(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 203850833 U
(45)授权公告日 2014.09.24

(21)申请号 201420271980.4

(22)申请日 2014.05.26

(73)专利权人 国家电网公司
地址 100031 北京市西城区西长安街 86 号
专利权人 江苏省电力公司电力科学研究院
江苏省电力公司
国网智能电网研究院

(72)发明人 刘建坤 张宁宇 李群 陈静
荆平 周飞

(74)专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司 32224
代理人 董建林 许婉静

(51)Int.Cl.
H02J 3/00(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

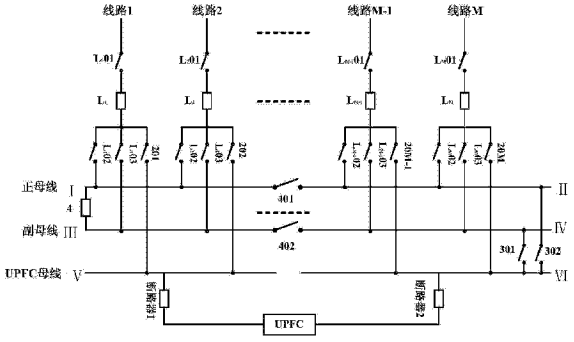
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)实用新型名称

具有多线路的变电站中统一潮流控制器的安装电路

(57)摘要

本实用新型公开了一种具有多线路的变电站中统一潮流控制器的安装电路，主要应用于具有多条线路的变电站内部，包括若干条变电站线路，变电站正母线，变电站副母线，统一潮流控制器 UPFC、UPFC 母线、若干个断路器和若干个隔离开关。通过改变隔离开关的闭合和断开状态，使在电网正常运行情况下，潮流控制器可补偿任意一条变电站线路的电压，并控制该线路的潮流，同时在不同线路之间灵活切换；在电网紧急情况下，潮流控制器可对任意两条变电站线路组成的独立回路进行潮流控制，实现紧急潮流控制功能。本实用新型实现了单个统一潮流控制器对多条线路潮流的切换控制，不但可以节省投资，提高电网运行的经济性，而且增强统一潮流控制器灵活性，有助于电网的安全稳定运行。



CN 203850833 U

1. 具有多线路的变电站中统一潮流控制器的安装电路，其特征在于，包括若干条变电站线路，变电站正母线，变电站副母线，统一潮流控制器 UPFC、UPFC 母线、若干个断路器和若干个隔离开关；所述变电站正母线分为Ⅰ段和Ⅱ段，中间通过隔离开关连接；所述变电站副母线分为Ⅲ段和Ⅳ段，中间通过隔离开关连接；所述变电站正、副母线之间由母联开关连接；所述变电站的每条线路依次连接隔离开关和断路器，然后通过一个隔离开关与变电站正母线的Ⅰ段或者Ⅱ段连接，通过另一个隔离开关与变电站副母线的Ⅲ段或者Ⅳ段连接，通过一个隔离开关与 UPFC 母线Ⅴ段或Ⅵ段相连；所述 UPFC 母线分为Ⅴ段母线和Ⅵ段母线，所述Ⅴ段母线的一侧通过断路器与统一潮流控制器的进线端连接；所述Ⅵ段母线的一侧通过断路器与统一潮流控制器的出线端连接，所述Ⅵ段母线的另一侧与变电站正母线的Ⅱ段母线、变电站副母线的Ⅳ段之间均通过隔离开关连接。

2. 根据权利要求 1 所述的具有多线路的变电站中统一潮流控制器的安装电路，其特征在于，所述统一潮流控制器包括输电线路、变压器 1 和变压器 2、变流器 1 和变流器 2、隔离开关 1 和隔离开关 2、电容和控制系统；所述隔离开关 1 安装于输电线路和变压器 1 之间；所述隔离开关 2 安装于变压器 2 与变流器 2 之间；所述变流器 1 和变流器 2 的直流侧通过电容连接；所述变流器 1 和变流器 2 的交流侧连接控制系统。

具有多线路的变电站中统一潮流控制器的安装电路

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种具有多线路的变电站中统一潮流控制器的安装电路，属于电网控制技术领域。

背景技术

[0002] 在柔性交流输电系统（FACTS）技术应用以前，电网采用传统的机械式控制方法，具有响应速度慢、不能频繁动作、控制功能离散等局限性，基本只适用于稳态潮流或电压控制，对暂态和动态稳定缺乏足够的控制能力，因此系统运行时一般留有较大的稳定裕量，难以充分利用电力设备的输电能力。

[0003] 统一潮流控制器（UPFC）是一种功能最强大、特性最优越的新一代柔性交流输电（FACTS）装置，是迄今为止通用性最好的 FACTS 装置，综合了 FACTS 元件的多种灵活控制手段，仅通过控制规律的改变，就能分别或同时实现电压调节、串联补偿和移相等所有功能。UPFC 装置可以看作是一台静止同步（STATCOM）装置与一台静止同步串联补偿器（SSSC）装置在直流侧并联构成，它可以同时并快速、独立控制输电线路中的有功功率和无功功率，从而使得 UPFC 拥有 STATCOM、SSSC 装置都不具备的四象限运行功能。UPFC 可以有效控制线路的潮流分布，提高电力系统的稳定性。

[0004] 然而，UPFC 通常安装在固定的一条线路上，只能对流过该线路的有功和无功功率进行控制。当电力系统运行中需要对多条线路进行潮流控制时，需安装相应数量的 UPFC，增加了投资费用和运行成本。

实用新型内容

[0005] 针对现有统一潮流控制安装方式的不足，本实用新型提供了一种具有多线路的变电站中统一潮流控制器的安装电路，主要应用于具有多条线路的变电站内部，实现了单个 UPFC 对多条线路进行潮流控制的功能，有效降低了运行成本和提高了电网运行的稳定。

[0006] 为达到上述目的，本实用新型所采用的技术方案为：

[0007] 具有多线路的变电站中统一潮流控制器的安装电路，包括若干条变电站线路，变电站正母线，变电站副母线，统一潮流控制器 UPFC、UPFC 母线、若干个断路器和若干个隔离开关；所述变电站正母线分为Ⅰ段和Ⅱ段，中间通过隔离开关连接；所述变电站副母线分为Ⅲ段和Ⅳ段，中间通过隔离开关连接；所述变电站正、副母线之间由母联开关连接；所述变电站的每条线路依次连接隔离开关和断路器，然后通过一个隔离开关与变电站正母线的Ⅰ段或者Ⅱ段连接，通过另一个隔离开关与变电站副母线的Ⅲ段或者Ⅳ段连接，通过一个隔离开关与 UPFC 母线Ⅴ段或Ⅵ段相连；所述 UPFC 母线分为Ⅴ段母线和Ⅵ段母线，所述Ⅴ段母线的一侧通过断路器与统一潮流控制器的进线端连接；所述Ⅵ段母线的一侧通过断路器与统一潮流控制器的出线端连接，所述Ⅵ段母线的另一侧与变电站正母线的Ⅱ段母线、变电站副母线的Ⅳ段之间均通过隔离开关连接。

[0008] 前述的统一潮流控制器包括输电线路、变压器 1 和变压器 2、变流器 1 和变流器 2、

隔离开关 1 和隔离开关 2、电容和控制系统；所述隔离开关 1 安装于输电线路和变压器 1 之间；所述隔离开关 2 安装于变压器 2 与变流器 2 之间；所述变流器 1 和变流器 2 的直流侧通过电容连接；所述变流器 1 和变流器 2 的交流侧连接控制系统。

[0009] 与现有单个 UPFC 只能固定对一条线路进行潮流控制相比，本实用新型达到的有益效果是：

[0010] （1）电网正常运行时，通过 UPFC 母线、变电站母线和多个断路器、隔离开关之间的配合操作，实现了单个 UPFC 对任意一条变电站线路进行潮流控制的功能，并能在不同线路灵活切换，不但可以节省投资，提高电网运行的经济性，而且增加了统一潮流控制器的灵活性。

[0011] （2）电网紧急故障情况下，通过 UPFC 母线和相关断路器、隔离开关之间的配合操作，使得任意两条线路组成独立运行回路，并通过 UPFC 装置实现了该回路的紧急潮流控制，提高了电网在紧急故障情况下的稳定性和安全性。

附图说明

[0012] 图 1 为本实用新型安装电路接线示意图；

[0013] 图 2 为本实用新型统一潮流控制器的内部结构示意图；

[0014] 图 3 为本实用新型统一潮流控制器控制线路 1 的潮流时的具体接线图；

[0015] 图 4 为图 3 情况下的变电站运行示意图；

[0016] 图 5 为本实用新型统一潮流控制器控制由线路 1 和线路 2 组成的独立回路的潮流的具体接线图；

[0017] 图 6 为图 5 情况下的变电站运行示意图。

具体实施方式

[0018] 以下结合附图和具体实施方式详细描述本实用新型。

[0019] 如图 1 所示，本实用新型的具有多线路的变电站中统一潮流控制器的安装电路，包括若干条变电站线路，变电站正母线，变电站副母线，统一潮流控制器 UPFC、UPFC 母线、若干个断路器和若干个隔离开关；其中 UPFC 母线分为Ⅴ段母线和Ⅵ段母线，UPFC 母线与变电站的所有线路之间均装有隔离开关，如图 1 中的，线路 1 与 UPFC 母线的Ⅴ段母线之间通过隔离开关 201 连接，线路 2 与 UPFC 母线的Ⅴ段母线之间通过隔离开关 202 连接，……，线路 M 与 UPFC 母线的Ⅵ段母线之间通过隔离开关 20M 连接。Ⅴ段母线的一侧通过断路器 1 与统一潮流控制器的进线端连接；Ⅵ段母线的一侧通过断路器 2 与统一潮流控制器的出线端连接。UPFC 母线的Ⅵ段通过隔离开关 302 连接变电站正母线的Ⅱ段，通过隔离开关 301 连接变电站副母线的Ⅳ段。

[0020] 本实用新型的变电站包括若干条线路，如图 1 中的线路 1、线路 2、……、线路 M，正母线，副母线，若干个隔离开关，如图 1 中的隔离开关 $L_1$01、隔离开关 $L_1$02、隔离开关 $L_1$03、……、隔离开关 L_M01、隔离开关 L_M02、隔离开关 L_M03，若干个断路器，如图 1 中的断路器 L_1、断路器 L_2、……、断路器 L_M。变电站正母线分为Ⅰ段和Ⅱ段，中间通过隔离开关 401 连接；变电站副母线分为Ⅲ段和Ⅳ段，中间通过隔离开关 402 连接；正、副母线之间由母联开关 4 连接；变电站的每条线路依次连接隔离开关和断路器，然后通过一个隔离开关与正

母线的Ⅰ段或者Ⅱ段连接，通过另一个隔离开关与副母线的Ⅲ段或者Ⅳ段连接，通过一个隔离开关与 UPFC 母线的Ⅴ段或者Ⅵ段相连；变电站所有线路均可外接于相同或不同母线。以线路 1 为例，线路 1 依次连接隔离开关 $L_1$01、断路器 L_1，然后通过隔离开关 $L_1$02 与正母线的Ⅰ段连接，通过隔离开关 $L_1$03 与副母线的Ⅲ段连接，通过隔离开关 201 与 UPFC 母线的Ⅴ段连接，其余线路的连接方式与线路 1 类似。

[0021] 如图 2 所示，本实用新型的统一潮流控制器包括输电线路、变压器 1 和变压器 2、变流器 1 和变流器 2、隔离开关 1 和隔离开关 2、电容和控制系统；其中隔离开关 1 安装于输电线路和变压器 1 之间；隔离开关 2 安装于变压器 2 与变流器 2 之间；变流器 1 和变流器 2 的直流侧通过电容连接；变流器 1 和变流器 2 的交流侧连接控制系统。整个统一潮流控制器等效为静止同步补偿器 (STATCOM) 和静止同步串联补偿器 (SSSC) 直流侧电容连接构成。

[0022] 如图 3 所示，为本实用新型的统一潮流控制器用于控制线路 1 潮流时的接线图。线路 1 依次连接隔离开关 $L_1$01、断路器 L_1，然后通过隔离开关 201 与 UPFC 母线的Ⅴ段连接，隔离开关 201 处于闭合状态，通过隔离开关 $L_1$02 与变电站正母线Ⅰ段连接，通过隔离开关 $L_1$03 与变电站副母线Ⅲ段连接，隔离开关 $L_1$02 和隔离开关 $L_1$03 处于断开状态。线路 2 依次连接隔离开关 $L_2$01、断路器 L_2，然后通过隔离开关 202 与 UPFC 母线的Ⅴ段连接，隔离开关 202 处于断开状态，通过隔离开关 $L_2$02 与变电站正母线Ⅰ段连接，通过隔离开关 $L_2$03 与变电站副母线Ⅲ段连接，隔离开关 $L_2$02 处于闭合状态，隔离开关 $L_2$03 处于断开状态。其余线路接线方式与线路 2 类似，连接于正母线的隔离开关均处于闭合状态，连接于副母线和 UPFC 母线的隔离开关均处于断开状态。隔离开关 $L_1$01、$L_2$01、……、L_M01 均处于闭合状态。UPFC 母线Ⅵ段与正母线Ⅱ段之间的隔离开关 302 处于闭合状态，UPFC 母线Ⅵ段与副母线Ⅳ段之间的隔离开关 301 处于断开状态，变电站正母线Ⅰ段和Ⅱ段之间的隔离开关 401 处于闭合状态，变电站副母线Ⅲ段和Ⅳ段之间的隔离开关 402 处于断开状态。统一潮流控制器内部隔离开关 1 和隔离开关 2 均处于闭合状态。在这种电路接线情况下，统一潮流控制器实现对线路 1 的潮流控制。

[0023] 图 4 示意性给出了统一潮流控制器用于控制线路 1 时，变电站的运行示意图。

[0024] 如图 5 所示，当电网发生紧急故障时，统一潮流控制器用于控制任意两条线路组成的独立回路潮流时的具体接线图。以控制线路 1 和 2 组成的独立线路潮流为例，线路 1 依次连接隔离开关 $L_1$01、断路器 L_1，然后通过隔离开关 201 与 UPFC 母线的Ⅴ段连接，隔离开关 201 处于闭合状态，通过隔离开关 $L_1$02 与变电站正母线Ⅰ段连接，通过隔离开关 $L_1$03 与变电站副母线Ⅲ段连接，隔离开关 $L_1$02 和隔离开关 $L_1$03 处于断开状态。线路 2 依次连接隔离开关 $L_2$01、断路器 L_2，然后通过隔离开关 202 与 UPFC 母线的Ⅴ段连接，隔离开关 202 处于断开状态，通过隔离开关 $L_2$02 与变电站正母线Ⅰ段连接，通过隔离开关 $L_2$03 与变电站副母线Ⅲ段连接，隔离开关 $L_2$02 处于闭合状态，隔离开关 $L_2$03 处于断开状态。线路 M 依次连接隔离开关 L_M01、断路器 L_M，然后通过隔离开关 20M 与 UPFC 母线的Ⅵ段连接，隔离开关 20M 处于断开状态，通过隔离开关 L_M02 与变电站正母线的Ⅱ段连接，通过隔离开关 L_M03 与变电站副母线Ⅳ段连接，隔离开关 L_M02 处于断开状态，隔离开关 L_M03 处于闭合状态。其余线路接线方式与线路 M 类似，连接于副母线的隔离开关均处于闭合状态，连接于正母线和 UPFC 母线的隔离开关均处于断开状态。隔离开关 $L_1$01、$L_2$01、……、L_M01 均处于闭合状态。UPFC 母线Ⅵ段与正母线Ⅱ段之间的隔离开关 302 处于闭合状态，UPFC 母线Ⅵ段与副母线Ⅳ段之间

的隔离开关 301 处于断开状态，变电站正母线Ⅰ段和Ⅱ段之间的隔离开关 401 处于闭合状态，变电站副母线Ⅲ段和Ⅳ段之间的隔离开关 402 处于断开状态。统一潮流控制器内部隔离开关 1 和隔离开关 2 均处于闭合状态。在这种电路接线情况下，统一潮流控制器实现对线路 1 和 2 组成的独立回路潮流的控制。

[0025] 图 6 示意性给示出了当电网发生紧急故障时，统一潮流控制器对线路 1 和 2 组成的独立回路进行潮流控制时，变电站的运行示意图。

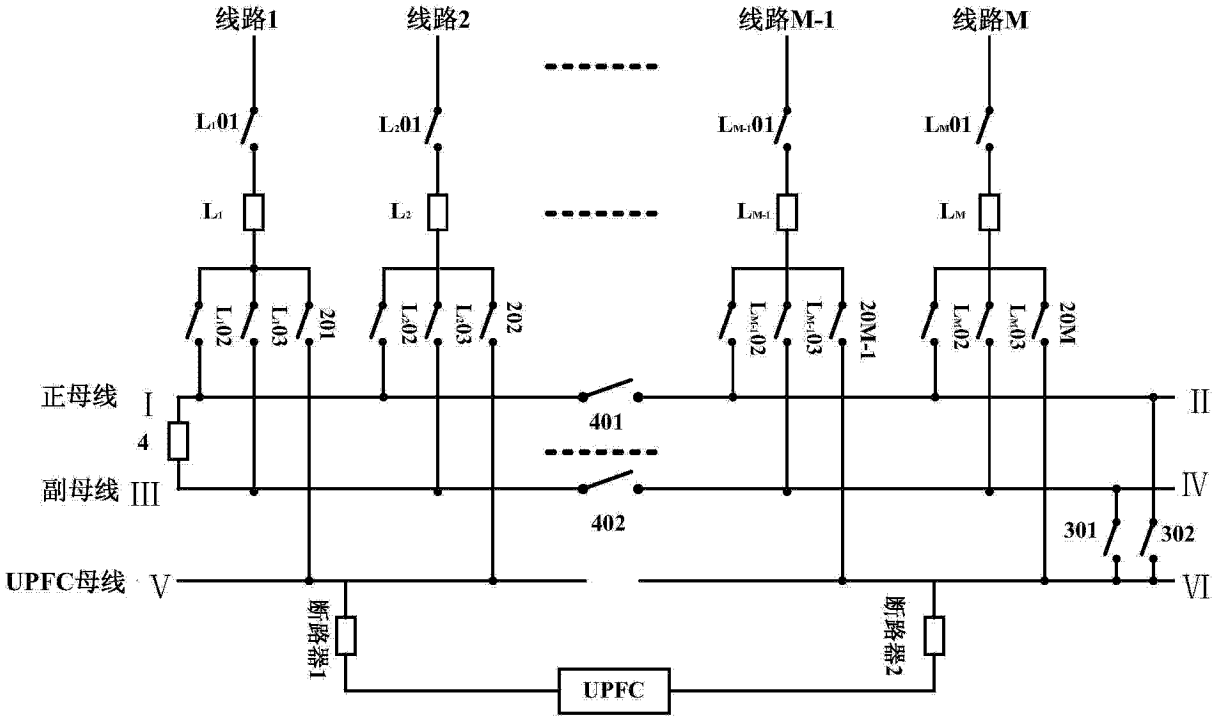

线路1
线路2
线路M-1
线路M
L101
L201
LM-101
LM01
L1
L2
LM-1
LM
L102
L103
201
L202
L203
202
LM-102
LM-103
20M-1
LM02
LM03
20M
正母线 I
4
副母线 III
401
402
II
IV
301
302
UPFC母线 V
VI
断路器1
断路器2
UPFC

图 1

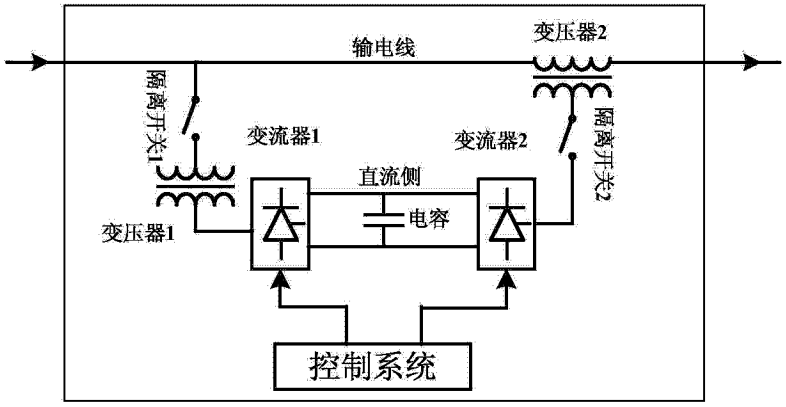

输电线
变压器2
隔离开关1
变流器1
变流器2
隔离开关2
直流侧
电容
变压器1
控制系统

图 2

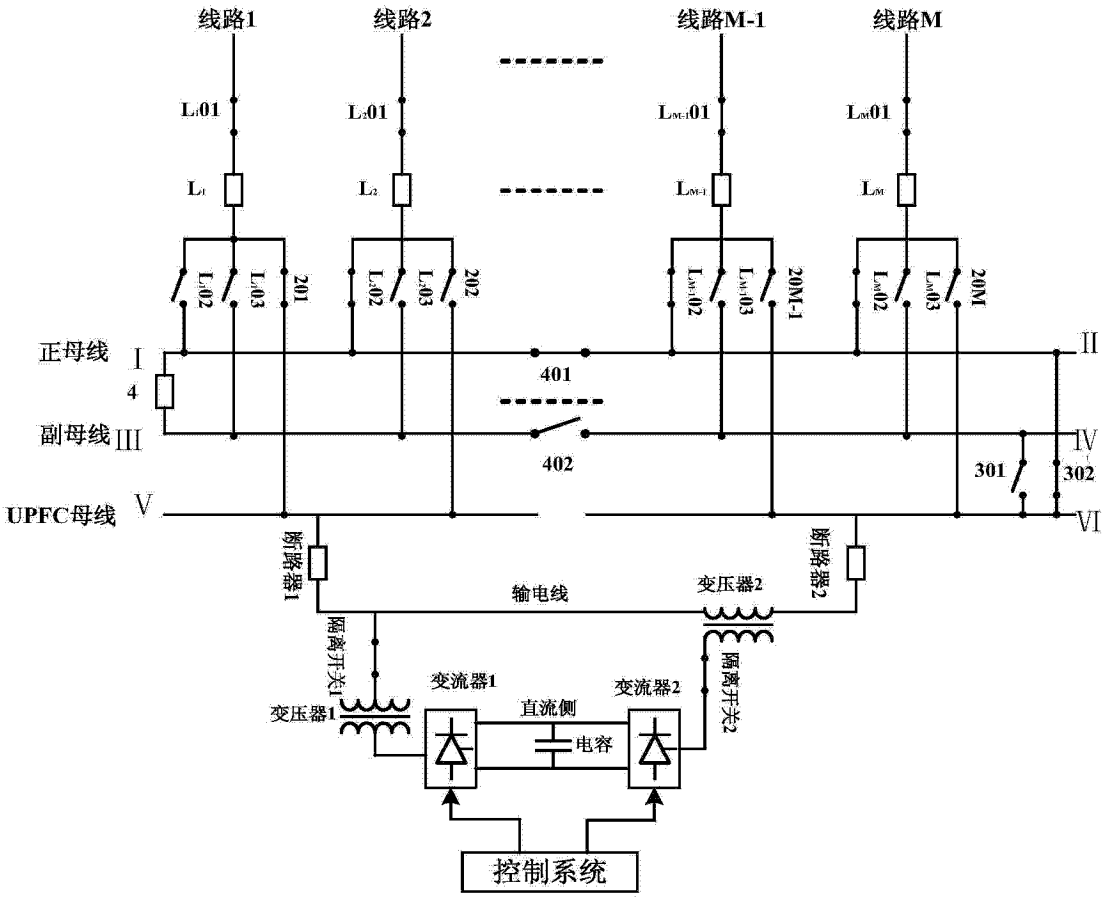

线路1
线路2
线路M-1
线路M
L101
L201
LM-101
LM01
L1
L2
LM-1
LM
L102
L103
202
LM-102
LM-103
20M-1
LM02
LM03
20M
正母线 I
4
副母线 III
401
402
II
IV
301
302
UPFC母线 V
VI
断路器1
断路器2
输电线
变压器2
隔离开关1
隔离开关2
变流器1
变流器2
变压器1
直流侧
电容
控制系统

图 3

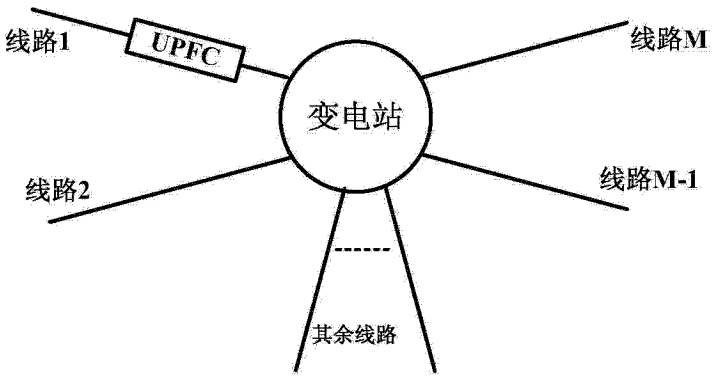

线路1
UPFC
线路M
变电站
线路2
线路M-1
其余线路

图 4

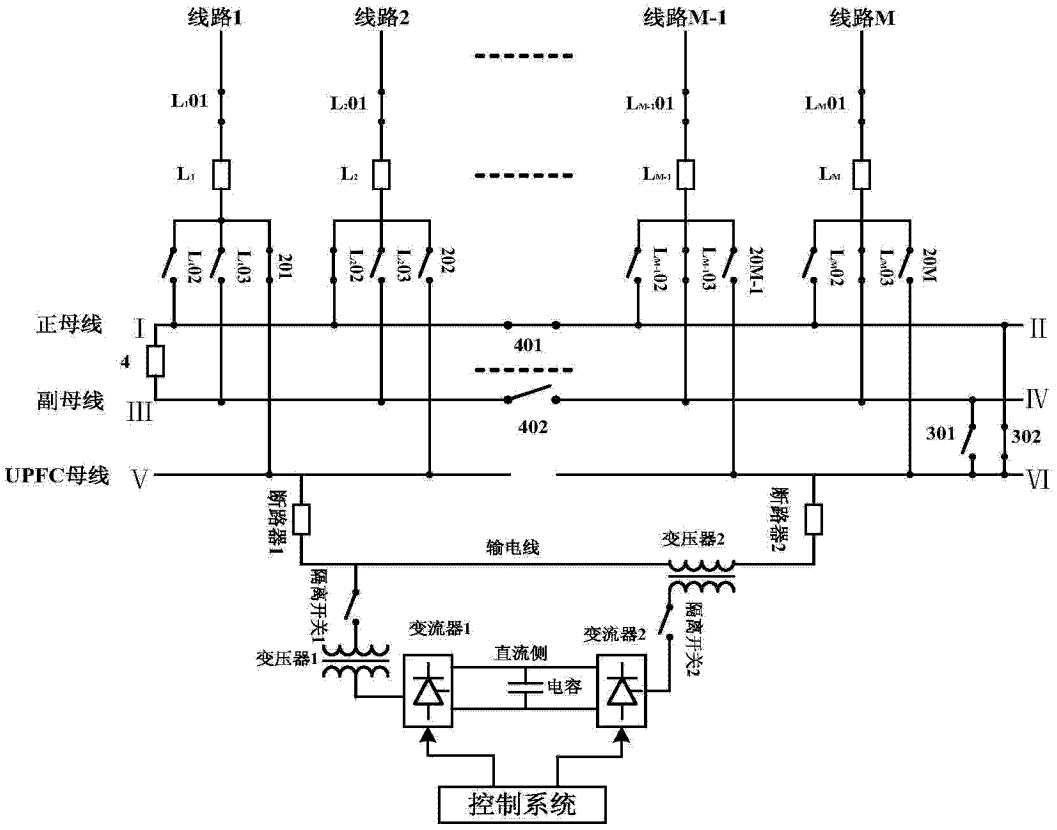

线路1
线路2
线路M-1
线路M
L101
L201
LM-101
LM01
L1
L2
LM-1
LM
L102
L103
201
L202
L203
202
LM-102
LM-103
20M-1
LM02
LM03
20M
正母线
I
II
401
4
副母线
III
IV
402
301
302
UPFC母线
V
VI
断路器1
断路器2
输电线
变压器2
隔离开关1
隔离开关2
变流器1
变流器2
变压器1
直流侧
电容
控制系统

图 5

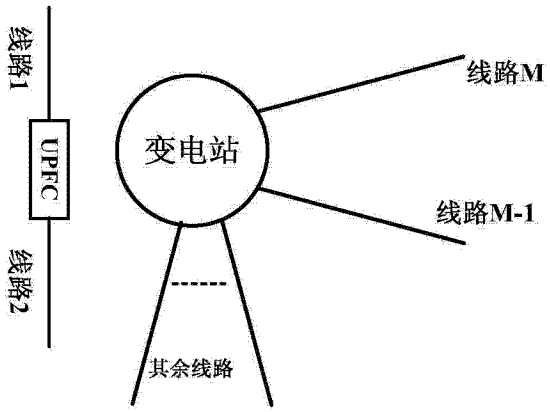

线路1
UPFC
线路2
变电站
线路M
线路M-1
其余线路

图 6