

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101409442 B

(45) 授权公告日 2010.08.25

(21) 申请号 200810227216.6

(22) 申请日 2008.11.25

(73) 专利权人 中国南方电网有限责任公司
地址 510623 广东省珠江新城华穗路6号
专利权人 北京四方继保自动化股份有限公司

(72) 发明人 赵曼勇 周红阳 陈朝晖 吴国沛
刘育权 莫文雄 段刚 吴京涛

(74) 专利代理机构 北京金阙华进专利事务所
(普通合伙) 11224

代理人 吴鸿维

(51) Int. Cl.

H02H 7/26 (2006.01)

审查员 崔海波

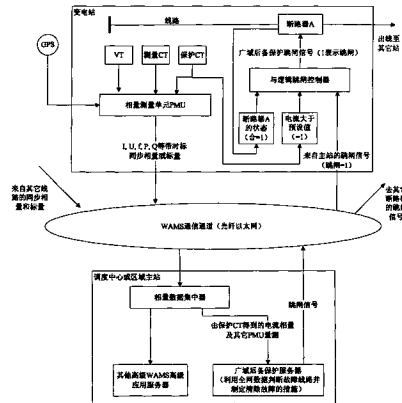
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

基于广域测量系统的具有可靠选择性的快速线路后备保护方法

(57) 摘要

本发明公开了一种线路后备保护方法。其利用现有的广域测量系统实现对全网范围内的所有安装有 PMU 的线路首末端电压、电流相量的同步实时量测,在广域测量系统主站基于这些数据,采用元件分相电流差动保护的判别方法,准确判断出故障发生的具体线路。然后通过 WAMS 主站增加的控制服务器,将故障线路跳闸信号即时下发到变电站的线路跳闸执行单元。利用通讯系统和主站判断决策系统的固有延迟,实现主保护和后备保护的时间配合。从而,实现在线路主保护失灵的情况下,后备保护快速动作并具有可靠的选择性。在开关拒动的情况下,通过拓扑分析,选择所有相邻线路进行开断。



1. 一种广域线路后备保护方法,所述后备保护方法利用广域测量系统实现对全网范围内线路的首末端电压、电流相量的同步实时量测,并将实时量测的数据集中到广域测量系统主站,经主站中的广域后备保护服务器的计算分析,定位故障位置,并下发控制命令到子站,利用通讯系统和主站判断决策系统的固有延迟,实现线路主保护和线路后备保护的时间配合;在开关拒动的情况下,通过拓扑分析,选择所有相邻线路进行开断,该方法将具有不同级别时间延迟的线路后备保护,由快到慢分别称为 I 段后备保护、II 段后备保护以至多段后备保护,其特征在于所述方法包括以下步骤:

1) 子站的相量测量单元 PMU 实时量测线路的首末端电压、电流相量,根据实时量测的电压、电流相量计算得到电压、电流的幅值和相位以及频率,并把幅值、相位和频率计算结果以及所采集的断路器位置、刀闸位置状态量连同相应时刻的 GPS 时标通过网络上送到主站的相量数据集中器;

2) 所述主站中的广域后备保护服务器获取上述上送到主站相量数据集中器的数据进行计算分析,并判定故障所在的线路和相别,当发现并确定线路故障后,主站立刻向子站控制装置发出跳闸命令;

3) 利用通讯系统和主站判断决策系统的固有延迟,实现主保护和 I 段后备保护的时间配合;

4) 在开关拒动的情况下,通过拓扑分析,选择所有相邻线路进行开断,即实现线路的 II 段后备保护,依次类推可实现线路的多段后备保护。

2. 根据权利要求 1 所述的广域线路后备保护方法,其特征在于:该保护方法基于广域测量系统 WAMS 的硬件设施,利用分布于全网各子站的相量测量单元 PMU 同步实时采集被保护线路两端的电压和电流相量,上送到广域测量系统 WAMS 主站,并进一步转送到广域后备保护服务器,所述通信系统采用电力数据以太网或者采用专线,实时采集的同步相量数据采用 TCP 协议传输,而主站广域后备保护服务器下发的控制命令采用 UDP 协议传输。

3. 根据权利要求 1 所述的广域线路后备保护方法,其特征在于:根据上送到广域测量系统 WAMS 主站的各线路的首末端的相量电流和相量电压,判断线路各侧的电流突变量是否达到设定值,基于分相电流差动的原理,计算相应线路两侧电流的相量和的幅值作为差动电流,以两侧电流相量差的幅值作为制动电流,采用比率制动特性判断故障所在的线路和相别。

4. 根据权利要求 1 所述的广域线路后备保护方法,其特征在于:当发现故障后主站立刻向子站控制装置发出跳闸命令,在子站控制装置处,若识别到主保护已断开相应开关或者本地的线路电流已经小于额定电流的 10%,则该主站命令不出口,否则执行该主站命令,并返回主站命令被执行的信息;由于网络数据传输的延时以及主站集中计算的延时,来自于广域线路后备保护主站的即刻跳闸命令会比就地的线路主保护延迟 100-300 毫秒,由此实现主保护和后备保护的配合。

5. 根据权利要求 1 所述的广域线路后备保护方法,其特征在于:主站发出跳闸命令后,经设定延时时间后,若发现故障线路电流仍然大于额定电流的 10%,则说明跳闸命令没被执行,判定相应侧的开关拒动,则主站根据网络拓扑分析的结果,对相应开关的所有相邻线路两端的断路器发送跳闸命令,即实现线路的 II 段后备保护,依次类推可实现线路的多段后备保护。

6. 根据权利要求 1 所述的广域线路后备保护方法,其特征在于:所述子站的跳闸执行装置的核心由与逻辑跳闸控制器构成,其输入是断路器的开合状态、线路电流是否大于预设值、来自于广域后备保护主站的跳闸信号;只有当断路器处于合闸状态并且线路电流大于预设值并且有来自于广域后备保护主站的跳闸信号时,与逻辑跳闸控制器输出为 1,才跳开相应的线路断路器。

7. 根据权利要求 1 所述的广域线路后备保护方法,其特征在于:线路同时配备测量 CT 和保护 CT,所述子站的相量测量单元 PMU 同时采集测量 CT 和保护 CT 的数据,其中保护 CT 的数据用于计算故障时的电流相量,并供广域后备保护系统的主站和子站的分析使用。

8. 根据权利要求 1 所述的广域线路后备保护方法,其特征在于:所述主站广域后备保护服务器的计算分析时间不超过 200ms。

9. 根据权利要求 2 所述的广域线路后备保护方法,其特征在于:测量数据到控制主站的延迟不超过 150ms;控制命令发出到控制子站执行,延迟不超过 50ms。

基于广域测量系统的具有可靠选择性的快速线路后备保护方法

技术领域

[0001] 本发明属于电力系统继电保护技术领域,特别涉及一种基于广域测量系统的具有可靠选择性的快速线路后备保护。

背景技术

[0002] 电力系统中的线路保护用于在电网发生故障后实现对故障线路的自动和快速切除并隔离故障,以保证人身和设备安全以及无故障部分的正常运行。线路的主保护根据线路的就地信息,在故障时即刻跳开就地断路器,切除就地线路,隔离故障。线路的后备保护用于在线路主保护失灵或线路断路器失灵的情况下,跳开本地或其他线路的断路器实现线路故障的隔离。然而现有的线路后备保护存在以下问题:

[0003] (1) 常规的线路后备保护虽然有比较大的保护范围,但其选择性的获得要以牺牲快速性为代价,动作时间过长,有时候难以发挥应有的保护作用。在现有的继电保护配置当中,后备保护的时限整定遵循阶梯时限原则,为了保证选择性,后备保护的動作时限可能高达数秒。即可靠的选择性和动作的快速性不能兼得,在电网规模和复杂程度越来越大的情况下,这一问题越显突出,至今仍无法很好的解决。

[0004] (2) 在高压环网系统,仅根据就地信息进行线路后备保护的阶梯整定存在配合上的困难。

[0005] 上述常规线路后备保护的困难是由于仅根据局部信息进行线路后备保护决策造成的。

[0006] 近年来广域保护的理論也逐渐涌现,但是已经提出的广域保护方法存在以下问题:

[0007] (1) 已有的广域保护方法虽然实现了一定范围广域信息的利用,但是其保护决策均是在各保护终端装置(即子站)做出的,有的方法的保护终端虽然与控制中心之间也有信息交互,然而其控制中心主要是对各保护终端起协调作用,而不是做最终的保护动作决策。由于保护终端装置的决策不能基于实时的全网信息进行,因此其灵活性和适应性受到限制,更重要的是由于其只能基于局部的或部分的网络信息进行决策,因此其保护决策算法往往是根据具体的局部网络结构设计的,各个保护终端的算法通用性差,增加了保护终端(子站)开发和维护的难度。

[0008] (2) 已有的广域保护方法在保护终端装置(即子站)进行广域信息的收集,为了获得必要的全网信息可能需要与很多的其他保护终端进行通讯,尤其在多段后备保护以及需要与稳控装置进行配合的情况下,还需要与不直接相邻的站进行通讯,而这些不直接相邻的站可能会随着网络运行方式的变化而变化。因此要对每一保护终端建立适应不同的电网运行方式的通讯系统的代价极高,甚至不可能。

[0009] (3) 已有的广域保护方法不是基于由相量测量单元(PMU)组成的广域测量系统(WAMS)实现的,进行广域传输的信息为CT、VT录波数据或相量值和有效值。其中保护录波

数据密度 (1200 ~ 9600 帧 / 秒等) 远高于 PMU/WAMS 相量测量数据传输密度 (通常为 50 帧 / 秒), 限于实际通讯系统的能力, 不可能会有基于连续传输的录波数据的大范围的广域应用。因此只能基于有效值或相量值的传送实现大范围的广域应用, 其中相量值的计算方法有可能因保护厂家的不同而不同, 因此导致由算法不同造成的相角差异, 影响广域保护应用的准确度。

[0010] 随着基于相量测量单元 (PMU) 的广域同步相量测量系统 (WAMS) 的出现以及计算机处理能力的提高, 使得集中获得区域电网多点的同步的电气量和状态量, 并进行集中的分析决策成为可能。而在 PMU/WAMS 系统中, 由于其相量计算方法和精度需要遵循国际标准和行业标准的要求, 因此由于不同厂家算法的不同造成的相量相角的差异会很小。本发明将利用电网中的广域测量系统, 通过增加集中决策服务器以及远方控制执行系统实现基于广域信息的具有可靠选择性的快速线路后备保护。

发明内容

[0011] 为克服现有技术中存在的上述问题, 本发明公开了一种基于广域测量系统的具有可靠选择性的快速线路后备保护方法, 利用电网中的广域测量系统, 通过增加集中决策服务器以及远方控制执行系统实现基于广域信息的具有可靠选择性的快速线路后备保护。

[0012] 本发明具体采用以下技术方案:

[0013] 提出了一种广域线路后备保护方法, 其利用现有的广域测量系统实现对全网范围内的所有安装有相量测量单元 PMU 的线路首末端电压、电流相量的同步实时量测, 经 WAMS 主站以及广域后备保护服务器的计算分析, 准确定位故障位置, 并下发控制命令到子站。利用通讯系统和主站判断决策系统的固有延迟, 实现主保护和后备保护的时间配合。在开关拒动的情况下, 通过拓扑分析, 选择所有相邻线路进行开断。将具有不同级别时间延迟的线路后备保护, 由快到慢分别称为 I 段后备保护、II 段后备保护以至多段后备保护; 其特征在于, 所述方法包括以下步骤:

[0014] 1) 子站的相量测量单元 PMU 实时量测线路的首末端电压、电流相量, 根据实时量测的电压、电流相量计算得到电压、电流的幅值和相位以及频率, 并把幅值、相位和频率计算结果以及断路器位置、刀闸位置等状态量连同相应时刻的 GPS 时标通过网络上送到主站的相量数据集中器;

[0015] 2) 所述主站中的广域后备保护服务器获取上述上送到主站相量数据集中器的数据进行计算分析, 并判定故障所在的线路和相别, 当发现并确定线路故障后, 主站立刻向子站控制装置发出跳闸命令;

[0016] 3) 利用通讯系统和主站判断决策系统的固有延迟, 实现主保护和 I 段后备保护的时间配合;

[0017] 4) 在开关拒动的情况下, 通过拓扑分析, 选择所有相邻线路进行开断, 即实现线路的 II 段后备保护, 依此类推可实现线路的多段后备保护。

[0018] 本发明提出的广域线路后备保护系统的主要特征如下:

[0019] (1) 数据通信系统: 基于广域测量系统 WAMS 的硬件设施, 利用分布于全网各子站的相量测量单元 PMU 同步实时采集被保护线路两端的电压和电流相量, 上送到 WAMS 主站, 并进一步转送到广域后备保护服务器。通信网络可以采用电力数据以太网也可采用专线,

实时采集的同步相量数据采用 TCP 协议传输,而主站广域后备保护服务器下发的控制命令采用 UDP 协议传输。测量数据到控制主站的延迟不超过 150ms;控制命令发出到控制子站执行,延迟不超过 50ms。

[0020] (2) 广域后备保护功能:将具有不同级别时间延迟的线路后备保护,由快到慢分别称为 I 段后备保护、II 段后备保护等。实现方法如下:

[0021] a) 线路后备保护 I 段的实现:广域保护服务器实时根据主站采集到的各线路的首末端的相量电流和相量电压,基于元件分相电流差动的原理,判断故障是否发生,以及故障所在的线路和相别。当发现并确定故障后立刻向子站控制装置发出跳闸命令。在子站控制装置处,若识别到主保护已断开相应开关或者线路电流已经很小,则该主站命令不出口;否则执行该主站命令,并返回主站命令被执行的信息(这说明主保护拒动或主保护有非正常延时或短路已不存在)。由于网络数据传输的延时以及主站集中计算的延时,来自于广域线路后备保护主站的即刻跳闸命令也会比就地的线路主保护延迟大约 100-300 毫秒,由此实现主保护和后备保护的配合。

[0022] b) 线路 II 段及以上后备保护的实现:主站发现故障并发出跳闸命令后,经延时一定时间,若发现故障线路某侧电流仍然大于定值,则说明跳闸命令没被执行,意味着相应侧的开关拒动,则主站分析软件根据网络拓扑,对相应开关的所有相邻线路两端的断路器发送跳闸命令,即实现线路的 II 段后备保护。依次类推可实现线路的多段后备保护。

[0023] 上述后备保护的实现过程中,在主站广域后备保护服务器的计算分析时间不超过 200ms。

[0024] (3) 子站执行装置:广域后备保护在子站的跳闸执行装置的核心由与逻辑跳闸控制器构成,其输入是断路器的开合状态(合=1)、线路电流是否大于预设值(大于预设值=1)、来自于广域后备保护主站的跳闸信号(跳闸=1);只有当 3 个输入全为 1 时,与逻辑跳闸控制器输出为 1,即跳开相应的线路断路器。

[0025] (4) 子站的 PMU 相量测量装置:各被保护线路同时配备测量 CT 和保护 CT,PMU 装置同时采集测量 CT 和保护 CT 的数据,其中保护 CT 的数据用于计算故障时的电流相量,并供广域后备保护系统的主站和子站的各分析判断模块使用。

[0026] 本发明基于广域测量系统集中到主站的全网实时同步相量数据信息,从全网的角度准确判别出故障的位置以及相关的线路,可以在最多 300 毫秒的时间内做出决策并送达子站执行装置。这避免了传统线路后备保护中为了实现选择性而采取的分段阶梯时延的方法(通常一级阶梯时延就需 500 毫秒,多级时延可能高达数秒),大大加快了线路后备保护的動作速度。在开关拒动的情况下,本发明可以快速并准确地将故障线路的所有相邻线路断开,避免事故的扩大。同时,利用全局信息进行后备保护的征订,解决了在高压环网电力系统中,仅根据就地信息进行线路后备保护的阶梯整定存在的配合上的困难。

附图说明

[0027] 图 1 基于 WAMS 的快速线路后备保护总体方案示意图;

[0028] 图 2 广域线路后备保护 II 段故障跳闸示意图。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图和实例对本发明作进一步详细的说明。

[0030] 本发明的总体方案示意图见附图 1。在区域电网的控制中心设置广域线路后备保护主站,通常可利用现有的广域测量系统的通信网络和主站的数据集中处理单元。在被保护的线路两侧的变电站设置相量测量单元 PMU 以及控制执行子站。主站和子站之间通过电力系统的电力数据网或 2M 带宽的专用数据通道进行通信。建议对量测数据采用 TCP 协议;对控制命令采用 UDP 协议,以保证命令执行的快速性。另外,将具有不同级别时间延迟的线路后备保护,由快到慢分别称为 I 段后备保护、II 段后备保护等。广域后备保护的具体实现过程如下:

[0031] (1) 子站的相量测量单元每隔 10ms 进行一次相量计算,根据电压、电流的录波值计算得到电压、电流的幅值和相位以及频率。并把幅值、相位和频率计算结果以及断路器位置、刀闸位置等状态量连同相应时刻的 GPS 时标通过网络上送到主站的相量数据集中器。对于被保护的线路,相量测量单元同时采集其测量 CT 和保护 CT 的电流录波,并计算相应的电流相量,由保护 CT 得到的电流相量用于广域后备保护的应用中。

[0032] (2) 主站的相量数据集中器实现相量数据的接收,并通过实时数据库和历史数据库实现数据的存储、查询、调用和维护。广域测量系统主站的广域后备保护服务器以 10ms 为周期(对于大规模网络,可延长该周期)从实时库获取系统的断面数据,判断线路各侧的电流突变量是否达到设定值,若达到,说明电网中存在故障,计算相应线路两侧电流的相量和的幅值作为差动电流,两侧电流相量差的幅值作为制动电流,采用比率制动特性判定故障所在的线路和相别。当发生电流互感器断线时,可以根据控制字的设置决定是否闭锁相应元件的差动保护计算。当发现并确定线路故障后,主站立刻向子站控制装置发出跳闸命令。

[0033] (3) 在子站控制装置处,其跳闸执行装置的核心由与逻辑跳闸控制器构成,其输入是断路器的开合状态(合=1)、线路电流是否大于预设值(大于预设值=1)、来自于广域后备保护主站的跳闸信号(跳闸=1);只有当 3 个输入全为 1 时,与逻辑跳闸控制器输出为 1,即跳开相应的线路断路器。当主站发送来跳闸信号,与逻辑控制器若识别到主保护已断开相应开关或者本地的线路电流已经很小,则该主站命令不出口;否则执行该主站命令,并返回主站命令被执行的信息(这说明主保护拒动或主保护有非正常延时或短路已不存在)。由于网络数据传输的延时以及主站集中计算的延时,来自于广域线路后备保护主站的即刻跳闸命令会比就地的线路主保护延迟大约 100-300 毫秒,由此实现主保护和后备保护的配合。

[0034] (4) 广域线路保护主站发现故障并发出跳闸命令后,经延时一定时间(例如可设为 300 毫秒),若发现故障线路某侧电流仍然大于定值,则说明跳闸命令没被执行,意味着相应侧的开关拒动,则主站分析软件根据网络拓扑,对相应开关的所有相邻线路两端的断路器发送跳闸命令,即实现线路的 II 段后备保护。依次类推在连续出现开关拒动的情况下可实现线路的多段后备保护。如附图 2 所示,Line1 线路发生区内故障,主站广域线路后备保护服务器发跳闸命令给 B1 和 B2 断路器,经过 300ms 后,若 B1 处仍然有电流存在(电流大于 0.1 倍额定电流),则认为 B1 开关拒动,主站控制服务器发送跳令给 B3 和 B4;若 B2 处仍然有电流存在,主站控制服务器发送跳令给 B8、B9、B7 和 B10。

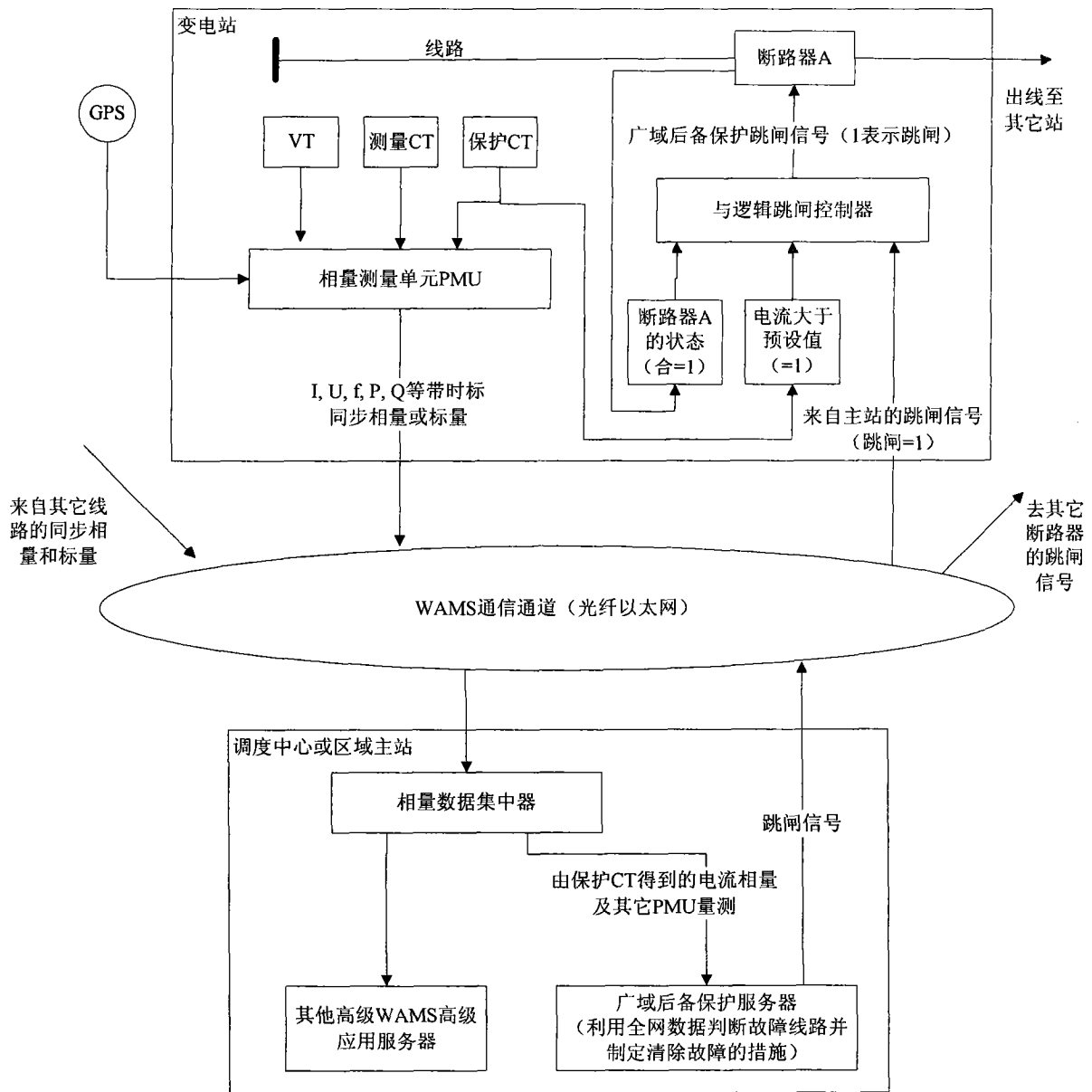


图 1

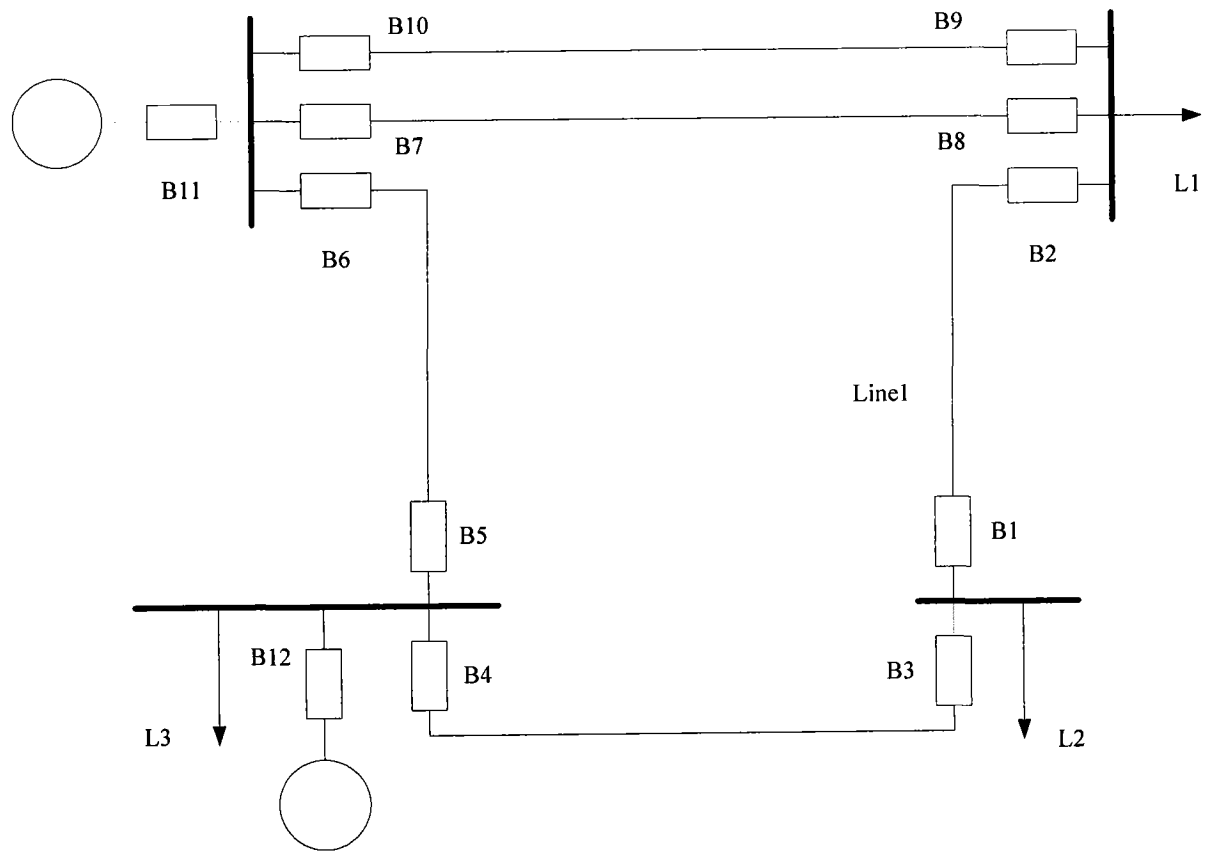


图 2