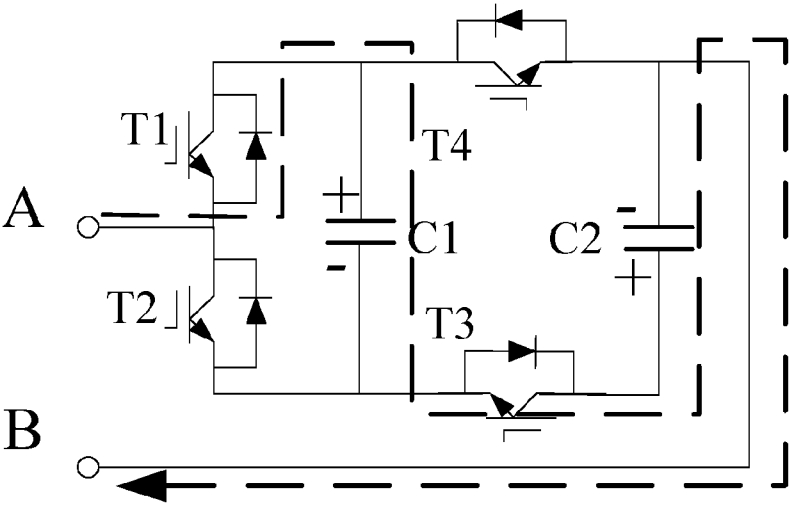


图 7-1

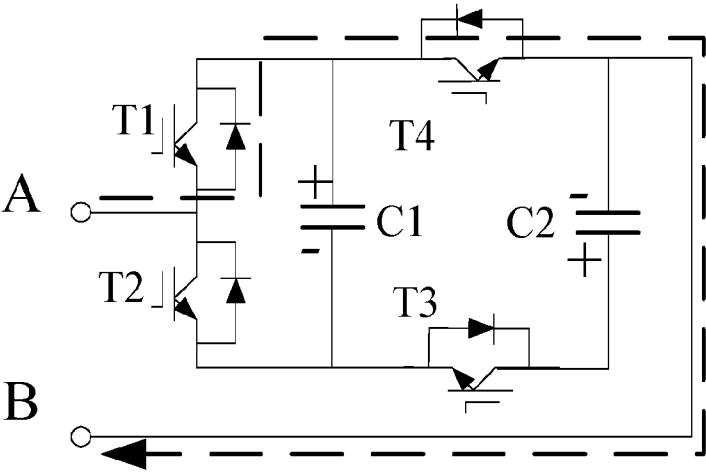


图 7-2

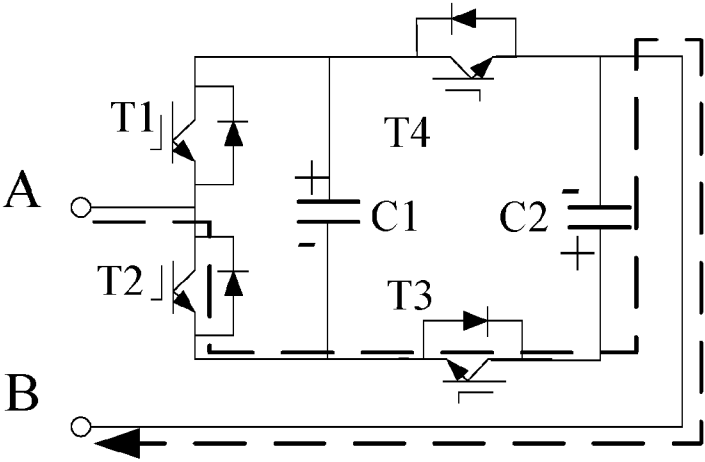


图 7-3

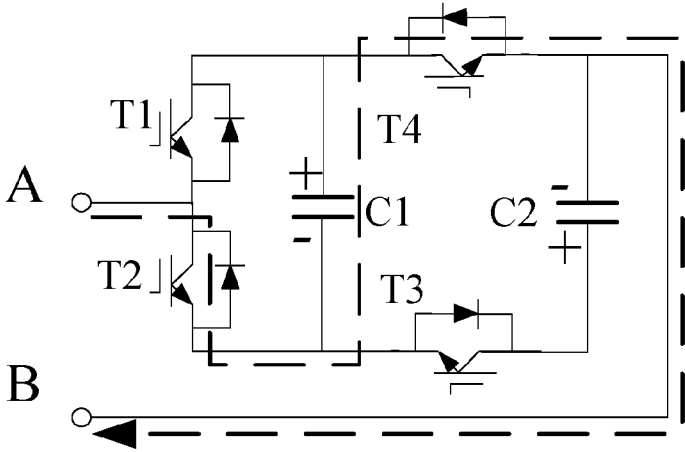


图 7-4

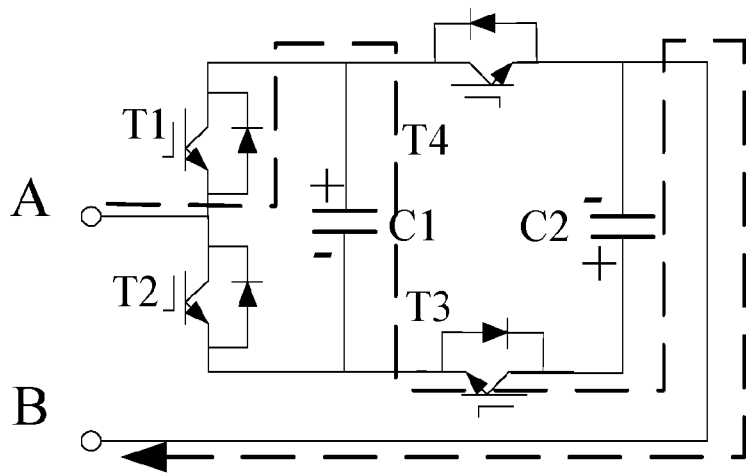


图 8-1

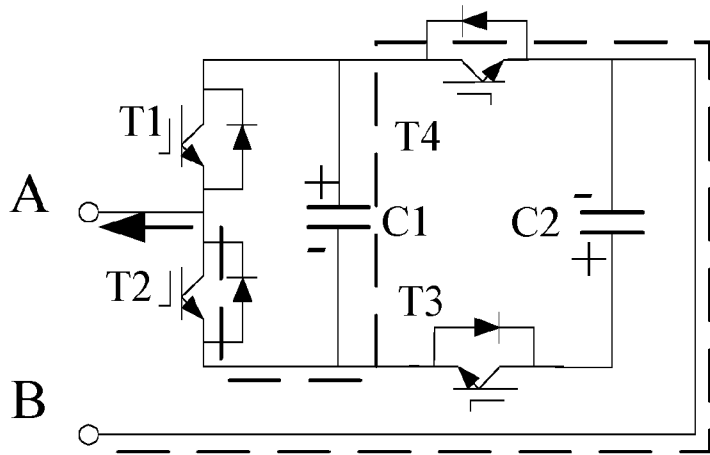


图 8-2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/085610

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J 3/36 (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)

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)

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: sub-module, double sub-module, hybrid double sub-module, direct current transmission, line commutation, voltage source, modularization, multilevel, MMC, VSC, LCC, HVDC, hybrid

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 104967141 A (XJ ELECTRIC CO., LTD. et al.), 07 October 2015 (07.10.2015), description, paragraphs [0028]-[0039], and figures 1-6	1-9
X	CN 104638665 A (NARI-RELAYS ELECTRIC CO., LTD. et al.), 20 May 2015 (20.05.2015), description, paragraphs [0025]-[0033], and figure 1	1-2, 5-9
A	CN 102738819 A (CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE), 17 October 2012 (17.10.2012), the whole document	1-9
A	CN 103337972 A (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY), 02 October 2013 (02.10.2013), the whole document	1-9
A	CN 104578130 A (NARI-RELAYS ELECTRIC CO., LTD. et al.), 29 April 2015 (29.04.2015), the whole document	1-9
A	WO 2012130296 A1 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.), 04 October 2012 (04.10.2012), the whole document	1-9
A	WO 2014131457 A1 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT), 04 September 2014 (04.09.2014), the whole document	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 30 July 2016 (30.07.2016)	Date of mailing of the international search report 01 September 2016 (01.09.2016)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer SHI, Wenqing Telephone No.: (86-10) 010-62413411

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2016/085610

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104967141 A	07 October 2015	None	
CN 104638665 A	20 May 2015	None	
CN 102738819 A	17 October 2012	CN 102738819 B	13 November 2013
CN 103337972 A	02 October 2013	CN 103337972 B	18 June 2014
		US 2015145252 A1	28 May 2015
		WO 2014187181 A1	27 November 2014
		EP 3001556 A1	30 March 2016
CN 104578130 A	29 April 2015	None	
WO 2012130296 A1	04 October 2012	EP 2707944 A1	19 March 2014
WO 2014131457 A1	04 September 2014	US 2016013653 A1	14 January 2016
		JP 2016510203 A	04 April 2016
		CN 105027409 A	04 November 2015
		EP 2941823 A1	11 November 2015
		KR 20150122763 A	02 November 2015

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2016/085610

A. 主题的分类

H02J 3/36(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)

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))

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: 子模块, 双子模块, 混合双子模块, 混合, 混和, 直流输电, 电网换相, 电压源, 模块化, 多电平, MMC, VSC, LCC, HVDC, hybrid

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 104967141 A (许继电气股份有限公司 等) 2015年 10月 7日 (2015 - 10 - 07) 说明书第[0028]-[0039]段、图1-6	1-9
X	CN 104638665 A (南京南瑞继保电气有限公司 等) 2015年 5月 20日 (2015 - 05 - 20) 说明书第[0025]-[0033]段、图1	1-2, 5-9
A	CN 102738819 A (中国电力科学研究院) 2012年 10月 17日 (2012 - 10 - 17) 全文	1-9
A	CN 103337972 A (华中科技大学) 2013年 10月 2日 (2013 - 10 - 02) 全文	1-9
A	CN 104578130 A (南京南瑞继保电气有限公司 等) 2015年 4月 29日 (2015 - 04 - 29) 全文	1-9
A	WO 2012130296 A1 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT 等) 2012年 10月 4日 (2012 - 10 - 04) 全文	1-9
A	WO 2014131457 A1 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 2014年 9月 4日 (2014 - 09 - 04) 全文	1-9

☐ 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

2016年 7月 30日

国际检索报告邮寄日期

2016年 9月 1日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

史文庆

传真号 (86-10)62019451

电话号码 (86-10)010-62413411

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/085610

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	104967141	A	2015年 10月 7日	无			
CN	104638665	A	2015年 5月 20日	无			
CN	102738819	A	2012年 10月 17日	CN	102738819	B	2013年 11月 13日
CN	103337972	A	2013年 10月 2日	CN	103337972	B	2014年 6月 18日
				US	2015145252	A1	2015年 5月 28日
				WO	2014187181	A1	2014年 11月 27日
				EP	3001556	A1	2016年 3月 30日
CN	104578130	A	2015年 4月 29日	无			
WO	2012130296	A1	2012年 10月 4日	EP	2707944	A1	2014年 3月 19日
WO	2014131457	A1	2014年 9月 4日	US	2016013653	A1	2016年 1月 14日
				JP	2016510203	A	2016年 4月 4日
				CN	105027409	A	2015年 11月 4日
				EP	2941823	A1	2015年 11月 11日
				KR	20150122763	A	2015年 11月 2日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)