



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105922894 B

(45)授权公告日 2018.01.19

(21)申请号 201610257134.0

(22)申请日 2016.04.22

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105922894 A

(43)申请公布日 2016.09.07

(73)专利权人 中国船舶重工集团公司第七一二研究所

地址 430064 湖北省武汉市洪山区狮子山街汽校一村

(72)发明人 方华松 邱长青 阮阳 张新民 高晓峰

(74)专利代理机构 武汉凌达知识产权事务所 (特殊普通合伙) 42221

代理人 刘念涛 宋国荣

(51)Int.Cl.

B60M 3/04(2006.01)

(56)对比文件

CN 86101664 A,1988.03.02,全文.

CN 201077368 Y,2008.06.25,全文.

CN 201272259 Y,2009.07.15,全文.

CN 101746283 A,2010.06.23,全文.

EP 0904213 B1,2005.10.12,全文.

审查员 孙朗

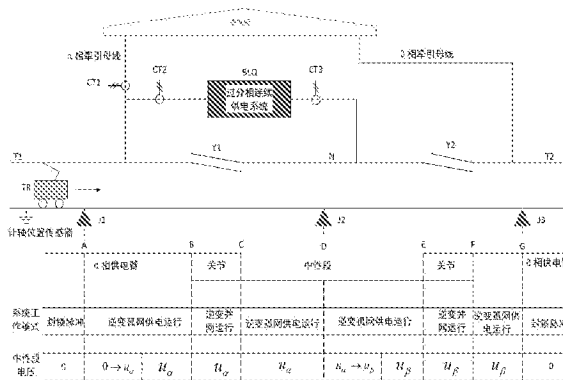
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种基于大功率变流装置的过分相系统及其控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于大功率变流装置的过分相系统,包括过分相连续供电系统、中性段,还包括α相供电臂和β相供电臂,α相供电臂和中性段之间设置有第一分相关节,当列车行驶到第一分相关节时,α相供电臂和中性段短接,β相供电臂和中性段之间设置有第二分相关节,当列车行驶到第二分相关节时,β相供电臂和中性段短接,α相供电臂、中性段和β相供电臂的下方铁轨上分别设置有轴位置传感器;还公开了其控制方法,根据列车在分相区间所处的位置不同,将控制划分为八种过程,对每一个过程列出了对应的控制方法;根据所述的控制系统及方法,列车可以不断电通过分相区,同时在过分相过程不会产生电弧和过电压。



1. 一种基于大功率变流装置的过分相系统,其特征在于:包括从牵引变电所的 $\alpha$ 相牵引母线取电的过分相连续供电系统 (BLQ) 以及由过分相连续供电系统 (BLQ) 供电的中性段 (N),还包括由牵引变电所的 $\alpha$ 相牵引母线供电的 $\alpha$ 相供电臂 (T1) 和由牵引变电所的 $\beta$ 相牵引母线供电的 $\beta$ 相供电臂 (T2),所述的 $\alpha$ 相供电臂 (T1) 和中性段 (N) 之间设置有第一分相关节 (Y1),当列车 (TR) 行驶到第一分相关节 (Y1) 时, $\alpha$ 相供电臂 (T1) 和中性段 (N) 短接,所述的 $\beta$ 相供电臂 (T2) 和中性段 (N) 之间设置有第二分相关节 (Y2),当列车 (TR) 行驶到第二分相关节 (Y2) 时, $\beta$ 相供电臂 (T2) 和中性段 (N) 短接,所述的 $\alpha$ 相供电臂 (T1)、中性段 (N) 和 $\beta$ 相供电臂 (T2) 的下方铁轨上分别设置有用来检测列车 (TR) 行驶的位置及方向的第一计轴位置传感器 (J1)、第二计轴位置传感器 (J2) 和第三计轴位置传感器 (J3)。

2. 一种如权利要求1所述的过分相系统在列车过分相时的控制方法,其特征在于:根据列车 (TR) 所处的位置将 $\alpha$ 相供电臂 (T1)、第一分相关节 (Y1)、中性段 (N)、第二分相关节 (Y2) 和 $\beta$ 相供电臂 (T2) 所处区域划分为列车进入区间、AB区间、BC区间、CD区间、DE区间、EF区间、FG区间和列车离开区间八个位置区间,根据列车的不同位置区间进行如下的控制:

列车进入区间:过分相连续供电系统 (BLQ) 处于封锁状态,不输出电压;

列车 (TR) 在AB区间:过分相连续供电系统 (BLQ) 处于电压源的孤网供电模式;

列车 (TR) 在BC区间:过分相连续供电系统 (BLQ) 处于电流源的并网供电模式;

列车 (TR) 在CD区间:过分相连续供电系统 (BLQ) 处于电压源的孤网供电模式;

列车 (TR) 在DE区间:过分相连续供电系统 (BLQ) 处于电压源的孤网供电模式;

列车 (TR) 在EF区间:过分相连续供电系统 (BLQ) 处于电流源的并网供电模式;

列车 (TR) 在FG区间:过分相连续供电系统 (BLQ) 处于电压源的孤网供电模式;

列车离开区间:过分相连续供电系统 (BLQ) 处于封锁状态,不输出电压。

3. 根据权利要求2所述的控制方法,其特征在于,根据列车所处的位置不同对中性段 (N) 上设置不同的电压:

列车进入区间:中性段 (N) 的电压为0;

列车 (TR) 在AB区间:中性段 (N) 的电压从0开始建立,最终保持与 $\alpha$ 相供电臂 (T1) 的电压幅值和相位同步,即电压为 $0 \rightarrow u_{\alpha}$ ;

列车 (TR) 在BC区间:中性段 (N) 的电压保持为 $\alpha$ 相供电臂 (T1) 的电压,即电压为 $u_{\alpha}$ ;

列车 (TR) 在CD区间:中性段 (N) 的电压保持为 $\alpha$ 相供电臂 (T1) 的电压,即电压为 $u_{\alpha}$ ;

列车 (TR) 在DE区间:中性段 (N) 的电压开始连续转换幅值和相位,由与 $\alpha$ 相供电臂 (T1) 电压相同步转换成与 $\beta$ 相供电臂 (T2) 电压同步,即电压为 $u_{\alpha} \rightarrow u_{\beta}$ ;

列车 (TR) 在EF区间:中性段 (N) 的电压保持为 $\beta$ 相供电臂 (T2) 的电压,即电压为 $u_{\beta}$ ;

列车 (TR) 在FG区间:中性段 (N) 的电压保持为 $\beta$ 相供电臂 (T2) 的电压,即电压为 $u_{\beta}$ ;

列车离开区间:中性段 (N) 无电压,即电压为0。

4. 根据权利要求2或3所述的控制方法,其特征在于,根据列车所处的位置不同对 $\alpha$ 相供电臂 (T1)、中性段 (N) 和 $\beta$ 相供电臂 (T2) 上设置不同的电流:

列车进入区间:列车 (TR) 由 $\alpha$ 相供电臂 (T1) 独立供电,中性段 (N) 的电流为0;

列车 (TR) 在AB区间:列车 (TR) 由 $\alpha$ 相供电臂 (T1) 独立供电,中性段 (N) 的电流为0;

列车 (TR) 在BC区间:列车 (TR) 由 $\alpha$ 相供电臂 (T1) 和中性段 (N) 同时供电, $\alpha$ 相供电臂 (T1) 的电流由列车实际电流下降为0,中性段 (N) 的电流由0上升到列车实际电流;

列车 (TR) 在CD区间:列车 (TR) 由中性段 (N) 独立供电,中性段 (N) 电流为实际列车电流;  
列车 (TR) 在DE区间:列车 (TR) 由中性段 (N) 独立供电,中性段 (N) 电流为实际列车电流;  
列车 (TR) 在EF区间:列车 (TR) 由中性段 (N) 和 $\beta$ 相供电臂 (T2) 同时供电,中性段 (N) 的电流由列车实际电流下降到0, $\beta$ 相供电臂 (T2) 的电流由0上升到列车实际电流;  
列车 (TR) 在FG区间:列车 (TR) 由 $\beta$ 相供电臂 (T2) 独立供电,中性段 (N) 的电流为0;  
列车离开区间:列车 (TR) 由 $\beta$ 相供电臂 (T2) 独立供电,中性段 (N) 的电流为0。

## 一种基于大功率变流装置的过分相系统及其控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于轨道交通接触网过分相技术领域,涉及电气化铁路地面自动过分相系统领域,特别属于具体涉及一种基于大功率变流装置的过分相系统,以及其在列车过分相时的控制方法。

### 背景技术

[0002] 电气化铁路在国民经济建设和发展中发挥了巨大作用,随着市场经济和电气领域相关行业的发展,电气化铁路技术得到了长足的发展,电气化铁路朝着高速、大功率的方向发展。我国铁路牵引网采用分相分段式单相工频交流供电,该供电方式存在列车断电过分相问题,尤其是在重载、爬坡路段过分相时,降低了列车的运行速度,减小了铁路运输能力。

[0003] 为了让列车在分相区不断电过分相,目前已有的技术路线有两种,一种是日本模式的基于机械开关的“地面自动切换相位的过分相装置系统”,一种是我国首次研发的“基于地面大功率变流装置的连续供电系统”。

[0004] 第一种日本模式自动过分相装置在列车过分相时仍有不可克服的700ms左右的短时间断电和续流暂态过程,有可能带来对机车绝缘和断路器寿命状态的较大损伤,导致这一技术无法和欧制列车如CRH1、CRH3、CRH5车型匹配,影响了电分相系统在我国的应用。

[0005] 第二种我国首次自行研制的基于大功率变流装置过分相连续供电系统,是从接触网一侧供电臂取电,通过先进的电力电子电能变换技术以及先进的变流控制技术设计的变流装置,给接触网电分相区间的中性段供电,当列车进入中性段时的电压与进入前的供电臂电压完全同步,当列车在中性段行驶时,平滑转换中性段电压相位及幅值,使列车驶出中性段之前其电压与将进入的供电臂的电压完全同步,从而避免机车过分相过程中对机车产生的过电压,降低列车过分相时的机车牵引设备的工作过电压应力,改善机车过分相时司机监控操作的高强度劳动条件,提高机车-供电系统的整体可靠性,并兼容不同应用机车车型。

[0006] 相比第一种自动过分相系统,第二种接触网过分相系统在原理上就不存在断电,真正实现了接触网过分相的连续供电,但由于列车是移动的负荷,在过分相区间处,由于列车受电弓的移动,使得中性段在列车进入关节前是孤网,在列车进入关节时与供电臂并网,列车完全进入中性段时又变成孤网,在列车进入下一个关节时又与供电臂并网,当列车完全离开中性段进入下一个供电臂后又变成孤网,因此,列车在过分相过程中的中性段状态转换复杂,为了使列车在过分相过程中供电臂和中性段上不产生电弧和过电压,就对给中性段连续供电的变流装置的控制方法提出了很高的要求。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的之一是根据现有技术的不足,提供一种基于大功率变流装置的过分相系统。

[0008] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:一种基于大功率变流装置的过分相

系统,包括从牵引变电所的 $\alpha$ 相牵引母线取电的过分相连续供电系统以及由过分相连续供电系统供电的中性段,还包括由牵引变电所的 $\alpha$ 相牵引母线供电的 $\alpha$ 相供电臂和由牵引变电所的 $\beta$ 相牵引母线供电的 $\beta$ 相供电臂,所述的 $\alpha$ 相供电臂和中性段之间设置有第一分相关节,当列车行驶到第一分相关节时, $\alpha$ 相供电臂和中性段短接,所述的 $\beta$ 相供电臂和中性段之间设置有第二分相关节,当列车行驶到第二分相关节时, $\beta$ 相供电臂和中性段短接,所述的 $\alpha$ 相供电臂、中性段和 $\beta$ 相供电臂的下方铁轨上分别设置有用来检测列车行驶的位置及方向的第一计轴位置传感器、第二计轴位置传感器和第三计轴位置传感器。

[0009] 本发明的目的之二是提供一种基于大功率变流装置的过分相系统在列车过分相时的控制方法。

[0010] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:一种过分相系统在列车过分相时的控制方法,根据列车所处的位置对过分相的控制过程进行了划分,将 $\alpha$ 相供电臂、第一分相关节、中性段、第二分相关节和 $\beta$ 相供电臂所处区域划分为列车进入区间、AB区间、BC区间、CD区间、DE区间、EF区间、FG区间和列车离开区间八个位置区间,根据列车的不同位置区间进行如下的控制:

[0011] 列车进入区间:过分相连续供电系统处于封锁状态,不输出电压;

[0012] 列车在AB区间:过分相连续供电系统处于电压源的孤网供电模式;

[0013] 列车在BC区间:过分相连续供电系统处于电流源的并网供电模式;

[0014] 列车在CD区间:过分相连续供电系统处于电压源的孤网供电模式;

[0015] 列车在DE区间:过分相连续供电系统处于电压源的孤网供电模式;

[0016] 列车在EF区间:过分相连续供电系统处于电流源的并网供电模式;

[0017] 列车在FG区间:过分相连续供电系统处于电压源的孤网供电模式;

[0018] 列车离开区间:过分相连续供电系统处于封锁状态,不输出电压。

[0019] 进一步,根据列车所处的位置不同对中性段上设置不同的电压:

[0020] 列车进入区间:中性段的电压为0;

[0021] 列车在AB区间:中性段的电压从0开始建立,最终保持与 $\alpha$ 相供电臂的电压幅值和相位同步,即电压为 $0 \rightarrow u_{\alpha}$ ;

[0022] 列车在BC区间:中性段的电压保持为 $\alpha$ 相供电臂的电压,即电压为 $u_{\alpha}$ ;

[0023] 列车在CD区间:中性段的电压保持为 $\alpha$ 相供电臂的电压,即电压为 $u_{\alpha}$ ;

[0024] 列车在DE区间:中性段的电压开始连续转换幅值和相位,由与 $\alpha$ 相供电臂电压同步转换成与 $\beta$ 相供电臂电压同步,即电压为 $u_{\alpha} \rightarrow u_{\beta}$ ;

[0025] 列车在EF区间:中性段的电压保持为 $\beta$ 相供电臂的电压,即电压为 $u_{\beta}$ ;

[0026] 列车在FG区间:中性段的电压保持为 $\beta$ 相供电臂的电压,即电压为 $u_{\beta}$ ;

[0027] 列车离开区间:中性段无电压,即电压为0。

[0028] 更进一步,根据列车所处的位置不同对 $\alpha$ 相供电臂、中性段和 $\beta$ 相供电臂上设置不同的电流:

[0029] 列车进入区间:列车由 $\alpha$ 相供电臂独立供电,中性段的电流为0;

[0030] 列车在AB区间:列车由 $\alpha$ 相供电臂独立供电,中性段的电流为0;

[0031] 列车在BC区间:列车由 $\alpha$ 相供电臂和中性段同时供电, $\alpha$ 相供电臂的电流由列车实际电流下降为0,中性段的电流由0上升到列车实际电流;

- [0032] 列车在CD区间:列车由中性段独立供电,中性段电流为实际列车电流;
- [0033] 列车在DE区间:列车由中性段独立供电,中性段电流为实际列车电流;
- [0034] 列车在EF区间:列车由中性段和 $\beta$ 相供电臂同时供电,中性段的电流由列车实际电流下降到0, $\beta$ 相供电臂的电流由0上升到列车实际电流;
- [0035] 列车在FG区间:列车由 $\beta$ 相供电臂独立供电,中性段的电流为0;
- [0036] 列车离开区间:列车由 $\beta$ 相供电臂独立供电,中性段的电流为0。
- [0037] 本发明的有益效果是:通过本发明系统及其控制方法,列车可以不断电通过分相区;列车在进入中性段时,来车方向的供电臂和中性段之间不会有电弧和过电压产生;列车在离开中性段时,中性段和即将进入的下一个供电臂之间不会有电弧和过电压产生。

## 附图说明

- [0038] 图1是本发明系统结构图;
- [0039] 图2是列车在AB区间的系统等效电路;
- [0040] 图3是列车在BC区间的系统等效电路;
- [0041] 图4是列车在CD区间的系统等效电路;
- [0042] 图5是列车在DE区间的系统等效电路;
- [0043] 图6是列车在EF区间的系统等效电路;
- [0044] 图7是列车在FG区间的系统等效电路;
- [0045] 各附图标记为:过分相连续供电系统—BLQ,TR—列车,T1— $\alpha$ 相供电臂,T2— $\beta$ 相供电臂,Y1—第一分相关节,N—中性段,Y2—第二分相关节,J1—第一计轴位置传感器,J2—第二计轴位置传感器,J3—第三计轴位置传感器, $u_\alpha$ — $\alpha$ 相供电臂接触网电压, $u_\beta$ — $\beta$ 相供电臂接触网电压, $u_{s\alpha}$ — $\alpha$ 相供电臂电压, $u_{s\beta}$ — $\beta$ 相供电臂电压, $u_{sn}$ —中性段电压, $L_n$ —BLQ输出等效电感, $L_s$ —供电臂源端牵引变压器及线路等效电感, $R_n$ 、 $C_n$ —BLQ输出阻容吸收器, $L_d$ —列车上牵引变压器等效电感, $u_{sd}$ —列车上牵引整流器等效电源。

## 具体实施方式

- [0046] 下面结合附图对本发明作进一步详细说明。
- [0047] 参照图1所示,本发明公开了一种基于大功率变流装置的过分相系统,包括从牵引变电所的 $\alpha$ 相牵引母线取电的接触网过分相连续供电系统BLQ以及由过分相连续供电系统BLQ供电的接触网中性段N,还包括由牵引变电所的 $\alpha$ 相牵引母线供电的 $\alpha$ 相供电臂T1和由牵引变电所的 $\beta$ 相牵引母线供电的 $\beta$ 相供电臂T2,所述的 $\alpha$ 相供电臂T1和中性段N之间存在第一分相关节Y1,列车TR沿箭头方向在轨道上行驶,当列车TR行驶到第一分相关节Y1时,由于受电弓的滑动, $\alpha$ 相供电臂T1和中性段N短接,所述的 $\beta$ 相供电臂T2和中性段N之间存在第二分相关节Y2,当列车TR行驶到第二分相关节Y2时,由于受电弓的滑动, $\beta$ 相供电臂T2和中性段N短接,所述的 $\alpha$ 相供电臂T1、中性段N和 $\beta$ 相供电臂T2的下方铁轨上分别设置有用来检测列车TR行驶的位置及方向的第一计轴位置传感器J1、第二计轴位置传感器J2和第三计轴位置传感器J3。
- [0048] 根据本控制系统,列车可以不断电通过分相区,同时在过分相过程不会产生电弧和过电压,使得基于大功率变流装置的过分相系统适应各种电气化铁路,并兼容不同的电

力机车和高速动车组。

[0049] 一种过分相系统在列车过分相时的控制方法,根据列车TR所处的位置将 $\alpha$ 相供电臂T1、第一分相关节Y1、中性段N、第二分相关节Y2和 $\beta$ 相供电臂T2所处区域划分为列车进入区间、AB区间、BC区间、CD区间、DE区间、EF区间、FG区间和列车离开区间八个位置区间,根据列车的不同位置区间进行如下的控制:

[0050] 列车TR进入区间:列车TR沿箭头方向行驶未到第一计轴位置传感器J1位置时,过分相连续供电系统BLQ处于封锁状态,不输出电压。

[0051] 列车TR沿箭头方向行驶到第一计轴位置传感器J1至未到达第一分相关节Y1之间,即在AB区间内时,过分相连续供电系统BLQ启动孤网供电运行模式,输出电压从0开始跟踪 $\alpha$ 相供电臂接触网电压 $u_\alpha$  ( $0 \rightarrow u_\alpha$ ),使中性段N的电压与 $\alpha$ 相供电臂T1电压的幅值和相位保持同步,当输出电压与 $\alpha$ 相供电臂接触网电压幅值相位同步后,维持输出 $u_\alpha$ ,系统等效电路如图2所示。

[0052] 列车TR沿箭头方向行驶进入第一分相关节Y1时,过分相连续供电系统BLQ切换为并网供电运行,此时 $\alpha$ 相供电臂T1和过分相连续供电系统BLQ同时给列车TR供电,控制并网输出有功电流从0快速上升到列车所需电流 $I_d$ , $\alpha$ 相供电臂T1的供电电流将从 $I_d$ 快速降为0,从而使列车TR由 $\alpha$ 相供电臂T1供电快速转移到由过分相连续供电系统BLQ供电,列车TR离开第一分相关节Y1进入中性段N时将不会产生电弧,没有过电压产生。系统等效电路如图3所示。

[0053] 列车TR沿箭头方向离开第一分相关节Y1进入中性段N,未到达第二计轴位置传感器J2时,即位于CD区间内,过分相连续供电系统BLQ启动孤网供电运行模式,使中性段N的电压保持跟踪 $\alpha$ 相供电臂接触网电压 $u_\alpha$ ,列车TR完全由过分相连续供电系统BLQ供电。系统等效电路如图4所示。

[0054] 列车TR沿箭头方向行驶位于中性段N,到达第二计轴位置传感器J2未到达第二分相关节Y2时,即位于DE区间内时,过分相连续供电系统BLQ维持孤网供电运行模式,控制中性段N的电压开始变频移相跟踪 $\beta$ 相供电臂T2的电压,700ms内使中性段N的电压与 $\beta$ 相供电臂接触网电压 $u_\beta$ 同步 ( $u_\alpha \rightarrow u_\beta$ ),列车完全由过分相连续供电系统BLQ供电。系统等效电路如图5所示。

[0055] 列车TR沿箭头方向行驶进入第二分相关节Y2时,即位于EF区间内时,过分相连续供电系统BLQ切换为并网供电运行,此时列车TR由 $\beta$ 相供电臂T2和过分相连续供电系统BLQ同时给列车供电,在列车TR离开第二分相关节Y2之前,控制并网输出有功电流从列车实际电流 $I_d$ 快速下降到0, $\beta$ 相供电臂T2的供电电流将从0快速上升为列车实际电流 $I_d$ ,从而使列车TR由过分相连续供电系统BLQ供电快速转移到由 $\beta$ 相供电臂T2供电,使得列车TR离开第二分相关节Y2进入 $\beta$ 相供电臂T2时不会产生电弧,没有过电压产生。系统等效电路如图6所示。

[0056] 列车TR沿箭头方向行驶完全进入 $\beta$ 相供电臂T2,未到达第三计轴位置传感器J3时,即位于FG区间内时,过分相连续供电系统BLQ再切换到孤网供电运行模式,使中性段N的电压保持跟踪 $\beta$ 相供电臂接触网电压 $u_\beta$ ,列车完全由 $\beta$ 相供电臂T2供电。系统等效电路如图7所示。

[0057] 列车TR沿箭头方向完全驶离第三计轴位置传感器J3位置时,即位于列车离开区间时,过分相连续供电系统BLQ处于封锁状态,不输出电压,等待下一辆列车过分相。

[0058] 在八个区间位置过分相连续供电系统BLQ对应的控制运行模式及供电臂和中性段上的电压和电流情况如下表所示：

[0059]

列车位置	BLQ 控制模式	中性段上电压	中性段上电流
进入区间 (未到达 J1)	封锁脉冲	0	0
AB 区间	孤网供电运行	$0 \rightarrow u_{\alpha}$	0
BC 区间	并网供电运行	$u_{\alpha}$	$0 \rightarrow I_d$
CD 区间	孤网供电运行	$u_{\alpha}$	$I_d$
DE 区间	孤网供电运行	$u_{\alpha} \rightarrow u_{\beta}$	$I_d$
EF 区间	并网供电运行	$u_{\beta}$	$I_d \rightarrow 0$
FG 区间	孤网供电运行	$u_{\beta}$	0
离开区间 (完全驶离 J3)	封锁脉冲	0	0

[0060] 上述实施例仅例示性说明本发明的原理及其功效,以及部分运用的实施例,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明创造构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。



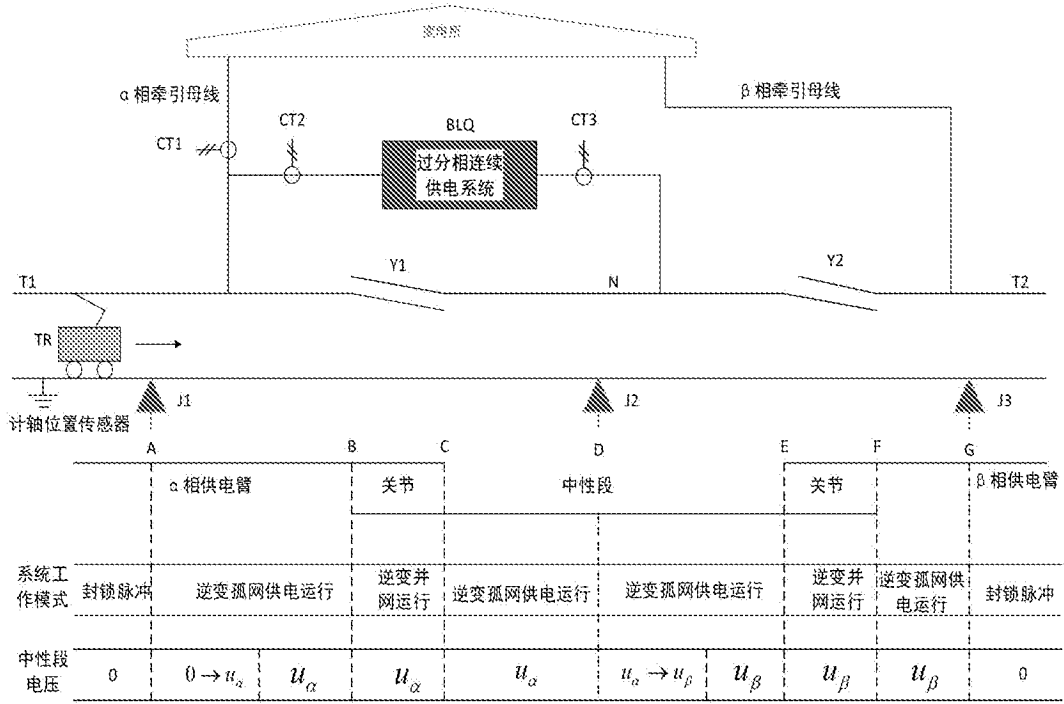


图1

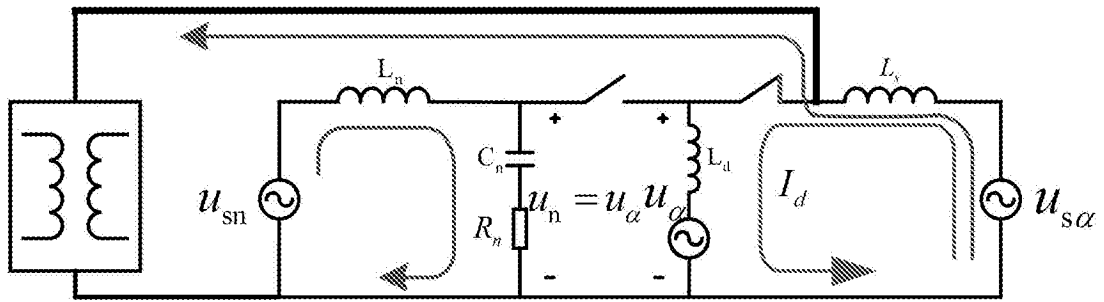


图2

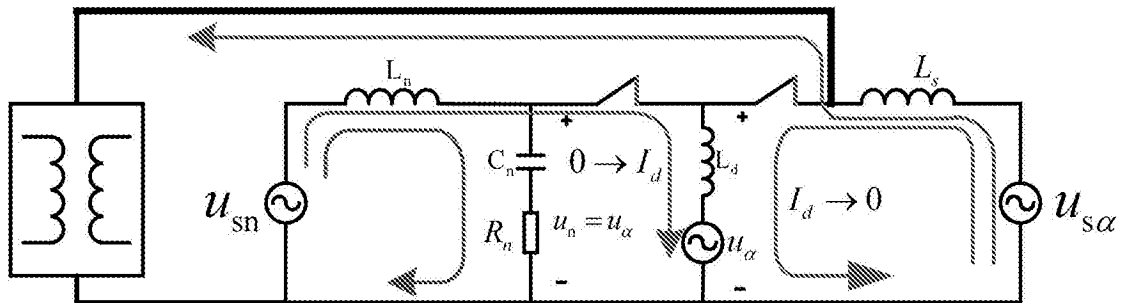


图3

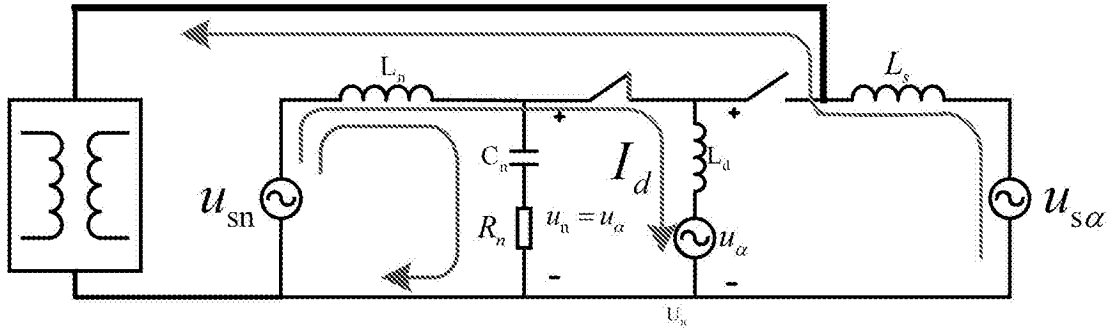


图4

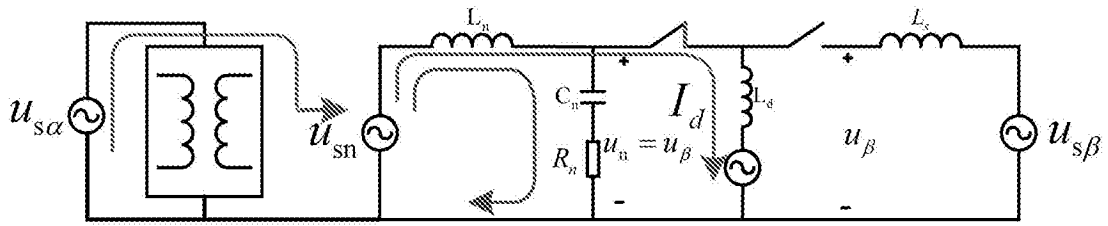


图5

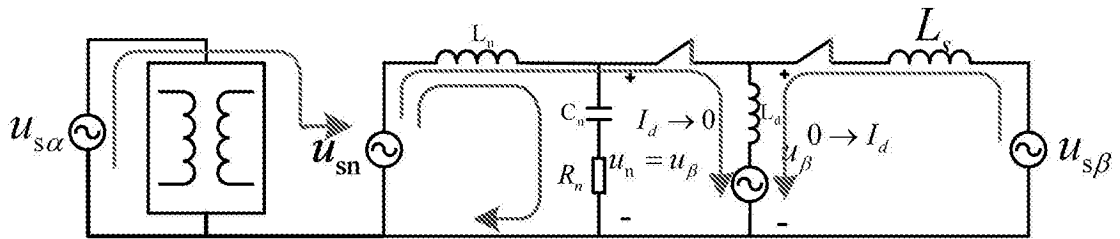


图6

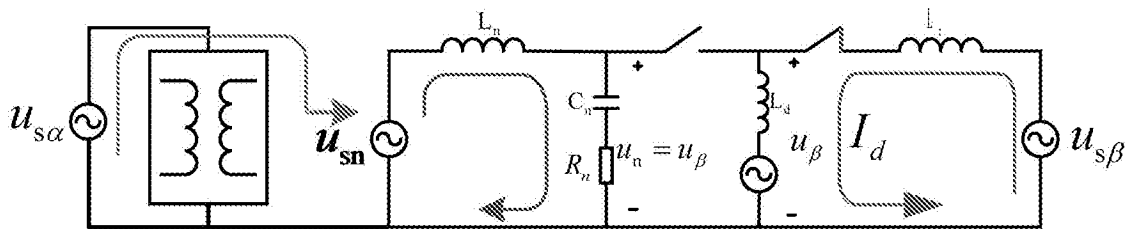


图7