



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106300236 B

(45)授权公告日 2017.12.26

(21)申请号 201610854069.X

审查员 韩蓓蓓

(22)申请日 2016.09.27

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106300236 A

(43)申请公布日 2017.01.04

(73)专利权人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市咸宁西路28号

(72)发明人 吴翊 荣命哲 吴益飞 纽春萍

杨飞 胡杨

(74)专利代理机构 北京鼎承知识产权代理有限公司

11551

代理人 张波涛 管莹

(51)Int.Cl.

H02H 3/087(2006.01)

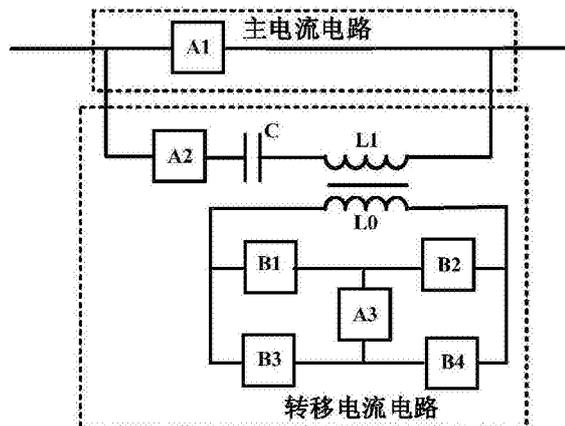
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

一种隔离注入式电流转移电路及其使用方法

(57)摘要

本公开揭示了一种隔离注入式电流转移电路及其使用方法,所述转移电路包括主电流电路和转移电流电路,所述主电流电路用于连续承载电流或者临时导通电流;所述转移电流电路用于承受从主电流电路转移过来的电流;转移电流电路包含一种互感器,使用所述转移电流电路可以完成快速电流转移,并实现电容充电侧与直流系统的隔离,可以显著减小充电单元的电压等级与体积,提高转移的可靠性。所述转移方法可以实现多种工程应用功能,如直流断路器、交流快速断路器、交、直流限流器。



1. 一种隔离注入式电流转移电路,其特征在于:所述电路包括主电流电路、转移电流电路和接入端口;

所述主电流电路用于连续承载电流或者临时导通电流,所述主电流电路由第一机械开关、第一电力电子器件以及第一限流器中的一个或多个串联或者并联组成;

所述转移电流电路用于承受从主电流电路转移过来的电流;

所述接入端口用于和外部系统相连接;

所述转移电流电路包括:第一电路和第二电路;

所述第一电路包括:副边电感器L1,第一电容器,由第二电容器、第二机械开关、第二电力电子器件、第二限流器、避雷器中的一个或多个串并联组合的第四电路A2;

所述副边电感器L1、第一电容器和第四电路A2相串联;

所述第二电路包括:预充电电容或电感组成的第三电路A3、晶闸管B1至B4和原边电感器L0;

所述晶闸管B1的阴极和晶闸管B3的阳极相连,并连接至原边电感器L0的一端,晶闸管B1和晶闸管B2反向串联,晶闸管B3和晶闸管B4反向串联,第三电路A3连接在晶闸管B1和晶闸管B2的连接点与晶闸管B3和晶闸管B4的连接点之间,晶闸管B2的阴极和晶闸管B4的阳极相连,并连接至原边电感器L0的另一端;

所述原边电感器和副边电感器组成互感器;

正常工作状态下,所述隔离注入式电流转移电路的电流从所述主电流电路中流过,此时,所述转移电流电路中的第二电力电子器件、第二机械开关和晶闸管B1至B4均处于关断状态,所述转移电流电路中没有电流流过;

当所述隔离注入式电流转移电路需要其转移电流时,通过测量所述主电流电路的电流幅值和变化率,确定所述转移电流电路中晶闸管以及主电流电路中的第一机械开关、第一电力电子器件是否动作以及相应的动作时序。

2. 根据权利要求1所述的电路,其特征在于:所述第一电路与主电流电路并联,所述第二电路与第一电路之间选择绝缘或者不绝缘。

3. 根据权利要求1所述的电路,其特征在于:所述原边电感器L0和副边电感器L1为空心电感器或含磁芯的电感器,由一个或多个电感串联或并联组成。

4. 根据权利要求1所述的电路,其特征在于:所述第一机械开关和第二机械开关包括基于弹簧机构的普通机械开关、基于电磁斥力的高速机械开关、基于高速电机驱动的机械开关或基于爆炸驱动的高速机械开关中的一种。

5. 根据权利要求1所述的电路,其特征在于:所述第一限流器和第二限流器包括超导故障限流器SFCL、液态金属限流器LMFCL、PTC限流器中的一种。

6. 一种利用权利要求1-5中任一项所述的隔离注入式电流转移电路的使用方法,其特征在于,所述转移方法包括以下步骤:

S1、根据主电流电路的电流幅值和变化率或者根据接收到的外部转移指令,向主电流电路中的机械开关发出分闸信号;

S2、根据所述隔离注入式电流转移电路电流的流动方向,进而导通晶闸管B2和晶闸管B3,或者导通晶闸管B1和晶闸管B4,与第三电路A3和原边电感器L0组成放电回路;同时,副边电感器L1两端感应出电流,主电流电路中的电流逐渐向第一电路转移;

S3、当主电流电路中的电流完全被转移后,转移电流电路中的电容器充电完成,整个转移过程完成。

一种隔离注入式电流转移电路及其使用方法

技术领域

[0001] 本公开属于电子电路领域,特别涉及一种隔离注入式电流转移电路及其使用方法。

背景技术

[0002] 直流断路器是直流供电系统安全运行的保证,因为直流电流中没有自然过零点,采用直接开断的方式将受到很大的制约,解决这一问题的有效思路是基于电流转移创造电流过零点的新型开断方式。电流转移的方式可以分为自然电流转移和强制电流转移两种方式。其中自然电流转移方式的效果受到元件参数、元件配合、工作条件等多种因素的影响,工程实际应用有诸多限制。与之相比,强制电流转移的方式有更高的工程应用价值。典型基于强制电流转移方式使用串、并联在转移电流电路中的预充电电容,利用其放电产生的反向脉冲电流来抵制短路电流,进而在机械断口中创造过零点,此外,随着电流向电容中注入,电容电压逐渐上升,不断上升的电压最终能够抵制系统电压,实现直流开断。这种强制电流转移方式在直流断路器中得到了较为广泛的应用。

发明内容

[0003] 基于此,本公开揭示了一种隔离注入式电流转移电路,所述电路包括主电流电路、转移电流电路和接入端口;

[0004] 所述主电流电路用于连续承载电流或者临时导通电流;

[0005] 所述转移电流电路用于承受从主电流电路转移过来的电流;

[0006] 所述接入端口用于和外部系统相连接。

[0007] 本公开还揭示了一种隔离注入式电流使用方法,所述转移方法包括以下步骤:

[0008] S1、根据主电流电路的电流幅值和变化率或者根据接收到的外部转移指令,向主电流电路中的机械开关发出分闸信号;

[0009] S2、根据电流的流动方向,进而导通晶闸管B1至B4中的两个晶闸管,与第三电路A3和原边电感器L0组成放电回路;同时,副边电感器L1两端感应出电流,主电流电路中的电流逐渐向第一电路转移;

[0010] S3、当主电路电流中的电流完全被转移后,转移电流电路中的电容器充电完成,整个转移过程完成。

[0011] 本公开的有益效果:1、能够实现电容充电单元与直流系统的隔离,显著减小充电单元的电压等级与体积,提高开断的可靠性;

[0012] 2、在转移电流电路互感器的原边侧使用功率半导体器件或触发间隙组成桥式电路,可以实现双向电流转移,桥式电路的耐压和成本低;

[0013] 3、本电容电流转移方法电路简单、部件少,反应时间短,提高了应用该方案的断路器的灵敏性和可靠性。

附图说明

[0014] 图1是根据本公开一个实施例的双向的电容电流转移电路的结构示意图；

[0015] 图2是根据本公开一个实施例的双向的电容电流转移电路的单向工作时的结构示意图；

[0016] 图3是根据本公开一个实施例的双向的电容电流转移电路的另一种单向工作时的结构示意图；

[0017] 图4是根据本公开一个实施例的双向的电容电流转移电路电流标志示意图；

[0018] 图5(a)是根据本公开一个实施例的磁耦合换流式转移电路的转移电流时主电流电路的电流流向示意图；

[0019] 图5(b)是根据本公开一个实施例的磁耦合换流式转移电路的转移电流时主电流电路和转移电流电路的电流流向示意图；

[0020] 图5(c)是根据本公开一个实施例的磁耦合换流式转移电路的转移电流时转移电流电路的电流流向示意图；

[0021] 图6是根据本公开一个实施例的双向的电容电流转移电路对应于图5的转移电流时各电路中电流变化曲线图；

[0022] 图7是根据本公开一个实施例的双向的电容电流转移电路图；

[0023] 图8是根据本公开另一个实施例的双向的电容电流转移电路图；

[0024] 图9是根据本公开一个实施例图8优化后的双向分断的混合式断路器的分断方法的步骤示意图。

具体实施方式

[0025] 以下详细描述实际上仅是示例性的而并不意欲限制应用和使用。此外，并不意欲受以上技术领域、背景、简要概述或以下详细描述中呈现的任何明确或暗示的理论约束。除非明确地具有相反的描述，否则词语“包括”及其不同的变型应被理解为隐含包括所述的部件但不排除任意其他部件。

[0026] 在一个实施例中，本公开揭示了一种磁耦合换流式转移电路，所述电路包括主电流电路、转移电流电路和接入端口；

[0027] 所述主电流电路用于连续承载电流或者临时导通电流；

[0028] 所述转移电流电路用于承受从主电流电路转移过来的电流；

[0029] 所述接入端口用于和外部系统相连接。

[0030] 本实施例提供了一种隔离注入式电流转移电路，通过在转移支路中串联互感器，控制与直流系统隔离的互感器原边侧电容放电，使其产生脉冲电流，同时与直流系统连接的互感器副边侧感应出脉冲电流来抵制主电流电路电流，使电流从主电流电路向包含电容器的转移电路转移，

[0031] 在一个实施例中，所述主电流电路由第一机械开关、第一电力电子器件以及第一限流器中的一个或多个串联或者并联组成。

[0032] 在本实施例中，所述主电流电路可以连续承载或临时导通电流，主电流电路包含机械开关、电力电子器件、限流器、导线中的一个或多个串并联组合的A1，主电流电路作为

本专利转移电路中的被转移部分,其两端引出作为本专利对外部系统的接入端口。

[0033] 在一个实施例中,所述转移电流电路包括:第一电路和第二电路;

[0034] 所述第一电路包括:副边电感器L1,第一电容器,由第二电容器、第二机械开关、第二电力电子器件、第二限流器、避雷器中的一个或多个串并联组合的第四电路A2;

[0035] 所述副边电感器L1、第一电容器和第四电路A2相串联;

[0036] 所述第二电路包括:由预充电电容或超导电感组成的第三电路A3、晶闸管B1至B4和原边电感器L0;

[0037] 所述晶闸管B1至B4包括功率半导体器件或者触发间隙;

[0038] 所述晶闸管B1至B4相串联组成回路后与原边电感器L0相串联;

[0039] 所述晶闸管B1至B4和第三电路A3组成桥式电路;

[0040] 所述原边电感器和副边电感器组成互感器。

[0041] 在本实施例中,所述转移电流电路具有承受从主电流电路所转移电流的能力,包含由副边电感器L1、第一电容器,此外还可以包含由第二电容器、机械开关、电力电子器件、限流器、避雷器、导线中的一个或多个串并联组合的第四电路A2,副边电感器L1、C与第四电路A2串联组成的第一电路;由预充电电容或超导电感组成的第三电路A3,功率半导体器件或触发间隙组成的B1至B4和原边电感器L0串联组成的第二电路,所述原边电感器和副边电感器组成互感器,所述第一电路与主电流电路并联,所述第二电路与第一电路可以绝缘,也可以不绝缘。

[0042] 根据电流方向不同,为实现转移双向电流,在转移电流电路互感器的原边侧使用功率半导体器件或触发间隙组成桥式电路。

[0043] 电流转移之前,电流从所述主电流电路中A1中流过;此时,所述转移电流电路中电力电子器件、触发开关器件和晶闸管B1至B4处于关断状态,所述转移电流电路中第一电路和第二电路均没有电流流过。

[0044] 在一个实施例中,所述第一电路与主电流电路并联,所述第二电路与第一电路之间选择绝缘或者不绝缘。

[0045] 更优的,所述原边电感器L0和副边电感器L1为空心电感器或含磁芯的电感器,由一个或多个电感串联或并联组成。

[0046] 更优的,所述第一机械开关和第二机械开关包括基于弹簧机构的普通机械开关、基于电磁斥力的高速机械开关、基于高速电机驱动的机械开关或基于爆炸驱动的高速机械开关中的一种;

[0047] 更优的,所述第一限流器和第二限流器包括超导故障限流器SFCL、液态金属限流器LMFCL、PTC限流器中的一种。

[0048] 更优的,所述功率半导体器件包括电力二极管、晶闸管、IGBT、IGCT中的一个或多个串并联组合。

[0049] 在一个实施例中,正常工作状态下,电流从所述主电流电路中流过,此时,所述转移电流电路中的第二电力电子器件、第二机械开关和晶闸管B1至B4均处于关断状态,所述转移电流电路中没有电流流过;

[0050] 当所述隔离注入式电流转移电路需要其转移电流时,通过测量所述主电流电路的电流幅值和变化率,确定所述转移电流电路中功率半导体器件或触发间隙以及主电流电路

中的第一机械开关、第一功率半导体器件是否动作以及相应的动作时序。

[0051] 在一个实施例中,所述使用方法包括以下步骤:

[0052] S1、根据主电流电路的电流幅值和变化率或者根据接收到的外部转移指令,向主电流电路中的机械开关发出分闸信号;

[0053] S2、根据电流的流动方向,进而导通晶闸管B1至B4中的两个晶闸管,与第三电路A3和原边电感器L0组成放电回路;同时,副边电感器L1两端感应出电流,主电流电路中的电流逐渐向第一电路转移;

[0054] S3、当主电路电流中的电流完全被转移后,转移电流电路中的电容器充电完成,整个转移过程完成。

[0055] 对本实施例对转移方法进行扩展,可以实现多种工程应用功能,如直流断路器、交流快速断路器、交、直流限流器。本公开一方面可以实现电容充电单元与直流系统的隔离,显著减小充电单元的电压等级与体积,提高开断的可靠性;另一方面,在转移电流电路互感器的原边侧使用功率半导体器件或触发间隙组成桥式电路,可以实现双向电流转移,桥式电路的耐压和成本低;本公开的电流转移方法电路简单、部件少,反应时间短,提高了实际应用的灵敏性和可靠性。

[0056] 在一个实施例中,描述了一种隔离注入式电流转移电路及其使用方法,如图1所示的隔离注入式电流转移电路结构示意图,其包括主电流电路以及转移电流电路。为了更好的说明转移电路工作过程,本文给出了直流电流按照某一方向流入流出本公开的方向示意图,如图2所示。图2中可能存在的功率半导体器件的电流方向与图中A1、A2、B2和B3的箭头方向一致。图3给出了直流电流按照另一方向流入流出本公开的示意图。

[0057] 参见图1、2、3公开的隔离注入式电流转移电路,隔离注入式电流转移电路包括主电流电路、转移电流电路以及与外部系统相连接的端部,所述主电流电路和转移电流电路并联。

[0058] 所述主电流电路可以为机械开关、电力电子器件、限流器、避雷器以及普通导体中的一个或多个串并联组合。

[0059] 所述转移电流电路包括由副边电感器L1、电容器C和普通导体、电容器、机械开关、电力电子器件、限流器、避雷器中的一个或多个串并联组合的第四电路A2,副边电感器L1、电容器C与第四电路A2串联组成的第一电路。由预充电电容或超导电感组成的第三电路A3,功率半导体器件或触发间隙组成的晶闸管B1至B4和原边电感器L0串联组成的第二电路,所述原边电感器和副边电感器组成互感器,所述第一电路与主电流电路并联,所述第二电路与第一电路可以绝缘。

[0060] 根据电流方向不同,为实现双向电流转移,在转移电流电路互感器的原边侧使用功率半导体器件或触发间隙组成桥式电路。

[0061] 正常工作状态下,电流从所述主电流电路中A1中流过;此时,所述转移电流电路中电力电子器件、触发开关器件和晶闸管B1至B4处于关断状态,所述转移电流电路中第一电路和第二电路均没有电流流过。

[0062] 当所述双向的电容电流转移电路应用于直流断路器,并需要其转移电流时,通过测量所述主电流电路的电流幅值和变化率确定所述转移电流电路中功率半导体器件或触发间隙以及主电流电路中的机械开关、功率半导体器件是否动作以及相应的动作时序。

[0063] 其中,所述机械开关可为基于弹簧机构的普通机械开关、基于电磁斥力的高速机械开关、基于高速电机驱动的机械开关或基于爆炸驱动的高速机械开关;所述限流器包括但不限于超导故障限流器SFCL、液态金属限流器LMFCL、PTC限流器;所述功率半导体器件包括但不限于电力二极管、晶闸管、IGBT、IGCT中的一个或任意多个串联或并联组合。

[0064] 其中,组成互感器的原边电感器和副边电感器为空心电感或含磁芯的电感器,原边和副边可以采用一个或者多个电感串联或者并联。所述转移电流第二电路由功率电力电子器件或触发间隙组成的B1至B4组成桥式电路。

[0065] 图4给出了转移电流电路各支路电流标志,其中 i_0 为转移电流第二电路中流经A3和电感器原边L0上的电流, i_1 为流经主电流电路的电流, i_2 为转移电流第一电路中流经A2、电容器C与电感器副边L1的电流。

[0066] 在主电流电路中,以电流从左向右流动为例,图5(a)-5(c)给出了转移电流时各支路电流方向,具体的为对应从 t_1 到 t_5 各时刻的各支路电流方向。图6给出了各支路的电流变化曲线。

[0067] 在一个实施例中,参见图9,使用所述的隔离注入式电流使用方法包括以下步骤。

[0068] 第一步骤S1中,向主电流回路机械开关A1发出分闸信号。由于机械开关动作有延时,此时尚未形成断口。

[0069] 第二步骤S2中,根据电流流动方向,控制器向所述转移电路第二电路中呈桥式的晶闸管B2至B4其中两个发送导通信号。第三电路A3与原边电感器L0形成放电回路。同时,在转移电流第一电路的副边电感器L1中感应出电流。主电流回路电流逐渐向转移电流第一电路转移。一段时间后,全部电流转移至转移电流第一电路。随后机械开关触头间形成断口。

[0070] 第三步骤S3中,电流转移完毕后,系统给转移支路电容器充电,整个转移过程完成。

[0071] 在一个实施例中,参见图9,利用隔离注入式电流转移电路所构成的直流断路器的具体的操作步骤包括以下几个方面,电流以主电流电路左进右出为例:

[0072] 系统正常运行,机械开关闭合,晶闸管断开,电流全部从主电流电路中的机械开关流过,如图5(a)所示,其中系统额定电流为 I 。

[0073] t_1 时刻,系统发生短路故障,主电流电路电流开始上升,在 t_0 和 t_1 间,当超过系统短路阈值时,控制器向主电流回路机械开关A1发出分闸信号。由于机械开关动作有延时,此时尚未形成断口。

[0074] t_2 时刻,导通晶闸管B2,B3,预充电的电容器A3与互感器原边侧L0形成放电回路。同时在转移电流电路第一电路的互感器副边侧L1中感应出电流 I_2 。主回路电流逐渐向转移电流电路第一电路中转移,如图5(b)所示。系统向转移电流电路中电容器A2充电。

[0075] t_3 时刻,主回路电流全部转移到转移电流电路第一电路,如图5(c)所示。随后机械开关触头两端形成断口。

[0076] t_4 时刻,系统对转移电流电路电容器A2充电至A2电压与系统电压相当,转移电流电路电流为零,开断结束。

[0077] t_5 时刻,转移电流电路第二电路电流为零。

[0078] 本公开中所述的转移电流电路中并不要求只包含一个互感器,可以为多个互感器及其原边侧电路的串联或并联组合,如图7、图8所示。

[0079] 本公开揭示了一种隔离注入式电流转移电路,包括主电流电路以及转移电流电路。转移电流电路包含一种互感器,使用该转移电流电路可以完成快速电流转移,并实现电容充电侧与直流系统的隔离。可以显著减小充电单元的电压等级与体积,提高转移的可靠性。

[0080] 尽管以上结合附图对本公开的实施方案进行了描述,但本公开并不局限于上述的具体实施方案和应用领域,上述的具体实施方案仅仅是示意性的、指导性的,而不是限制性的。本领域的普通技术人员在本说明书的启示下和在不脱离本公开权利要求所保护的范围的情况下,还可以做出很多种的形式,这些均属于本公开保护之列。

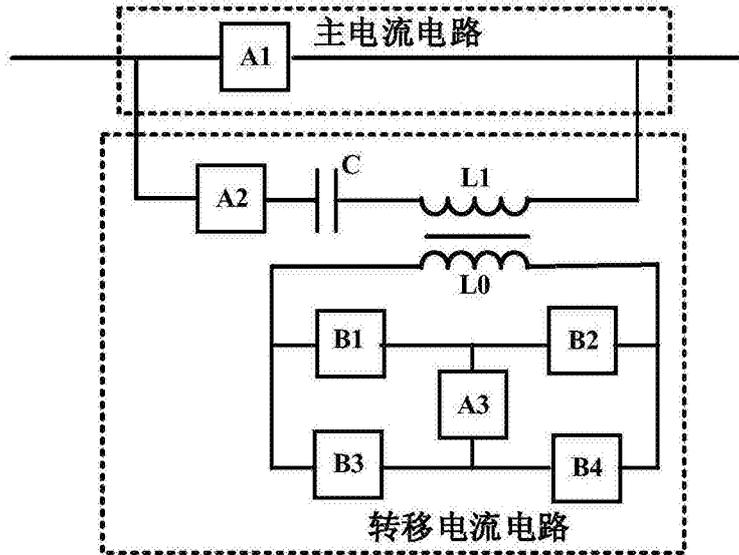


图1

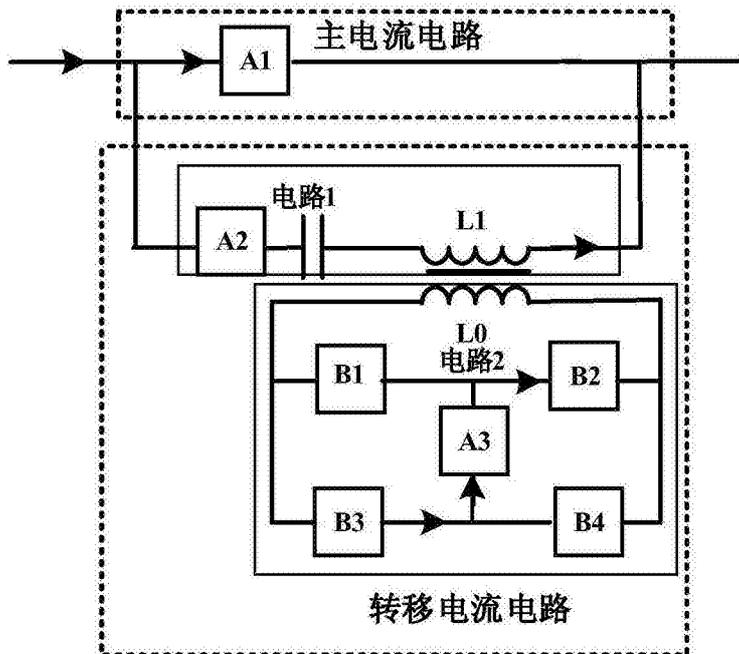


图2

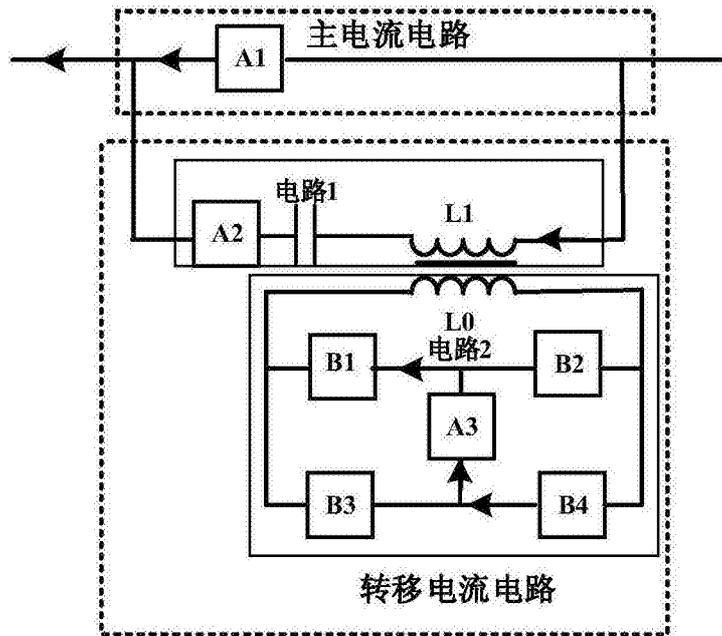


图3

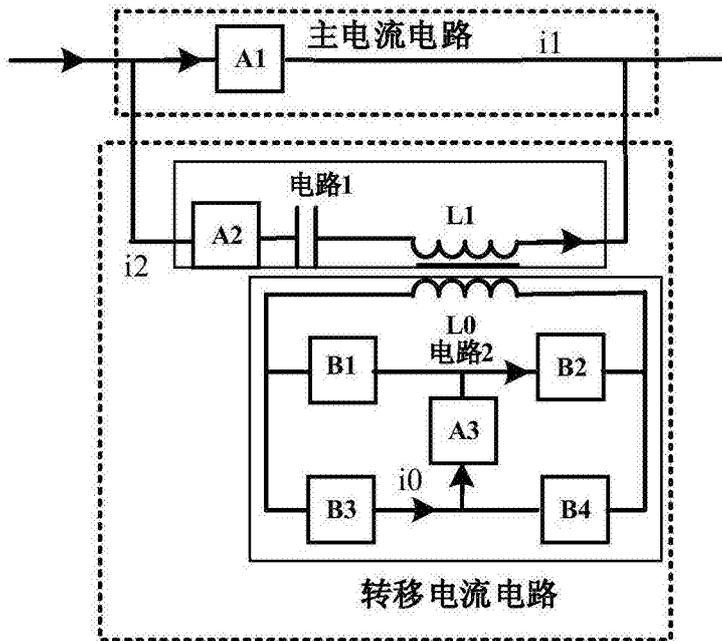


图4



图5 (a)

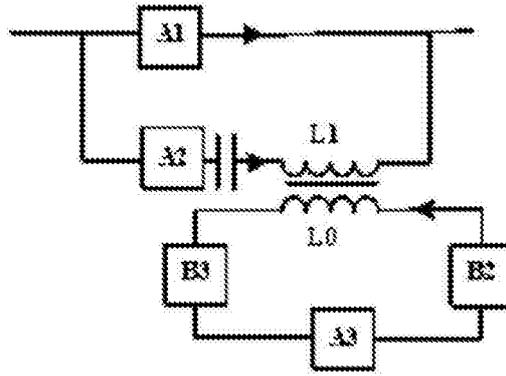


图5 (b)

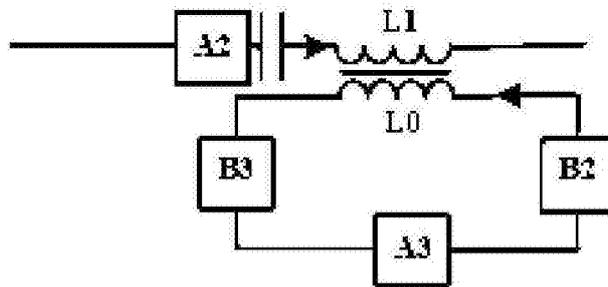


图5 (c)

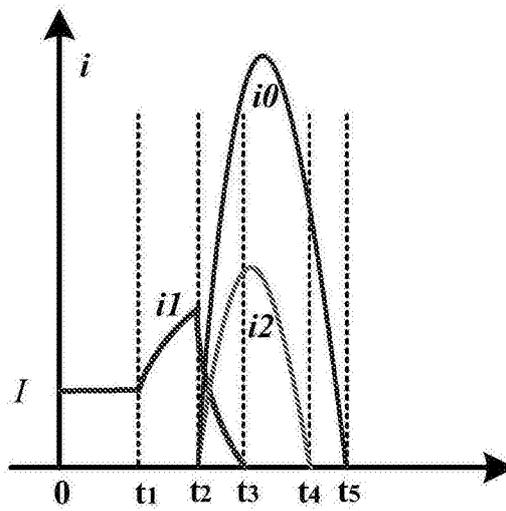


图6

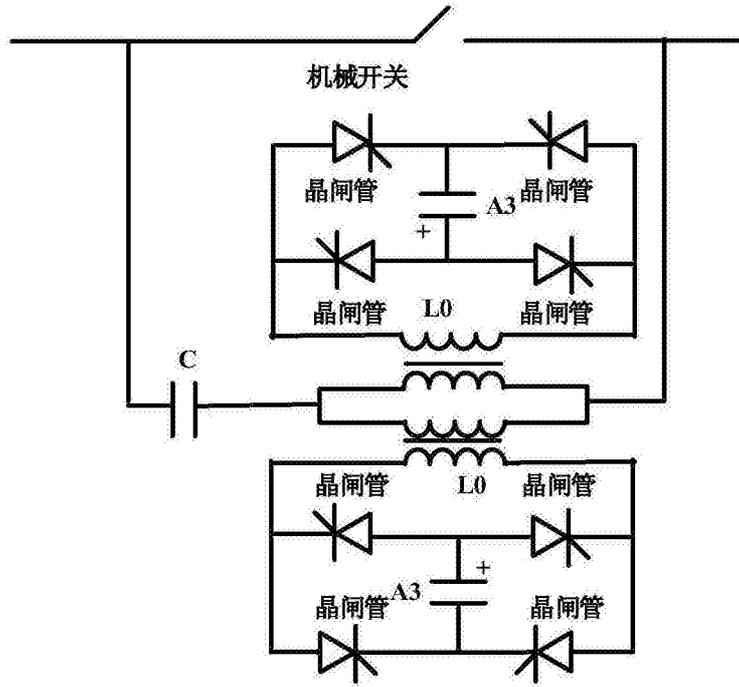


图7

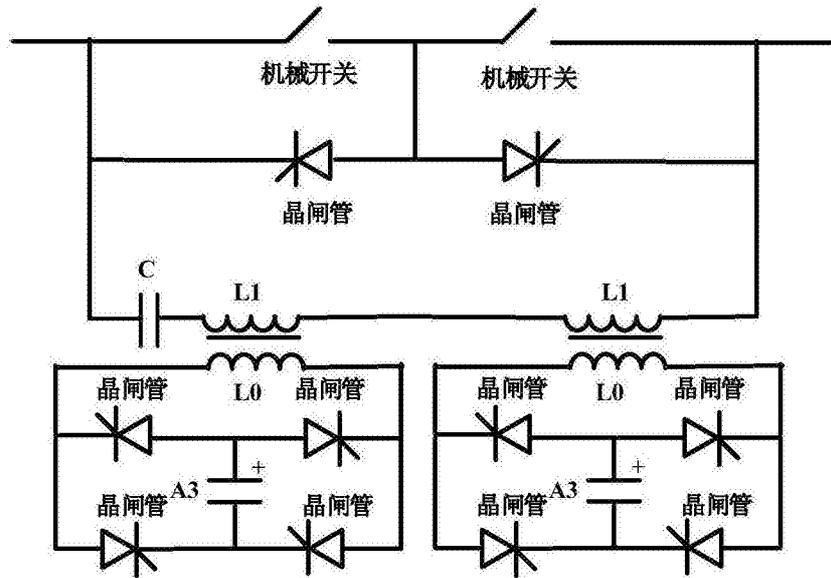
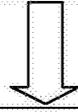
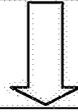


图8

当直流系统发生短路故障。通过测量所述主电流电路的电流幅值和变化率，控制器判断出现短路故障，向主电流回路机械开关发出分闸信号。由于机械开关动作有延时，此时尚未形成断口。



导通电流转移第二电路，预充电电容与电感形成放电回路。同时，在转移电流第一电路中感应出电流。主电流回路电流逐渐向转移电流第一电路转移。一段时间后，全部电流转移至转移电流第一电路。随后机械开关触头间形成断口。



电流转移完毕后，系统给转移支路电容器充电，直至电容器电压与系统电压相当，转移电流第一电路电流为0。所述的双向分断的混合式断路器开断完成。

图9