



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111640602 A

(43)申请公布日 2020.09.08

(21)申请号 202010372484.8

H02H 7/26(2006.01)

(22)申请日 2020.05.06

H02J 1/00(2006.01)

(71)申请人 许继集团有限公司

地址 461000 河南省许昌市许继大道1298号

申请人 许继电气股份有限公司
许昌许继软件技术有限公司

(72)发明人 吴小钊 张杰 纪江辉 张玉婵
姜亚军 白维正 张文凯 李俊豪
王金雷

(74)专利代理机构 北京中政联科专利代理事务
所(普通合伙) 11489

代理人 陈超

(51)Int.Cl.

H01H 9/54(2006.01)

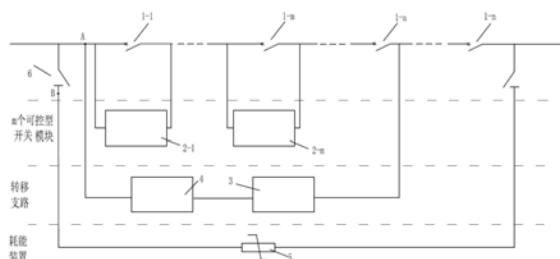
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

转移支路振荡电流可控的多断口直流开关
设备及控制方法

(57)摘要

本发明涉及一种转移支路振荡电流可控的多断口直流开关设备及控制方法。其主通流支路包括多个机械开关,串联在电力系统的输配电回路中;可控支路由一个或多个可控型开关模块组成,分别与一个或多个机械开关并联;转移支路包括储能模块和储能辅助模块,转移支路与主通流支路所有带可控型开关模块的机械开关均构成并联关系;耗能装置包括避雷器,通过双侧串联的开关与所有机械开关均构成并联关系。直流开关设备有足够的通断能力且能带负荷快速动作,可作为断路器或负荷开关应用于单极性、双极性和同极性的高压直流输电线路或中、低压直流配电线路中,起到控制保护及隔离故障的作用,具备体积小、经济性好、通用度高和分断速度快的优势。



1. 一种转移支路振荡电流可控的多断口直流开关设备, 其特征在于, 包括, 主控支路、可控型开关模块, 转移支路、耗能支路、第一侧开关 (6) 和第二侧开关 (7);

所述主控支路包括第一至第 n 个机械开关, 依次串联在在电力系统的输配电回路中; $n \geq 1$;

所述可控型开关模块包括第一至 m 个可控型开关模块, 每一个可控型开关模块可以和任意单个或相邻的多个机械开关构成并联关系, 且共有 k 个机械开关与之构成并联关系; $0 < m \leq k \leq n$;

所述转移支路通过与第一至第 a 个机械开关的串联结构并联, $k \leq a \leq n$;

所述耗能支路两端分别在第一侧开关 (6) 和第二侧开关 (7) 的控制下, 连接至第一至第 n 个机械开关的串联结构的两端。

2. 根据权利要求1所述的转移支路振荡电流可控的多断口直流开关设备, 其特征在于, 所述转移支路包括串联的储能模块 (3) 和储能辅助模块 (4); 储能模块 (3) 为电容或者包括: 电阻器、放电控制开关和电容元件, 电阻器与放电控制开关串联后与电容元件并联; 所述储能辅助模块 (4) 为限流元件。

3. 根据权利要求1或2所述的转移支路振荡电流可控的多断口直流开关设备, 其特征在于, 所述耗能支路为避雷器 (5)。

4. 根据权利要求1或2所述的转移支路振荡电流可控的多断口直流开关设备, 其特征在于, 所述转移支路通过第一侧开关 (6) 控制并联至第一至第 a 个机械开关的串联结构。

5. 根据权利要求1或2所述的转移支路振荡电流可控的多断口直流开关设备, 其特征在于, 所述可控型开关模块包括双向可控型开关及与其并联的避雷器; 双向可控型开关为二极管、IGBT、IECT或GTO组成的桥式结构或反向串联结构。

6. 根据权利要求1或2所述的转移支路振荡电流可控的多断口直流开关设备, 其特征在于, 所述第一侧开关 (6) 和第二侧开关 (7) 为具备绝缘和隔离能力的机械开关。

7. 根据权利要求1或2所述的转移支路振荡电流可控的多断口直流开关设备, 其特征在于, 第一至第 m 个机械开关采用隔离开关或真空开关。

8. 一种权利要求1至7之一所述的转移支路振荡电流可控的多断口直流开关设备的控制方法, 其特征在于, 包括:

1) 合闸操作过程:

初始状态为第一至第 k 个机械开关关合, 其余所有开关均断开;

若系统需要合闸操作, 先控制所述转移支路对内部的储能元件进行能量释放, 能量释放完后断开能量释放回路;

关合第一侧开关 (6) 和第二侧开关 (7);

同时关合剩余 $n-k$ 个机械开关, 完成合闸操作;

2) 分闸操作过程:

控制器发出命令使 m 个可控型开关模块的控制端提供导通信号, 使其处于“预导通”状态, 然后发出命令使第1至第 n 个机械开关执行分闸操作; 当任一机械开关的电弧电压大于与其并联可控型开关模块的门槛电压时, 与其并联可控型开关模块处于“导通”状态, 通过该机械开关的电流转移到与其并联可控型开关模块中; 如果可控型开关模块的端电压超过避雷器的触发阈值, 将触发可控型开关模块中的避雷器使其吸收能量;

经过预先设置的时间后,机械开关已经熄弧,关断可控型开关模块,电流转移到转移支路中,对所述转移支路内部的储能元件进行充电;充电使储能元件的电压迅速升高,触发所述耗能支路动作并吸收剩余的能量;当第1至第n个机械开关均恢复绝缘能力时,切断转移支路所产生的振荡电流;

直流开关设备经过预先设置的时间后,转移支路所产生的振荡电流已经被切断,控制器发出指令使第一侧开关(6)和第二侧开关(7)分断,再发出指令使第一至第k个机械开关关合。

9.如权利要求8所述的控制方法,其特征在于:直流开关设备完成分断后,控制器发出指令使设备转移支路振荡电流可控的多断口直流开关设备执行合闸操作过程,进行判断,若直流开关设备合闸后未再次接收到系统的故障信号,则合闸完成;若直流开关设备合闸后再次接收到系统的故障信号,则执行分闸操作过程。

转移支路振荡电流可控的多断口直流开关设备及控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及开关设备技术领域,尤其涉及一种转移支路振荡电流可控的多断口直流开关设备及控制方法。

背景技术

[0002] 目前由于电力生产、传输、消费结构发生变化,柔性直流系统已成为电力系统重要的发展方向,而直流断路器在柔性直流系统的输电领域和配电领域中承担着关键作用。

[0003] 直流断路器的拓扑方案较多但可靠性有待进一步验证。目前用电容器进行电流转移的直流断路器拓扑结构存在振荡电流不可控的问题。如果采用可控电子元器件对振荡电流进行双向控制,将导致输电成本较高。

发明内容

[0004] 针对目前用电容器进行电流转移的直流断路器拓扑结构振荡电流无法控制的问题,本发明提供一种转移支路振荡电流可控的多断口直流开关设备及控制方法,可应用于高压、中压和低压领域,具备经济性好、通用度高和快速开断振荡电流的优势。

[0005] 为达到上述目的,本发明提供了一种转移支路振荡电流可控的多断口直流开关设备,其特征在于,包括,主控支路、可控型开关模块,转移支路、耗能支路、第一侧开关和第二侧开关;

[0006] 所述主控支路包括第一至第 n 个机械开关,依次串联在在电力系统的输配电回路中; $n \geq 1$;

[0007] 所述可控型开关模块包括第一至 m 个可控型开关模块,每一个可控型开关模块可以和任意单个或相邻的多个机械开关构成并联关系,且共有 k 个机械开关与之构成并联关系; $0 < m \leq k \leq n$;

[0008] 所述转移支路通过与第一至第 a 个机械开关的串联结构并联; $k \leq a \leq n$;

[0009] 所述耗能支路两端分别在第一侧开关和第二侧开关的控制下,连接至第一至第 n 个机械开关的串联结构的两端。

[0010] 进一步地,所述转移支路包括串联的储能模块和储能辅助模块;储能模块为电容或者包括:电阻器、放电控制开关和电容元件,电阻器与放电控制开关串联后与电容元件并联;所述储能辅助模块为限流元件。

[0011] 进一步地,所述耗能支路为避雷器。

[0012] 进一步地,所述转移支路通过第一侧开关控制并联至第一至第 a 个机械开关的串联结构。

[0013] 进一步地,所述可控型开关模块包括双向可控型开关及与其并联的避雷器;双向可控型开关为二极管、IGBT、IET或GTO组成的桥式结构或反向串联结构。

[0014] 进一步地,所述第一侧开关和第二侧开关为具备绝缘和隔离能力的机械开关。

[0015] 进一步地,第一至第 m 个机械开关采用隔离开关或真空开关。

[0016] 本发明另一方面提供一种所述的转移支路振荡电流可控的多断口直流开关设备的控制方法,包括:

[0017] 1) 合闸操作过程:

[0018] 初始状态为第一至第k个机械开关关合,其余所有开关均断开;

[0019] 若系统需要合闸操作,先控制所述转移支路对内部的储能元件进行能量释放,能量释放完后断开能量释放回路;

[0020] 关合第一侧开关和第二侧开关;

[0021] 同时关合剩余 $n-k$ 个机械开关,完成合闸操作;

[0022] 2) 分闸操作过程:

[0023] 控制器发出命令使 m 个可控型开关模块的控制端提供导通信号,使其处于“预导通”状态,然后发出命令使第1至第 n 个机械开关执行分闸操作;当任一机械开关的电弧电压大于与其并联可控型开关模块的门槛电压时,与其并联可控型开关模块处于“导通”状态,通过该机械开关的电流转移到与其并联可控型开关模块中;如果可控型开关模块的端电压超过避雷器的触发阈值,将触发可控型开关模块中的避雷器使其吸收能量;

[0024] 经过预先设置的时间后,机械开关已经熄弧,关断可控型开关模块,电流转移到转移支路中,对所述转移支路内部的储能元件进行充电;充电使储能元件的电压迅速升高,触发所述耗能支路动作并吸收剩余的能量;当第1至第 n 个机械开关均恢复绝缘能力时,切断转移支路所产生的振荡电流;

[0025] 直流开关设备经过预先设置的时间后,转移支路所产生的振荡电流已经被切断,控制器发出指令使第一侧开关(6)和第二侧开关(7)分断,再发出指令使第一至第 k 个机械开关关合。

[0026] 进一步地,直流开关设备完成分断后,控制器发出指令使设备转移支路振荡电流可控的多断口直流开关设备执行合闸操作过程,进行判断,若直流开关设备合闸后未再次接收到系统的故障信号,则合闸完成;若直流开关设备合闸后再次接收到系统的故障信号,则执行分闸操作过程。

[0027] 本发明的上述技术方案具有如下有益的技术效果:

[0028] (1) 本发明直流开关设备有足够的通断能力且能带负荷快速动作,可作为断路器或负荷开关应用于单极性、双极性和同极性的高压直流输电线路或中、低压直流配电线路中,起到控制保护及隔离故障的作用,具备体积小、经济性好、通用度高和分断速度快的优势。

[0029] (2) 本发明前 m 个机械开关并联可控型开关模块,其他机械开关不并联,可以降低成本且控制的复杂程度。

[0030] (3) 本发明的设置第一、第二侧开关的好处设置第一、第二侧开关,可以在设备检修时,形成明显断点,建立可靠的绝缘间隙。

[0031] (4) 本发明转移支路与第1至 a 个机械开关的串联结构并联,可以在开断时,保证开关设备的可靠性。

附图说明

[0032] 图1为转移支路振荡电流可控的多断口直流开关设备结构示意图;

- [0033] 图2为本发明转移支路振荡电流可控的三断口串联式直流开关设备的实施方案；
- [0034] 图3为本发明可控支路采用电子元器件桥式连接的三断口串联式结构实施方案；
- [0035] 图4为本发明是转移支路直接并联在机械开关两端的三断口串联式结构实施方案。

具体实施方式

[0036] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明了，下面结合具体实施方式并参照附图，对本发明进一步详细说明。应该理解，这些描述只是示例性的，而并非要限制本发明的范围。此外，在以下说明中，省略了对公知结构和技术的描述，以避免不必要地混淆本发明的概念。

[0037] 本发明提供一种转移支路振荡电流可控的多断口直流开关设备，结合图1，包括，主控支路、可控型开关模块，转移支路、耗能支路、第一侧开关6和第二侧开关7。

[0038] 所述主控支路包括第一至第n个机械开关1-1至1-n，依次串联在在电力系统的输配电回路中； $n \geq 1$ 。

[0039] 所述包括第一至m个可控型开关模块，每一个可控型开关模块可以和任意单个或相邻的多个机械开关构成并联关系，且共有k个机械开关与之构成并联关系； $0 < m \leq k \leq n$ 。

[0040] 所述转移支路通过与第一至第a个机械开关的串联结构并联； $k \leq a \leq n$ 。

[0041] 所述耗能支路两端分别在第一侧开关6和第二侧开关7的控制下，连接至第一至第n个机械开关的串联结构的两端。

[0042] 进一步地，所述转移支路可以连接至A点，通过第一侧开关6控制并联至第一至第a个机械开关的串联结构；第一侧开关6可起到隔离作用。所述转移支路可以连接至B点，并联至第一至第a个机械开关的串联结构。所述第一侧开关6和第二侧开关7为具备绝缘和隔离能力的机械开关。

[0043] 进一步地，所述转移支路包括串联的储能模块3和储能辅助模块4；储能模块3包括：电阻器、放电控制开关和电容元件，电阻器与放电控制开关串联后与电容元件并联；如果并联电阻器，则电阻器可以在断路器分断后吸收电容元件的能量，具备满足短时间内重合闸功能的条件。机械开关串联在主通流支路中，在分闸操作过程中，当机械开关恢复绝缘能力时所述转移支路可关断转移支路中容性及感性元器件所产生的振荡电流。

[0044] 进一步地，所述储能辅助模块4为限流元件，可以是电阻器、电感器等元件，储能辅助模块4可以起到限流的作用。

[0045] 进一步地，所述耗能支路为避雷器5，导通后吸收回路中的能量。

[0046] 进一步地，所述可控型开关模块包括双向可控型开关及与其并联的避雷器。双向可控型开关可以是可控电子元器件，可以是可控电子元器件与电力二极管的串、并联组合，可控电子元器件可以是单个、多个或混合电子元器件（如IGBT/IECT、GTO等），具有单向或双向载流、关断能力。

[0047] 进一步地，第一至第m个机械开关采用隔离开关或真空开关。

[0048] 本发明另一方面提供一种所述的转移支路振荡电流可控的多断口直流开关设备的控制方法，包括：

[0049] 1) 合闸操作过程：

[0050] 初始状态为第一至第 m 个机械开关关合,其余所有开关均断开;

[0051] 若系统需要合闸操作,先控制所述转移支路对内部的储能元件进行能量释放,能量释放完后断开能量释放回路;

[0052] 关合第一侧开关6和第二侧开关7;

[0053] 同时关合剩余 $n-k$ 个机械开关,完成合闸操作;

[0054] 2) 分闸操作过程:

[0055] 控制器发出命令使 m 个可控型开关模块的控制端提供导通信号,使其处于“预导通”状态,然后发出命令使第1至第 n 个机械开关执行分闸操作;当任一机械开关的电弧电压大于与其并联可控型开关模块的阈值电压时,与其并联可控型开关模块处于“导通”状态,通过该机械开关的电流转移到与其并联可控型开关模块中;如果可控型开关模块的端电压过大,将触发2中的避雷器使其吸收能量,保护电力电子元器件。预导通的是可控型开关模块的电力电子元器件(如IGBT/IECT、GTO等),可以控制其状态(导通或者关断)。电力电子元器件的导通需要两个条件:控制端有触发信号,器件端电压大于阈值电压。如果电力电子元器件的控制端有触发信号,电力电子元器件处于预导通状态;如果同时端电压大于阈值电压,电力电子元器件处于导通状态。

[0056] 经过预先设置的时间后,机械开关已经熄弧,关断可控型开关模块,电流转移到转移支路中,对所述转移支路内部的储能元件进行充电;充电使储能元件的电压迅速升高,触发所述耗能支路动作并吸收剩余的能量;当第1至第 n 个机械开关均恢复绝缘能力时,切断转移支路所产生的振荡电流;

[0057] 直流开关设备经过预先设置的时间后,转移支路所产生的振荡电流已经被切断,控制器发出指令使第一侧开关6和第二侧开关7分断,再发出指令使第一至第 k 个机械开关关合。

[0058] 进一步的,直流开关设备完成分断后,控制器发出指令使设备转移支路振荡电流可控的多断口直流开关设备执行合闸操作过程,进行判断,若直流开关设备合闸后未再次接收到系统的故障信号,则合闸完成;若直流开关设备合闸后再次接收到系统的故障信号,则执行分闸操作过程。电力系统中,存在继电保护设备,会判断回路是否为故障回路,若故障会给开关设备发送信号。故障包括接地、短路、断路等。

[0059] 实施例1

[0060] 本发明一种转移支路振荡电流可控的三断口直流开关设备的一个实施例如图1,直流开关设备包括机械开关1-1、机械开关1-2、机械开关1-3、双向可控型开关模块2、储能模块3、储能辅助模块(电感器)4、避雷器5、第一侧开关6和第二侧开关7,其中储能模块3由电容器3-1、开关3-2和电阻器3-3。直流开关设备的主通流支路主要由机械开关1-1、机械开关1-2和机械开关1-3串联组成,其中一个机械开关与双向可控型开关模块2并联;转移支路由储能模块3与电感器4串联组成,转移支路通过开关6并联在机械开关1-1和机械开关1-2两端。耗能支路由避雷器5组成,通过串联的第一侧开关6和第二侧开关7之间,并联在主通流支路3个机械开关的两端。

[0061] 双向可控型开关模块2包括两个串联的IGBT和避雷器,每个IGBT并联续流二极管。若系统需要分闸,控制器发出命令,双向可控型开关模块2预导通,即IGBT的控制端提供导通信号,使其处于“预导通”状态,,当机械开关1-1的电弧电压大于双向可控型开关模块2的

门槛电压时,双向可控型开关模块2的两个串联的IGBT处于“导通”状态,将该机械开关1-1的电流转移到与其并联可控型开关模块中。如果可控型开关模块的端电压过大,将触发双向可控型开关模块2中的避雷器使其吸收能量,保护电力电子元器件。

[0062] 开关流程包括:

[0063] 1) 合闸操作过程:

[0064] 如图1所示,直流开关的初始状态处于分闸位置(机械开关1-1关合,机械开关1-2、机械开关1-3、开关6、开关7和开关3-2分断)。若系统需要合闸操作,先关合开关3-2,通过电阻器3-3释放电容器3-1储存的能量,完成预合闸;能量释放完后,先断开开关3-2,再关合开关6和开关7,最后关合机械开关1-2和机械开关1-3,使主通流支路导通,完成合闸操作。

[0065] 2) 分闸操作过程:

[0066] 如图1所示,直流开关的初始状态处于合闸位置(机械开关1-1、机械开关1-2、机械开关1-3、开关6和开关7关合,开关3-2分断,主通流支路承载额定电流)。若系统需要分闸,控制器发出命令使双向可控型开关模块2预导通,同时发出命令使机械开关1-1、机械开关1-2和机械开关1-3开始执行分闸操作;当机械开关1-1的电弧电压大于双向可控型开关模块2的门槛电压时,通过机械开关1-1的电流转移到双向可控型开关模块2中,机械开关1-1熄弧并恢复绝缘能力;机械开关1-1的电流完全转移到双向可控型开关模块2后,关断双向可控型开关模块2,主通流支路的电流迅速转移到电容器3中进行充电;电容器3的电压达到双向可控型开关模块2的耐压值之前,机械开关1-2断口电弧熄灭并恢复绝缘能力;充电使电容器3的电压迅速升高,迅速升高的电压将触发避雷器5动作并吸收剩余的能量;当机械开关1-3恢复绝缘能力时,机械开关1-3会切断转移支路所产生的振荡电流,转移支路无电流通过,完成分断。断路器分断后,控制器先发出指令使开关6和开关7分断,再发出指令使机械开关1-1关合。

[0067] 断路器完成分断后,控制器发出指令使设备执行合闸过程。若断路器未合闸到故障回路,主通流支路承载系统额定电流,合闸完成;若断路器合闸到故障回路,重复分闸过程即可。

[0068] 实施例2

[0069] 如图2所示,与实施例1类似,但双向可控型开关模块2更换成电子元器件组成的桥式开关模块,其工作原理和工作过程与实施例1相同。

[0070] 实施例3

[0071] 如图3所示,与实施例1类似,但转移支路直接并联在机械开关1-1和机械开关1-2的两端,不通过第一侧开关6,其工作原理和工作过程与实施例1相同。

[0072] 综上所述,本发明涉及一种转移支路振荡电流可控的多断口直流开关设备及控制方法,可应用于高压、中压和低压等级的直流输电及配电领域。直流开关设备的主通流支路包括多个机械开关,串联在电力系统的输配电回路中;可控支路由一个或多个可控型开关模块组成,分别与一个或多个机械开关并联;转移支路包括储能模块和储能辅助模块,转移支路与主通流支路所有带可控型开关模块的机械开关均构成并联关系;耗能装置包括避雷器,通过双侧串联的开关与所有机械开关均构成并联关系。直流开关设备有足够的通断能力且能带负荷快速动作,可作为断路器或负荷开关应用于单极性、双极性和同极性的高压直流输电线路或中、低压直流配电线路中,起到控制保护及隔离故障的作用,具备体积小、

经济性好、通用度高和分断速度快的优势。

[0073] 应当理解的是,本发明的上述具体实施方式仅仅用于示例性说明或解释本发明的原理,而不构成对本发明的限制。因此,在不偏离本发明的精神和范围的情况下所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。此外,本发明所附权利要求旨在涵盖落入所附权利要求范围和边界、或者这种范围和边界的等同形式内的全部变化和修改例。

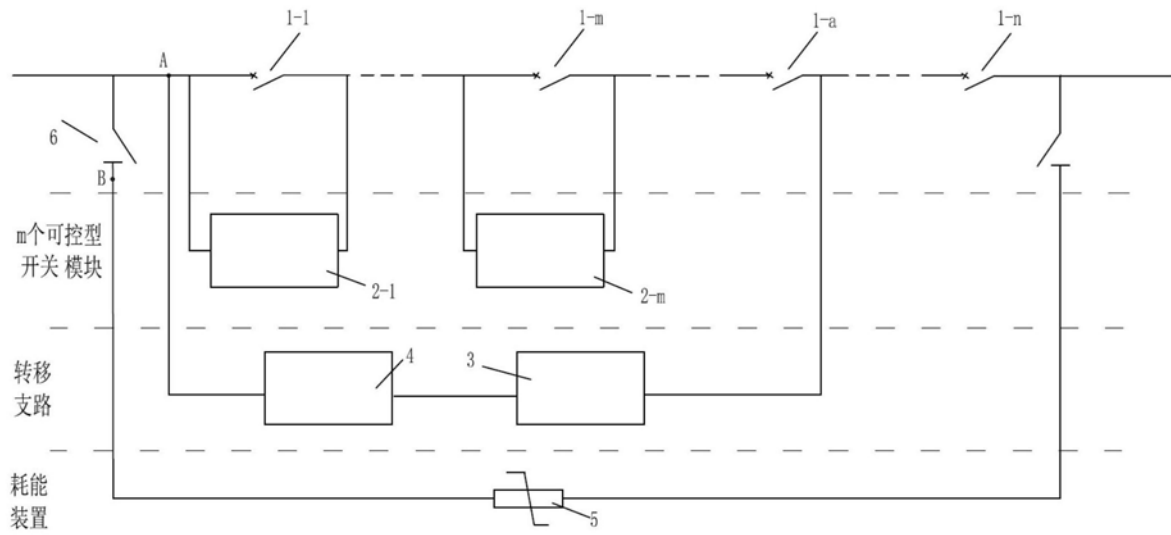


图1

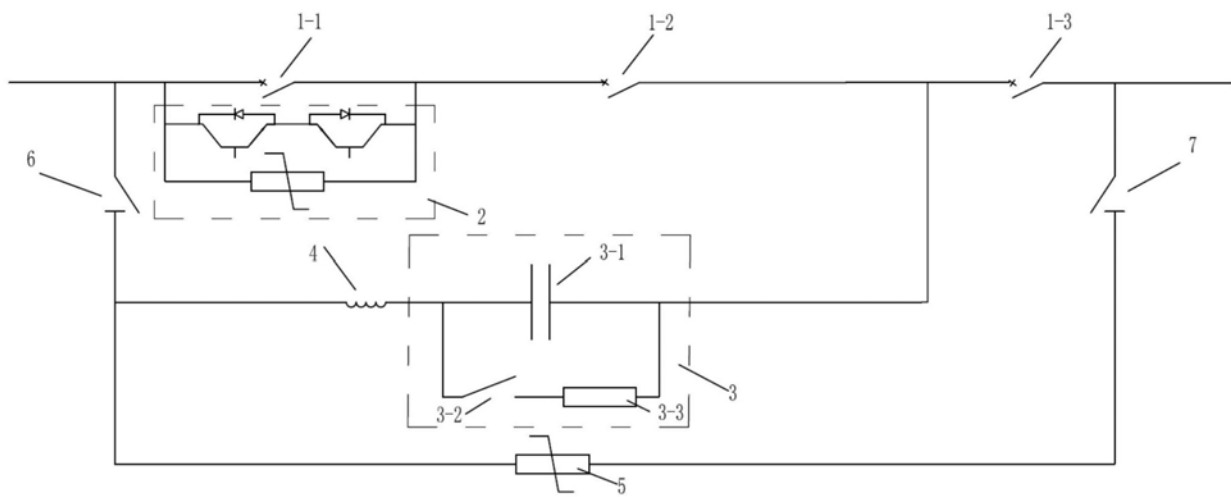


图2

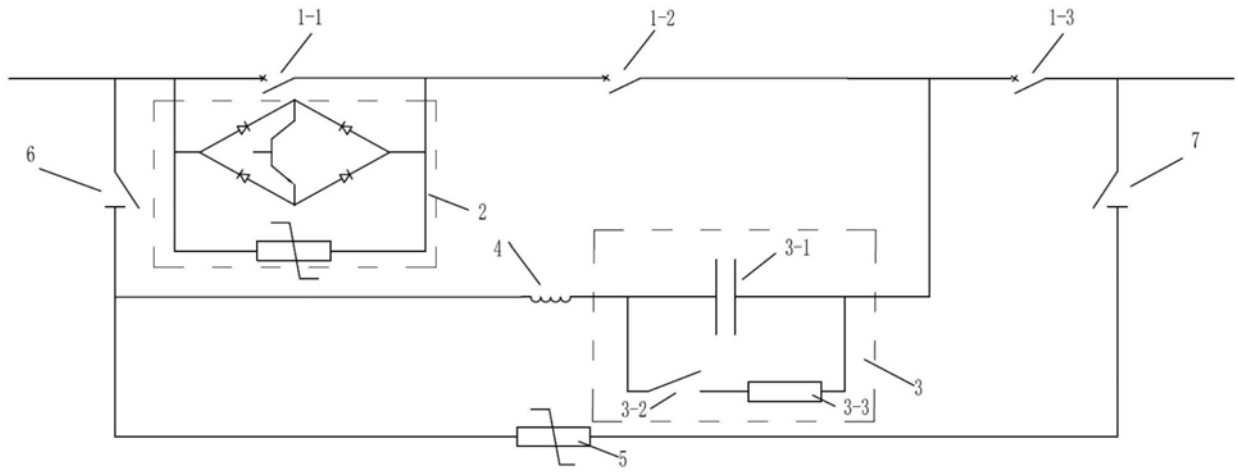


图3

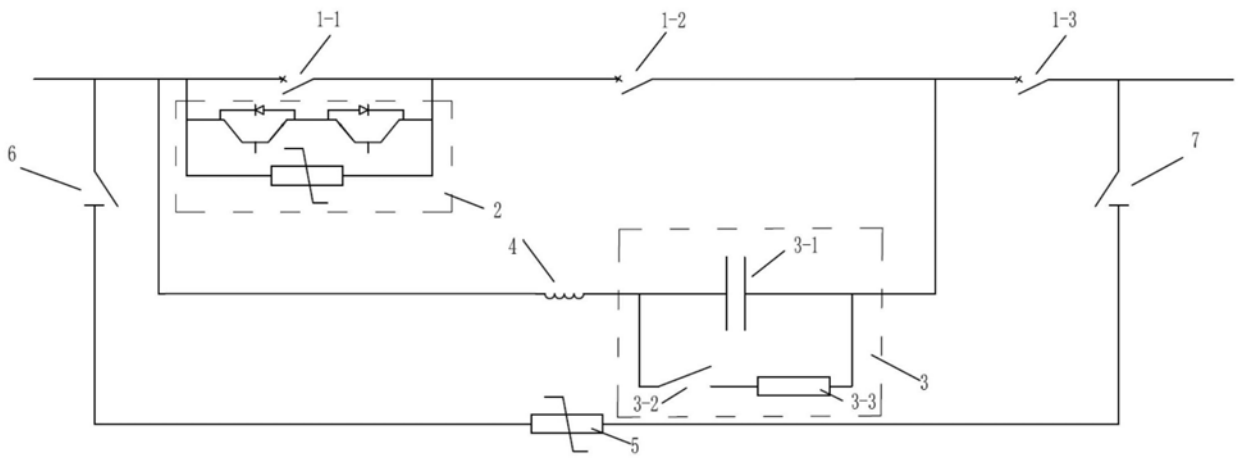


图4