



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108736506 B

(45) 授权公告日 2023. 12. 01

(21) 申请号 201810875745.0
 (22) 申请日 2018.08.02
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 108736506 A
 (43) 申请公布日 2018.11.02
 (73) 专利权人 南方电网科学研究院有限责任公司
 地址 510670 广东省广州市黄埔区科学城科翔路11号
 (72) 发明人 侯婷 许树楷 周月宾 赵晓斌 卢毓欣 魏伟
 (74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202
 专利代理师 麦小婵 郝传鑫
 (51) Int. Cl.
 H02J 3/36 (2006.01)

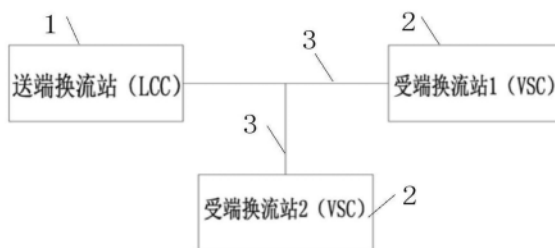
(56) 对比文件
 CN 102969732 A, 2013.03.13
 CN 103107549 A, 2013.05.15
 CN 103595064 A, 2014.02.19
 CN 103701145 A, 2014.04.02
 CN 104471815 A, 2015.03.25
 CN 105098812 A, 2015.11.25
 CN 105162155 A, 2015.12.16
 CN 105262125 A, 2016.01.20
 CN 105514957 A, 2016.04.20
 CN 203166540 U, 2013.08.28
 CN 203553960 U, 2014.04.16
 WO 2014071598 A1, 2014.05.15
 陈凌云;程改红;邵冲;康义;潘旭东;张哲任;徐政.LCC-MMC型三端混合直流输电系统控制策略研究.高压电器.2018,(第07期),全文.

审查员 周飞

权利要求书2页 说明书5页 附图7页

(54) 发明名称
 一种高压直流输电系统

(57) 摘要
 本发明公开了一种高压直流输电系统,包括:一个送端整流换流站、两个受端逆变换流站及两个为双极线路结构的直流线路;所述送端整流换流站及两个所述受端逆变换流站均采用对称双极结构;所述两个受端逆变换流站与所述两条直流线路一一对应,并通过所述两条直流线路并联于所述送端整流换流站的出线端;所述送端整流换流站包括送端换流变压器及LCC换流器,所述受端逆变换流站包括VSC换流器及受端换流变压器。该高压直流输电系统结合了LCC-HVDC和VSC-HVDC的优点,可实现经济、可靠的输电。



1. 一种高压直流输电系统,其特征在于,包括:一个送端整流换流站、两个受端逆变换流站及两个为双极线路结构的直流线路;

所述送端整流换流站及两个所述受端逆变换流站均采用对称双极结构;所述两个受端逆变换流站与两条直流线路一一对应,并通过所述两条直流线路并联于所述送端整流换流站的出线端;

所述送端整流换流站包括至少两个用于对高压交流电进行变压处理的送端换流变压器及N个用于将变压处理后的交流电转换成直流电的LCC换流器; $N \geq 2$ 且为2的倍数;

所述受端逆变换流站包括两个用于将直流电转换为交流电的VSC换流器及多个用于将转换后的交流电进行变压处理的受端换流变压器;

每个所述LCC换流器的正负极均连接有对应的送端换流变压器,所述N个LCC换流器依次连接,所述N个LCC换流器中的中间两个LCC换流器通过送端整流换流站的接地极线接地,所述N个LCC换流器通过对应的直流线路与所述两个受端逆变换流站的所述两个VSC换流器对应连接;每一受端逆变换流站的所述两个VSC换流器相互连接且两者通过该受端逆变换流站的接地极线接地,且所述两个VSC换流器与对应的受端换流变压器连接;

所述LCC换流器为由半控型功率半导体组成的十二脉动桥式换流器,且每个所述十二脉动桥式换流器由两个六脉动桥式换流器串联构成;

所述VSC换流器采用全桥子模块拓扑或采用全桥子模块拓扑和半桥子模块拓扑混合的模块化多电平换流器;

所述半控型功率半导体为晶闸管;

所述全桥子模块拓扑为由可关断的全控型功率半导体以及直流电容组成且为可输出正电平、负电平和零电平的拓扑结构,所述半桥子模块拓扑为由可关断的全控型功率半导体以及直流电容组成且为可输出正电平和零电平的拓扑结构;

所述两个受端逆变换流站的每一极线的出线端均通过一直流高速开关与对应的直流线路的直流极线连接。

2. 根据权利要求1所述的高压直流输电系统,其特征在于,所述N为4,则所述VSC换流器由两个模块化多电平换流器串联构成;

所述N为2,则所述VSC换流器由一个模块化多电平换流器构成。

3. 根据权利要求1所述的高压直流输电系统,其特征在于,所述可关断的全控型功率半导体为绝缘栅双极型晶体管、集成门极换流晶闸管、可关断晶闸管、电力场效应管、电子注入增强栅晶体管、门极换流晶闸管和碳化硅增强型结型场效应晶体管中的一种。

4. 根据权利要求1至3任一项所述的高压直流输电系统,其特征在于,所述两个受端逆变换流站的接地极线与极线之间分别设置有一金属回路转换开关和一大地回路转换开关,用以将直流电流从单极大地回线转换到单极金属回线或从单极金属回线转换到单极大地回线。

5. 根据权利要求4所述的高压直流输电系统,其特征在于,所述两个受端逆变换流站的中性母线中设置有一直流电抗器及一中性母线开关,所述送端整流换流站的中性母线中分别设置有一平波电抗器及一中性母线开关。

6. 根据权利要求1至3任一项所述的高压直流输电系统,其特征在于,所述送端整流换流站的每一极线均串联有一平波电抗器,所述两个受端逆变换流站的每一极线均串联有一

直流电抗器。

7. 根据权利要求1至3任一项所述的高压直流输电系统,其特征在于,所述送端整流换流站的极线设置有一直流滤波器;

所述送端整流换流站还设置有一交流滤波器。

一种高压直流输电系统

技术领域

[0001] 本发明涉及高压输电技术领域,尤其是涉及一种高压直流输电系统。

背景技术

[0002] 随着社会发展,对电力的需求越来越大,如何实现更加经济、可靠的输电越来越受到广泛关注。

[0003] 目前国内外已投运的直流工程一般为基于电网换相技术的传统直流输电系统(LCC-HVDC),具有输送容量大、造价低等优势,但是LCC-HVDC存在逆变站易换相失败、无法对弱交流系统供电、运行中消耗大量无功功率等缺陷。

[0004] 另外有些是基于电压源型换流器的柔性直流输电系统(VSC-HVDC),由于其具有可独立快速控制有功和无功功率、不存在换相失败问题、可为无源孤岛供电等优点,越来越受到学术界与工业界的青睐,然而VSC-HVDC存在成本较高,且损耗相对较高等缺陷。

发明内容

[0005] 针对上述问题,本发明的目的在于提供一种高压直流输电系统,其结合了LCC-HVDC和VSC-HVDC的优点,可实现经济、可靠的输电。

[0006] 为了实现上述目的,本发明实施例提供了一种高压直流输电系统,包括:一个送端整流换流站、两个受端逆变换流站及两个为双极线路结构的直流线路;

[0007] 所述送端整流换流站及两个所述受端逆变换流站均采用对称双极结构;所述两个受端逆变换流站与所述两条直流线路一一对应,并通过所述两条直流线路并联于所述送端整流换流站的出线端;

[0008] 所述送端整流换流站包括至少两个用于对高压交流电进行变压处理的送端换流变压器及N个用于将变压处理后的交流电转换成直流电的LCC换流器; $N \geq 2$ 且为2的倍数;

[0009] 所述受端逆变换流站包括两个用于将直流电转换为交流电的VSC换流器及多个用于将转换后的交流电进行变压处理的受端换流变压器;

[0010] 每个所述LCC换流器的正负极均连接有对应的送端换流变压器,所述N个LCC换流器依次连接,所述N个LCC换流器中的中间两个LCC换流器通过送端整流换流站的接地极线接地,所述N个LCC换流器通过对应的直流线路与所述两个受端逆变换流站的所述两个VSC换流器对应连接;每一受端逆变换流站的所述两个VSC换流器相互连接且两者通过该受端逆变换流站的接地极线接地,且所述两个VSC换流器与对应的受端换流变压器连接。

[0011] 作为上述方案的改进,所述N为4,则所述VSC换流器由两个模块化多电平换流器串联构成;

[0012] 所述N为2,则所述VSC换流器由一个模块化多电平换流器构成。

[0013] 作为上述方案的改进,所述LCC换流器为由半控型功率半导体组成的十二脉动桥式换流器,且每个所述十二脉动桥式换流器由两个六脉动桥式换流器串联构成;

[0014] 所述VSC换流器采用全桥子模块拓扑或采用全桥子模块拓扑和半桥子模块拓扑混

合的模块化多电平换流器。

[0015] 作为上述方案的改进,所述半控型功率半导体为晶闸管;

[0016] 所述全桥子模块拓扑为由可关断的全控型功率半导体以及直流电容组成且为可输出正电平、负电平和零电平的拓扑结构,所述半桥子模块拓扑为由可关断的全控型功率半导体以及直流电容组成且为可输出正电平和零电平的拓扑结构。

[0017] 作为上述方案的改进,所述可关断的全控型功率半导体为绝缘栅双极型晶体管、集成门极换流晶闸管、可关断晶闸管、电力场效应管、电子注入增强栅晶体管、门极换流晶闸管和碳化硅增强型结型场效应晶体管中的一种。

[0018] 作为上述方案的改进,所述两个受端逆变换流站的每一极线出线端均通过一直流高速开关与对应的直流线路的直流极线连接。

[0019] 作为上述方案的改进,所述两个受端逆变换流站的接地极线与极线之间分别设置有一金属回路转换开关和一大地回路转换开关,用以将直流电流从单极大地回线转换到单极金属回线或从单极金属回线转换到单极大地回线。

[0020] 作为上述方案的改进,所述两个受端逆变换流站的中性母线中设置有一直流电抗器及一中性母线开关,所述送端整流换流站的中性母线中分别设置有一平波电抗器及一中性母线开关。

[0021] 作为上述方案的改进,所述送端整流换流站的每一极线均串联有一平波电抗器,所述两个受端逆变换流站的每一极线均串联有一直流电抗器。

[0022] 作为上述方案的改进,所述送端整流换流站的极线设置有一直流滤波器;

[0023] 所述送端整流换流站还设置有一交流滤波器。

[0024] 本发明实施例提供的所述高压直流输电系统,是在两端直流输电系统的基础上,再并联上一个受端逆变换流站,从而实现一送端给两个受端输电,这样该系统可以将送端大量电力同时传输到多个负荷中心,节省线路走廊,降低建设成本;此外,由于该系统的送端整流换流站包括送端换流变压器和LCC换流器,受端逆变换流站包括VSC换流器和受端换流变压器,这样该系统结合了LCC-HVDC输电系统和VSC-HVDC输电系统的优点,可实现经济、可靠的输电。

附图说明

[0025] 为了更清楚地说明本发明的技术方案,下面将对实施方式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方式,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。

[0026] 图1是本发明实施例提供的一种高压直流输电系统的简化示意图;

[0027] 图2是本发明实施例提供的第一种高压直流输电系统的结构示意图;

[0028] 图3是本发明实施例提供的第二种高压直流输电系统的结构示意图;

[0029] 图4是本发明实施例提供的第三种高压直流输电系统的结构示意图;

[0030] 图5是本发明实施例提供的第四种高压直流输电系统的结构示意图;

[0031] 图6是本发明实施例提供的第五种高压直流输电系统的结构示意图;

[0032] 图7是模块化多电平换流器的结构示意图;

[0033] 图8是全桥子模块的结构示意图;

[0034] 图9是半桥子模块的结构示意图。

[0035] 附图标注说明:1.送端整流换流站;10.送端换流变压器;11.LCC换流器;12.直流滤波器;13.交流滤波器;2.受端逆变换流站;20.VSC换流器;200.模块化多电平换流器;21.受端换流变压器;22.直流高速开关;23.金属回路转换开关;24.大地回路转换开关;3.直流线路;4.平波电抗器;5.中性母线开关;6.直流电抗器。

具体实施方式

[0036] 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,所描述的实施例仅仅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。

[0037] 参见图1至图6,本发明实施例提供了一种高压直流输电系统,包括:一个送端整流换流站1、两个受端逆变换流站2及两个为双极线路结构的直流线路3;所述送端整流换流站1及两个所述受端逆变换流站2均采用对称双极结构;所述两个受端逆变换流站2与所述两条直流线路3一一对应,并通过所述两条直流线路3并联于所述送端整流换流站1的出线端;所述送端整流换流站1包括至少两个用于对高压交流电进行变压处理的送端换流变压器10及N个用于将变压处理后的交流电转换成直流电的LCC换流器11; $N \geq 2$ 且为2的倍数;所述受端逆变换流站2包括两个用于将直流电转换为交流电的VSC换流器20及多个用于将转换后的交流电进行变压处理的受端换流变压器21;每个所述LCC换流器11的正负极均连接有对应的送端换流变压器10,所述N个LCC换流器11依次连接,所述N个LCC换流器11中的中间两个LCC换流器11通过送端整流换流站1的接地极线接地,所述N个LCC换流器11通过对应的直流线路3与所述两个受端逆变换流站2的所述两个VSC换流器20对应连接;每一受端逆变换流站2的所述两个VSC换流器20相互连接且两者通过该受端逆变换流站2的接地极线接地,且所述两个VSC换流器20与对应的受端换流变压器21连接。

[0038] 在本实施例中,所述高压直流输电系统是在两端直流输电系统的基础上,再并联上一个受端逆变换流站2,从而实现一送端给两个受端输电,这样该系统可以将送端大量电力同时传输到多个负荷中心,节省线路走廊,降低建设成本;此外,由于该系统的送端整流换流站1包括送端换流变压器10和LCC换流器11,受端逆变换流站2包括VSC换流器20和受端换流变压器21,这样该系统结合了LCC-HVDC输电系统和VSC-HVDC输电系统的优点,可实现经济、可靠的输电。

[0039] 在上述实施例中,参见图2至图4,所述N为4,则所述VSC换流器20由两个模块化多电平换流器200串联构成;参见图5至图6,所述N为2,则所述VSC换流器20由一个模块化多电平换流器200构成。

[0040] 在上述实施例中,所述LCC换流器11为由半控型功率半导体组成的十二脉动桥式换流器,且每个所述十二脉动桥式换流器由两个六脉动桥式换流器串联构成;参见图7至图9,所述VSC换流器20采用全桥子模块拓扑或采用全桥子模块拓扑和半桥子模块拓扑混合的模块化多电平换流器200。

[0041] 在上述实施例中,所述半控型功率半导体为晶闸管;参见图8,所述全桥子模块拓扑为由可关断的全控型功率半导体以及直流电容组成且为可输出正电平、负电平和零电平

的拓扑结构;参见图9,所述半桥子模块拓扑为由可关断的全控型功率半导体以及直流电容组成且为可输出正电平和零电平的拓扑结构。

[0042] 在上述实施例中,所述可关断的全控型功率半导体为绝缘栅双极型晶体管、集成门极换流晶闸管、可关断晶闸管、电力场效应管、电子注入增强栅晶体管、门极换流晶闸管和碳化硅增强型结型场效应晶体管中的一种。

[0043] 在上述实施例中,参见图2至图6,所述两个受端逆变换流站2的每一极线的出线端均通过一直流高速开关22与对应的直流线路3的直流极线连接。通过所述两个受端逆变换流站2的每一直流极线的出线上设置所述直流高速开关22,可实现第三站在线投退及直流线路3故障隔离,不影响其他两个换流站运行,提高整个直流输电系统的可靠性和可用率。

[0044] 在上述实施例中,参见图2至图6,所述两个受端逆变换流站2的接地极线与极线之间分别设置有一金属回路转换开关23和一大地回路转换开关24,用以将直流电流从单极大地回线转换到单极金属回线或从单极金属回线转换到单极大地回线,在大地回路转换开关24与金属回路转换开关23两者的配合下,这样在高压直流运行方式下,可以不用停运就可以进行金属回线与单极大地回线两种运行方式间相互转换。

[0045] 在上述实施例中,参见图2至图6,所述两个受端逆变换流站2的中性母线中分别设置有一直流电抗器6及一中性母线开关5,所述两个受端逆变换流站2依次通过所述直流电抗器6、所述中性母线开关5及所述金属回路转换开关23接地;所述送端整流换流站1的中性母线中分别设置有一平波电抗器4及一中性母线开关5,所述送端整流换流站1依次通过所述平波电抗器4及所述中性母线开关5接地。其中,设置所述中性母线开关5的目的在于:当任一换流站的单极计划停运时,该换流站的中性母线开关5在无电流情况下分闸,将该极设备与该换流站的另一个极隔离。而设置平波电抗器4与直流电抗器6的目的在于:用来限制电网电压突变和操作过电压引起的电流冲击,平滑电源电压中包含的尖峰脉冲,或平滑桥式整流电路换相时产生的电压缺陷,有效地保护变频器和改善功率因数,它既能阻止来自电网的干扰,又能减少整流单元产生的谐波电流对电网的污染。

[0046] 在上述实施例中,参见图2至图6,所述送端整流换流站1的每一极线均串联有一平波电抗器4,所述两个受端逆变换流站2的每一极线均串联有一直流电抗器6。

[0047] 在上述实施例中,参见图2至图6,所述送端整流换流站1的极线设置一直流滤波器12,所述送端整流换流站1还连接有一交流滤波器13,这样可以对送端整流换流站1的电流进行有效滤波。

[0048] 本上述实施例中,参见图2至图6,根据容量需求送端的LCC换流器11及受端的VSC换流器20可采用三绕组或双绕组的换流变压器(即送端换流变压器10)/柔直变压器(即受端换流变压器21)与对应的交流系统连接。

[0049] 综上所述,本发明实施例提供的所述高压直流输电系统,适用于高压大功率传输、受端多个落点的系统,具有高压大容量LCC-HVDC的技术成熟、建设成本低及节省线路走廊等优点,同时也具有VSC-HVDC无换相失败问题等优点,并且可实现第三站在线投退及直流线路3故障隔离,不影响其他两个换流站运行,提高整个混合三端直流系统的可靠性和可用率。

[0050] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本领域技术的技术人员在本发明公开的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应

涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

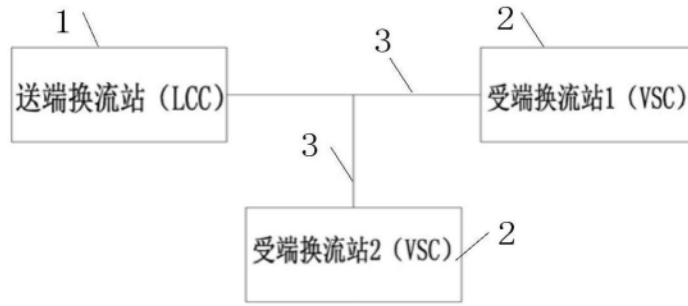


图1

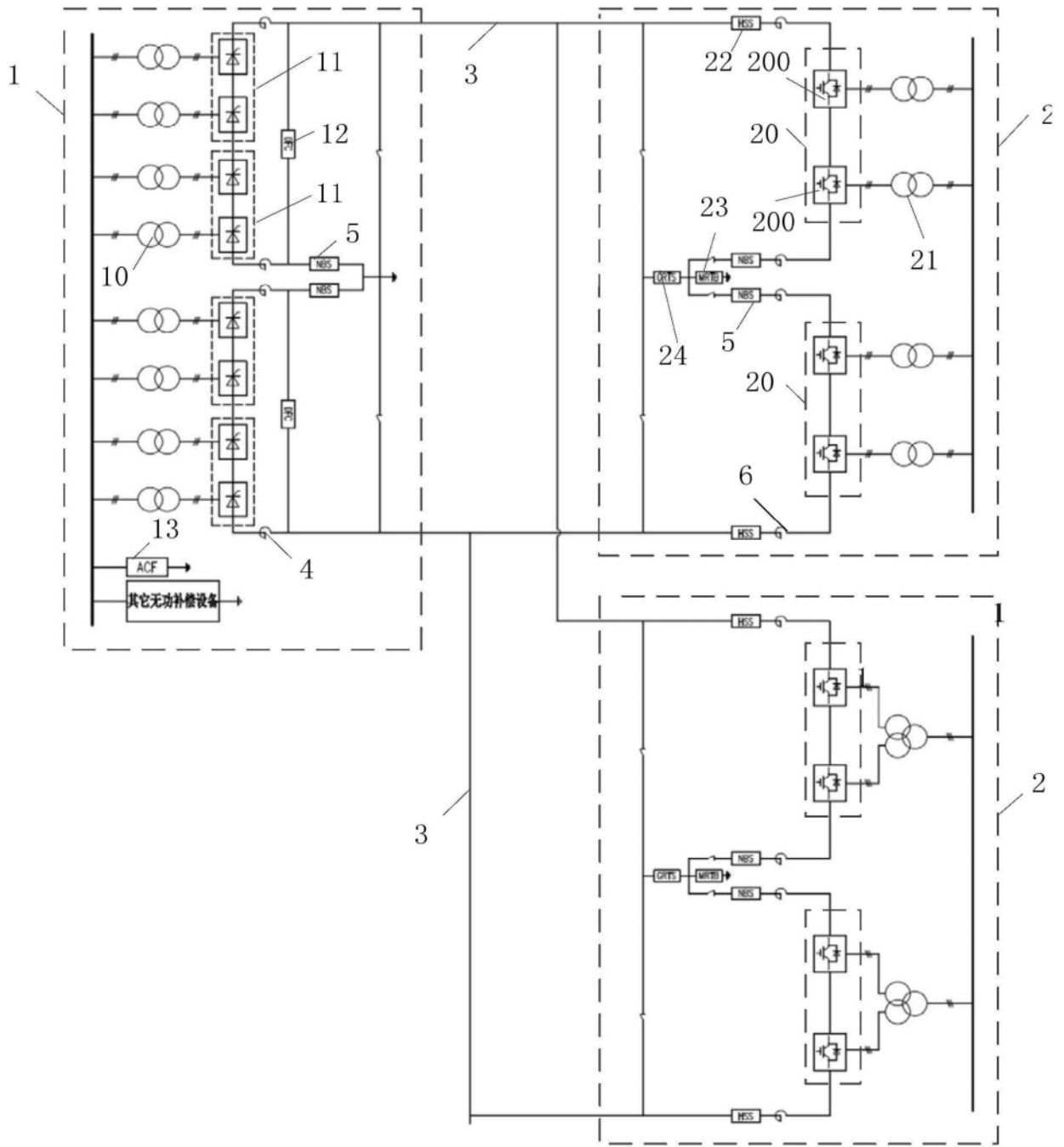


图2

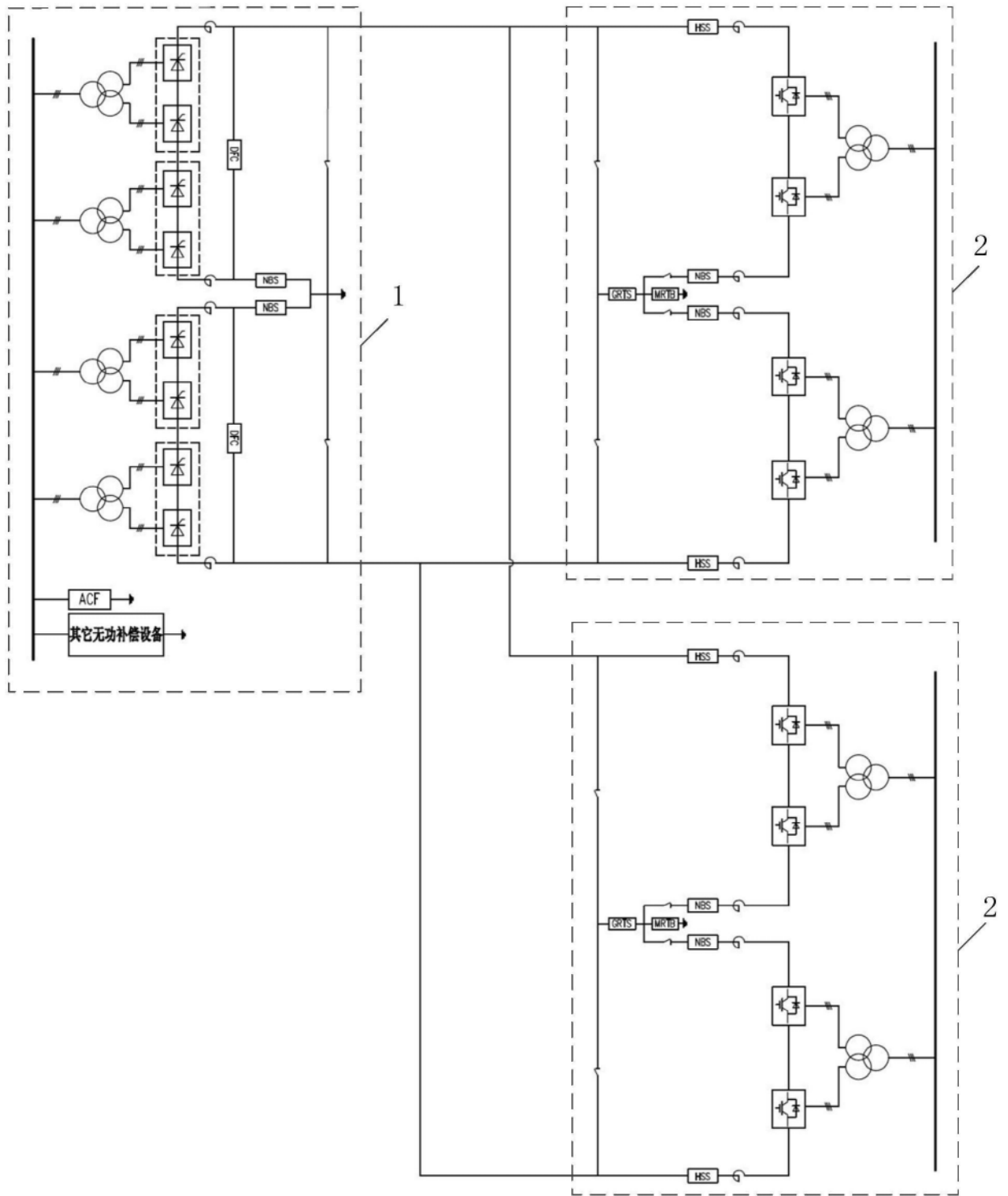


图3

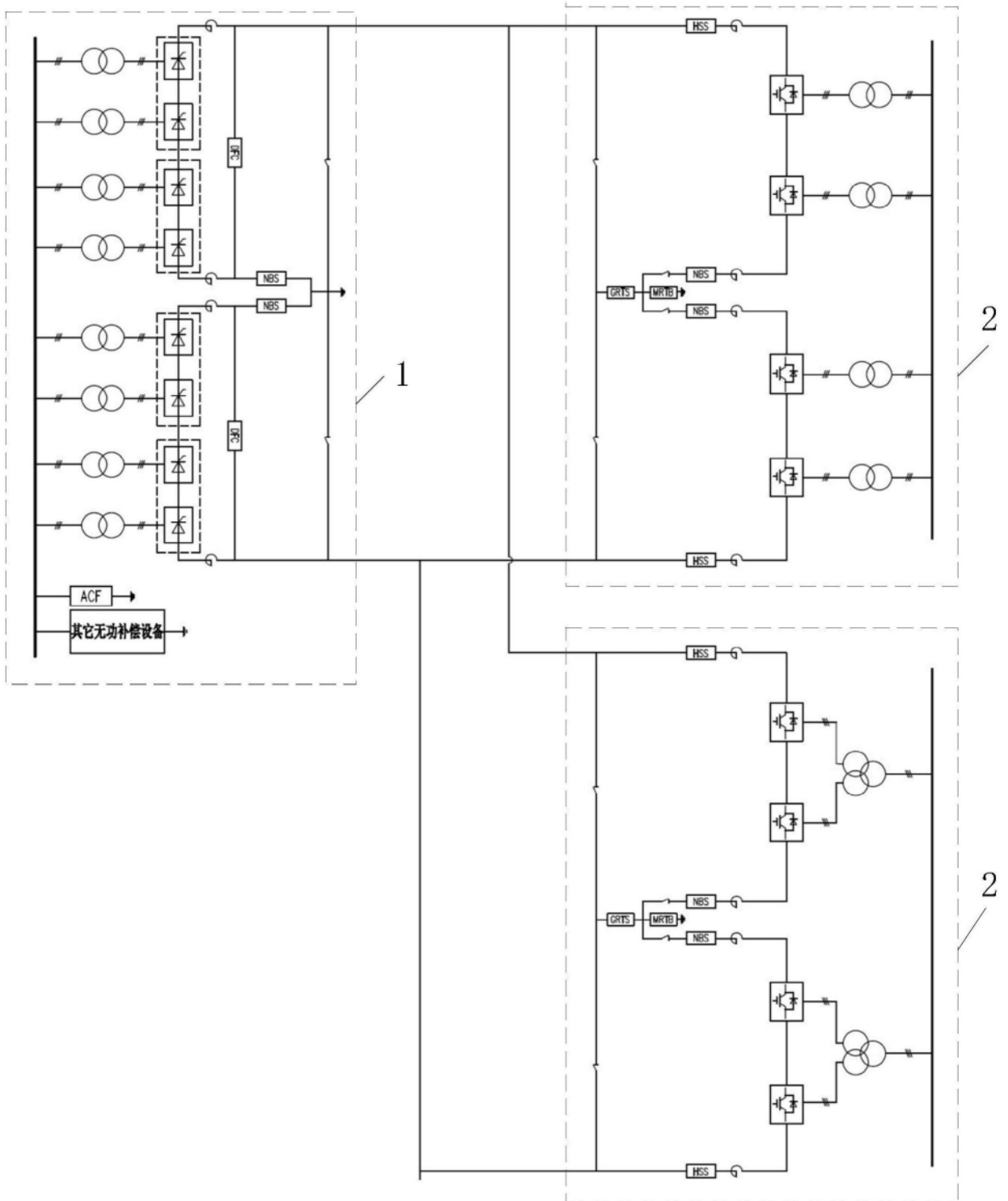


图4

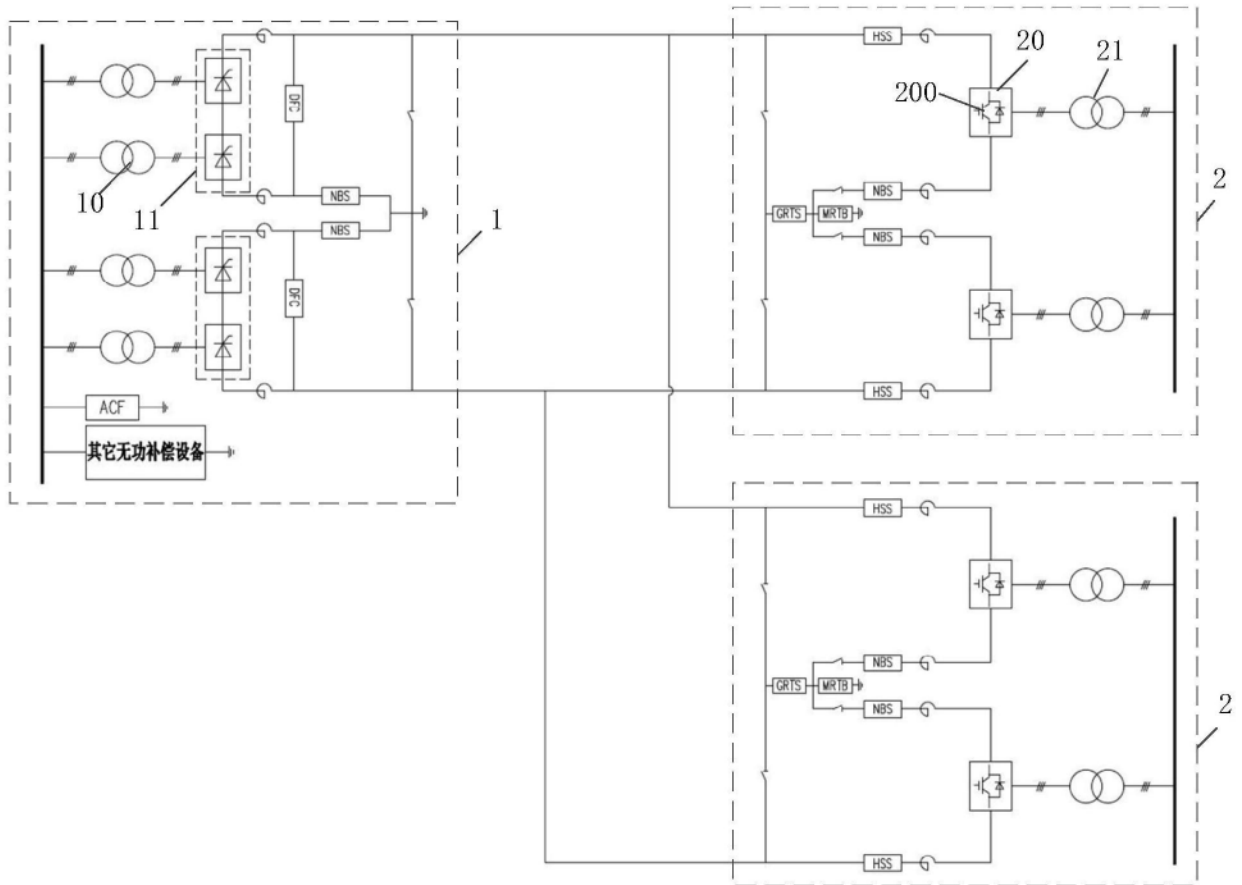


图5

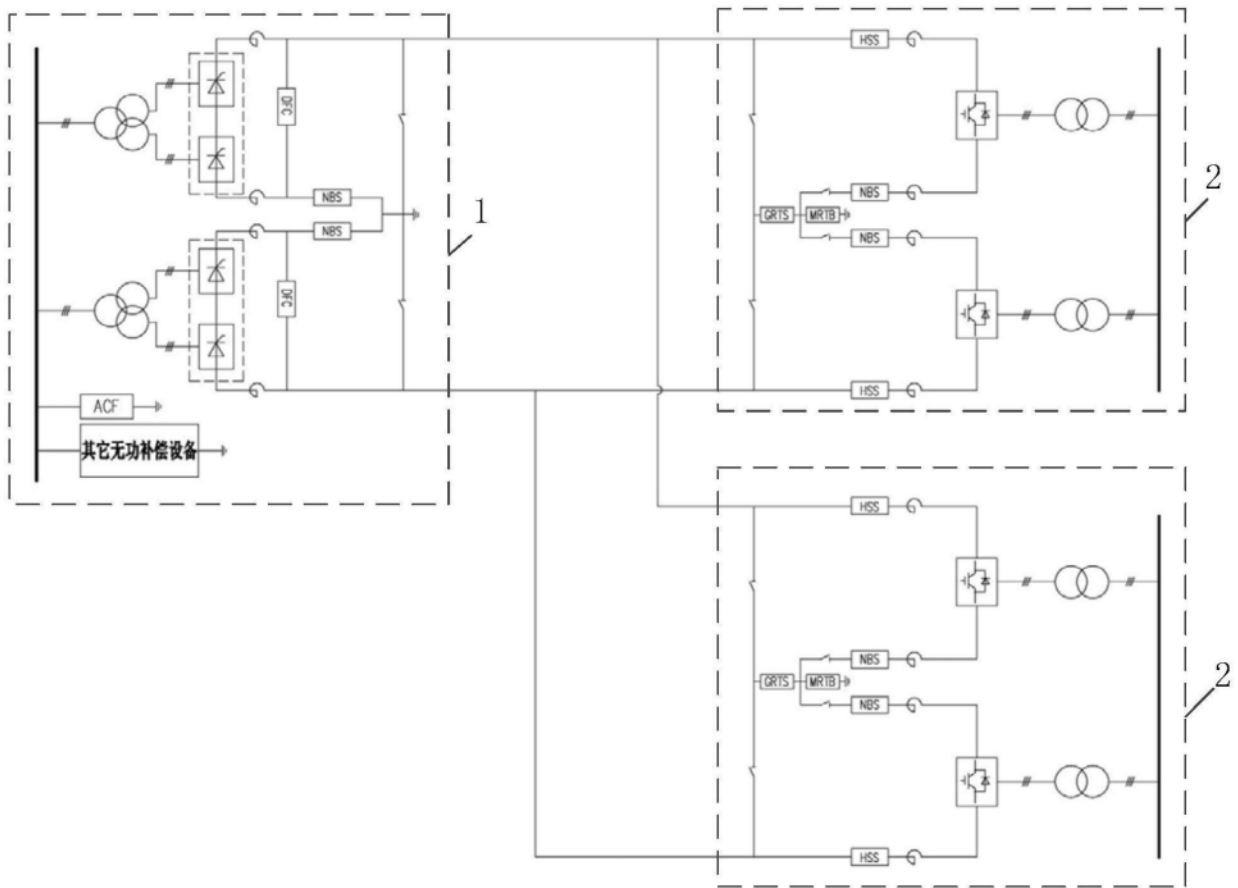


图6

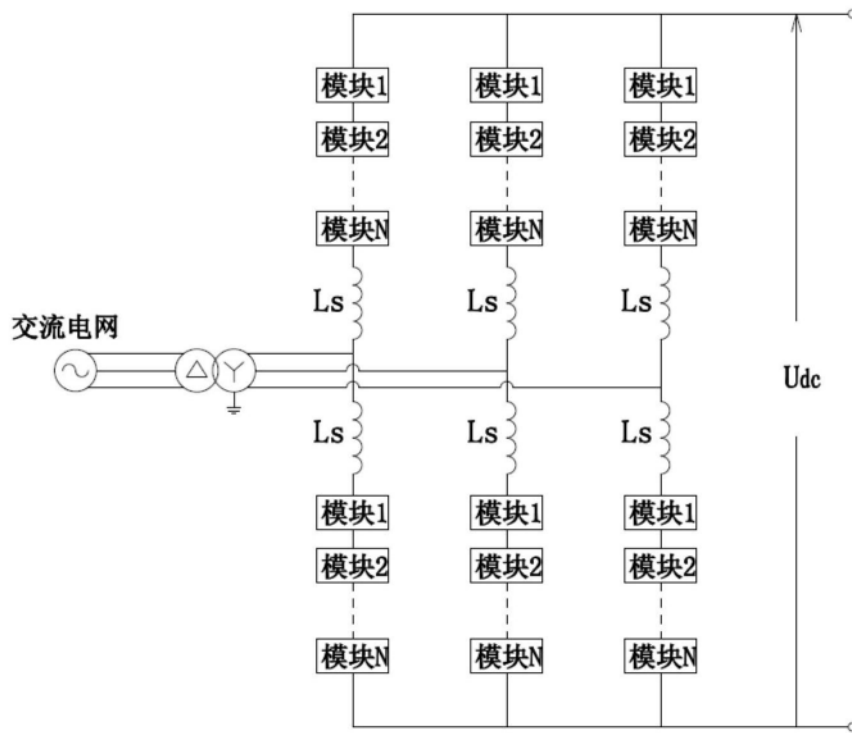


图7

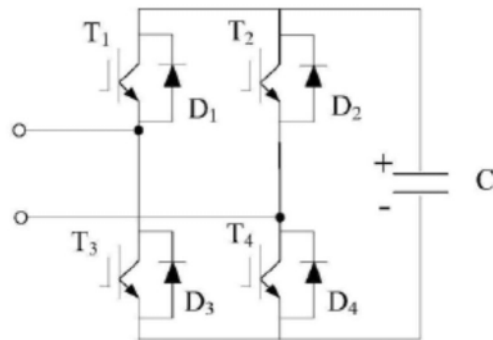


图8

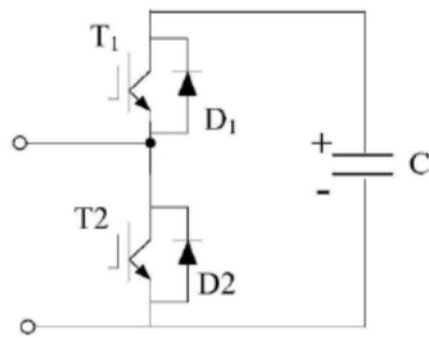


图9