



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102037630 A

(43) 申请公布日 2011. 04. 27

(21) 申请号 200880130442. 0

(22) 申请日 2008. 07. 21

(85) PCT申请进入国家阶段日  
2011. 01. 19

(86) PCT申请的申请数据  
PCT/CN2008/071697 2008. 07. 21

(87) PCT申请的公布数据  
W02010/009588 EN 2010. 01. 28

(71) 申请人 ABB 研究有限公司  
地址 瑞士苏黎世

(72) 发明人 王照 王刚 景雷 马文晓

(74) 专利代理机构 北京邦信阳专利商标代理有  
限公司 11012  
代理人 王昭林 崔华

(51) Int. Cl.  
H02J 13/00(2006. 01)

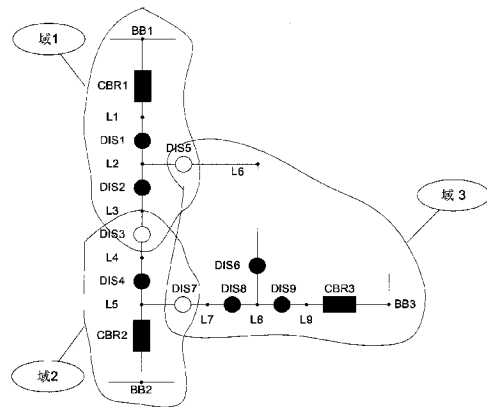
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 7 页

(54) 发明名称

馈线自动化系统及其实现方法

(57) 摘要

本发明提供一种馈线自动化系统及其实现的方法。该馈线自动化系统包括拥有第一子站的第一域,用于第二子站的第二域,以及在第一域和第二域之间的联络开关。第一子站用于直接对联络开关进行操作,而第二子站用于通过第一子站对联络开关进行操作。当故障发生,第一子站和第二子站彼此合作来完成故障检测,故障隔离和供电恢复等,该过程不需要主站的参与。



1. 一个馈线自动化系统,包括:  
第一域,包含第一子站;  
第二域,包含第二子站;和  
第一域和第二域之间的联络开关;其中  
第一域直接对联络开关进行操作,第二域通过第一域对联络开关进行操作。
2. 根据权利要求1所述的馈线自动化系统,其中:联络开关对于第一域而言配置为真实的联络开关,并对于第二域而言为虚拟的联络开关。
3. 根据权利要求1或2所述的馈线自动化系统,其中:第一子站包含对第一域的配置,第二子站包含对第二域的配置。
4. 根据权利要求1-3任意一项所述的馈线自动化系统,其中:第一子站包含监视和控制第一域的装置,第二子站包含对第二域监视和控制的装置。。
5. 根据权利要求1-4任意一项所述的馈线自动化系统,还包括与第一子站和第二子站通信的主站。
6. 根据权利要求1-5任意一项所述的馈线自动化系统,其中:第一域包含一个与第一子站进行通信的终端装置,第二域包含一个与第二子站进行通信的终端装置。
7. 一种实现馈线自动化系统的方法,包括:包含第一子站的第一域,第二子站的第二域,和第一域和第二域之间的联络开关;其中第一域直接对联络开关进行操作,第二域通过第一域对联络开关进行操作;  
该方法包括:  
故障检测,第一子站检测发生在第一域的故障;  
故障定位,第一子站确定在第一域中发生故障的位置;  
故障隔离,第一子站隔离第一域中发生故障的位置;以及  
供电恢复,第一子站恢复对第一域的供电。
8. 根据权利要求7所述的方法,其中:对第一域中进行供电恢复包括:  
路径搜索,第一域中的第一子站搜索到需要供电恢复的、包括联络开关的节点连结点的可行路径;  
发送询问,第一子站发送请求给第二子站来询问在第二域中是否存在可行路径到联络开关;  
接收响应,第一子站接收第二子站发来的响应,该响应表明在第二域中有可行路径到联络开关;  
闭合开关,第一子站闭合联络开关。
9. 根据权利要求8所述的方法,其中:该响应还包括在第二域内路径的供电能力;在闭合联络开关之前,该方法还包括,第一子站确定第二域中的该路径的供电能力是否满足需要供电恢复连结点的需要。
10. 根据权利要求7-9任意一项所述的方法,其中:第一子站定期向第二子站报告联络开关的状态和第一域内通过联络开关与第二子站连接的馈线的带电情况,并且第二子站定期向第一子站报告第二域内通过联络开关与第一子站连接的馈线的带电情况。
11. 根据权利要求7-10任意一项所述的方法,还包括:第一子站在检测故障前从第一域内的配电终端单元接收信息,第二子站从第二域的配电终端单元接收信息。

12. 根据权利要求 11 所述的方法,其中:第一子站接收的信息包括第一域内配电终端单元所监控的馈线的电流和电压以及开关的状态;第二子站接收的信息可能包括第二域内配电终端单元所监控的馈线的电流和电压以及开关的状态。

13. 一种实现馈线自动化系统的方法,包括:包含第一子站的第一域,包含第二子站的第二域,和第一域和第二域之间的联络开关;其中第一域直接对联络开关进行操作,第二域通过第一域对联络开关进行操作;

该方法包括:

故障检测,第二子站检测发生在第二域的故障;

故障定位,第二子站确定在第二域中发生故障的位置;

故障隔离,第二子站隔离第二域中发生故障的位置;以及

供电恢复,第二子站恢复对第二域的供电。

14. 根据权利要求 13 所述的系统法,其中,对第二域中进行供电恢复包括:

路径搜索,第二域中的第二子站搜索到需要供电恢复的、包括联络开关的节点连结点的可行路径;

发送询问,第二子站发送请求给第一子站来询问在第一域中是否存在可行路径到联络开关;

接收响应,第二子站接收第一子站发来的响应,该响应表明在第一域中存在可行路径到联络开关;

发送请求,第二子站发送请求给第一子站,请求第一子站闭合联络开关;

接收报告,第二子站接收第一子站发来的闭合联络开关的报告。

15. 根据权利要求 14 所述的方法,其中:该响应包括在第一域内转供路径的供电能力,该方法还包括,在闭合联络开关之前,第二子站确定第一域中的该路径的供电能力是否满足需要供电恢复连结点的需要。

## 馈线自动化系统及其实现方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于电力配电技术领域,尤其涉及一种在电力配电网实现馈线自动化的方法及系统。

### 背景技术

[0002] 馈线自动化 (FA) 是配电自动化系统的主要功能之一。目前,主要的结构是集中式结构。在基于集中式结构的馈线自动化系统中,主站通常位于中心控制室。该主站是负责整个配电系统的运行。主站通过子站收集信号和数据,通过分析这些信号和数据来确定配电网的状态,并做出控制和运行的决策。然后,主站产生相应的控制命令,并将产生的这些控制命令发送给子站来执行已经决定的控制和运行方案。通常,每个变电站会有一个子站,该子站对变电站负责。子站主要利用通信来实现数据,信号和控制命令在主站和馈线终端单元 (FTU) 的传递。每条馈线会有一个配电终端单元。配电终端单元,包括联络开关和分段开关,用于收集所在馈线的电流,电压,联络开关和分段开关的状态;用于从所收集的信息来产生电流,电压,负荷,联络开关和分段开关的状态等信号;并用于将这些信号发送给子站。基于接收到的信号,例如从子站来的故障信息,主站将通过子站来控制配电终端单元来实现一系列举措,如故障检测,故障隔离和供电恢复 (FDIR)。

[0003] 在这种通常的机构中,主站的作用是不可或缺的。通过子站,所有本地运行信号,如电流,电压,负荷及开关状态必须被传递到主站;并且控制命令也通过子站被传递到配电终端单元用于配电终端单元执行相应的运行方案。这种结构对通信通道,包括主站和子站之间以及子站和相应的配电终端单元之间,的带宽有很强的要求。另外,一旦通信通道出现故障,FDIR 功能将失效。另一个结构缺点是通信的延时有可能带来对故障的不及时反应,这将对电力用户造成非常严重的损害。

[0004] 为解决这个问题,名称为“一种无主站的输配电网控制方法”、专利权人为“上海申瑞电力自动化科技有限公司”的中国专利 CN1835334A 中,提出了一种不需要主站的控制输配电网的方法。众所周知,当馈线上发生故障,在馈线和相应变电站之间的出口断路器 (CB) 会立即跳闸。为处理故障,其方法包括以下步骤:(1) 故障检测:相应配电终端单元检测异常信息,并将故障信息发送到馈线上的其他配电终端单元;(2) 故障定位:基于故障信息,馈线上的所有配电终端单元确定故障点;(3) 故障隔离:紧邻故障点的配电终端单元打开它所控制的分段开关,并命令它下游的配电终端单元来打开它们的分段开关;(4) 报告开关打开:紧邻故障点的配电终端单元和它下游的配电终端单元发送分段开关的状态信息给其他配电终端单元用于打开相应的分段开关;(5) 开关闭合操作合上跳开的出口断路器;(6) 供电恢复:对从故障点隔离出来的节点进行供电恢复。

[0005] 在 CN1835334A 提出的解决方案中,检测到故障的馈线终端单元将会发送故障信息给馈线上的所有其他馈线终端单元,紧邻故障点的馈线终端单元将发送命令给所有下游馈线终端单元,并且所有打开分段开关的馈线终端单元将报告它们的状态给所有馈线上的其他馈线终端单元。这样馈线终端单元之间的通信流量非常高,对馈线终端单元

之间的通信通道的带宽需求也非常高。因此,当馈线上的节点发生改变,每个配电终端单元都需要重新配置。这是一个艰巨的任务,特别是对那些有大量馈线终端单元的馈线。

[0006] 发明名称为“一种配电自动化系统的实现方法”、专利权人为“西安前进电器实业有限公司”的中国专利 CN1305256C,公开了一种配电自动化系统的实现方法,在这种方法中,馈线监控单元监控柱上配电开关的运行状态完成当地故障处理,将实施数据传给网络通讯管理机。不同节点的通信管理机彼此通信,共同完成对相应区域的故障处理。

[0007] 在 CN1305256C 提出的解决方案中,馈线终端单元只能控制与该馈线终端单元相连的馈线。也就是说,馈线的两端都在馈线终端单元的控制域内。但是在处理故障的供电恢复阶段,馈线终端单元需要控制在其他控制域的馈线来减少故障对电力客户的影响。

[0008] 相应的,现在存在一种需求来改善现有技术来通过简单的配置去促进高效和可靠的故障处理过程。

### 发明内容

[0009] 通过分析现有技术的以上情形,本发明提出一种解决方案,该方案对通信通道的带宽要求降低,对故障的反应高效,网络变化对馈线自动化系统的影响被限制在有限的控制域内,并且网络变化带来的馈线自动化系统的重新配置变得简单。

[0010] 本发明的一方面,提出了一种实现馈线自动化系统的方法。该方法包括第一域包含第一子站,第二域包含第二子站,和第一域和第二域之间的联络开关;第一域直接对联络开关进行操作,第二域通过第一域对联络开关进行操作。

[0011] 根据本发明的一个较佳实施例,联络开关对于第一域而言配置为真实的联络开关,并对于第二域而言为虚拟的联络开关。

[0012] 根据本发明的另一较佳实施例,第一子站包含对第一域的配置,第一子站还包含监视和控制第一域的装置。第二子站包含对第二域的配置,第二子站还包含对第二域监视和控制的装置。

[0013] 本发明的馈线自动化系统可以包括与第一子站和第二子站通信的主站。第一域包含一个与第一子站进行通信的终端装置,第二域包含一个与第二子站进行通信的终端装置。

[0014] 本发明的另一方面,提出一种实现如上所述馈线自动化系统的方法,它包括:故障检测,第一子站检测发生在第一域的故障;故障定位,第一子站确定在第一域中发生故障的位置;故障隔离,第一子站隔离第一域中发生故障的位置;及供电恢复,第一子站恢复对第一域的供电。

[0015] 根据本发明的一个较佳实施例,对第一域中进行供电恢复还包括:路径搜索,第一域中的第一子站搜索到需要供电恢复的、包括联络开关的节点连结点(connectivity node)的可行路径;发送询问,第一子站发送请求给第二子站来询问在第二域中是否存在可行路径到联络开关;接收响应,第一子站接收第二子站发来的响应,该响应表明在第二域中存在可行路径到联络开关;闭合开关,第一子站闭合联络开关。

[0016] 该响应可能包括在第二域内路径的供电能力。在闭合联络开关之前,本发明的方法还包括,第一子站确定第二域中的该路径的供电能力是否满足需要供电恢复连结点的需要。

[0017] 在本发明的实施例中,第一子站定期向第二子站报告联络开关的状态和第一域内通过联络开关与第二子站连接的馈线的带电情况。并且第二子站定期向第一子站报告第二域内通过联络开关与第一子站连接的馈线的带电情况。

[0018] 在本发明实施例中,第一子站在检测故障前从第一域内的配电终端单元接收信息,第二子站从第二域的配电终端单元接收信息。

[0019] 第一子站接收的信息可能包括第一域内配电终端单元所监控的馈线的电流和电压以及开关的状态;第二子站接收的信息可能包括第二域内配电终端单元所监控的馈线的电流和电压以及开关的状态。

[0020] 如果故障发生在第二域,实现馈线自动化系统的方法包括:故障检测,第二子站检测发生在第二域的故障;故障定位,第二子站对发生在第二域的故障进行定位;故障隔离,第二子站对发生在第二域的故障进行隔离;及供电恢复,第二子站恢复对第二域的供电。

[0021] 对第二域中进行供电恢复还包括:路径搜索,第二域中的第二子站搜索到需要供电恢复的、包括联络开关的节点连结点的可行路径;发送询问,第二子站发送请求给第一子站来询问在第一域中是否存在可行路径到联络开关;接收响应,第二子站接收第一子站发来的响应,该响应表明在第一域中存在可行路径到联络开关;发送请求,第二子站发送请求给第一子站,请求第一子站闭合联络开关;接收报告,第二子站接收第一子站发来的闭合联络开关的报告。

[0022] 该响应包括在第一域内转供路径的供电能力,该方法还包括,在闭合联络开关之前,第二子站确定第一域中的该路径的供电能力是否满足需要供电恢复连结点的需要。

## 附图说明

[0023] 图 1 是实现本发明所述馈线自动化系统的基本结构示意图;

[0024] 图 2 是本发明所述的多代理概念示意图;

[0025] 图 3 说明了本发明所述的同一联络开关在不同域中的不同配置;

[0026] 图 4 表示在供电恢复过程中两个子站之间的具体通信;

[0027] 图 5-7 示出本发明所述的配电自动化系统故障处理的一个例子;

[0028] 在所有图中,实心圆代表闭合的联络开关或闭合的分段开关,空心圆代表跳开的联络开关或跳开的分段开关。实心矩形代表闭合的断路器,空心矩形代表跳开的断路器。

## 具体实施方式

[0029] 图 1 表示实现本发明所述馈线自动化系统的基本结构。这个馈线自动化系统是包含三个域的一个三电源网络:第一域(域 1),第二域(域 2)和第三域(域 3)。对熟知本领域的技术人员来说,显然这只是用于阐述本发明所述原理的一个例子,并且本发明并不局限于这种特定的例子。

[0030] 每个域包括一个子站(未示出)。在以下的描述中,第一域的子站表示为第一子站,第二域的子站表示为第二子站,并且第三域的子站表示为第三子站。每个域还包括智能电子装置(IED),例如 FTU、DTU(配电终端单元),以及 TTU(变压器终端单元),还包括被 IED 控制的一次设备,如联络开关或分段开关。在第一域,供电电源从母线 BB1 通过进线上的断路器 CBR1 引入到网络。L1, L2 和 L3 是三个连接点,电力消费方连接到这些连接点上。

电力消费方可以是最最终用户或下一级变电站。在相邻的连接点之间有分段开关。例如,分段开关 DIS1 在连接点 L1 和 L2 之间,分段开关在连接点 L2 和 L3 之间。

[0031] 相似的,在第二域,供电电源从母线 BB2 通过进线上的断路器 CBR2 引入到网络。连接点 L4 和 L5,分段开关 DIS3 和 DIS4 属于此域。在第三域,供电电源从母线 BB3 通过进线上的断路器 CBR3 引入到网络。连接点 L6,L7,L8 和 L9,分段开关 DIS,DIS8 和 DIS9 属于此域。

[0032] 根据相关要求,在多个电源供电的网络中,正常运行时,每个电源对一部分子网络供电,并且每一部分子网络之间通过联络开关隔离开。在图 1,被三个电源供电的三个子网络通过 DIS3,DIS5 和 DIS7 隔离开,每个联络开关成为相应域的边界。在正常运行中,边界联络开关都是打开的。

[0033] 如图 1 所示,边界联络开关 DIS3,DIS5 和 DIS7 分别属于一个以上的域。DIS3 属于第一域和第二域,DIS5 属于第一域和第三域,DIS7 属于第二域和第三域。这表示 DIS3 能被第一子站和第二子站操作,DIS5 能被第一子站和第三子站操作,DIS7 能被第二子站和第三子站操作。

[0034] 为了避免对边界联络开关的误操作,控制相同联络开关的子站需要彼此合作。在本发明中,联络开关在一个域内被配置成实际联络开关,而在另一个域被配置成虚拟联络开关。例如,DIS3 在第一域被配置成实际联络开关,而在第二域中被配置成虚拟联络开关。DIS5 在第三域被配置成实际联络开关,而在第一域中被配置成虚拟联络开关。DIS7 在第二域被配置成实际联络开关,而在第三域中被配置成虚拟联络开关。

[0035] 参考图 3,实际联络开关在域中被表示成实线圆,虚拟联络开关被表示成虚线圆。DIS3 在第一域中是实际联络开关,而在第二域中是虚拟联络开关。

[0036] 子站可以直接操作实际联络开关。但是为了操作一个虚拟联络开关,子站需要向拥有对应实际联络开关的子站发送请求。例如,第一子站能够直接操作 DIS3,因为 DIS3 对于子站来说是一个实际联络开关。如果第一子站要操作 DIS5,它需要发送一个操作请求给第三子站,然后第三子站根据请求和当前的运行状态对 DIS5 进行操作。这是因为 DIS5 对于第一子站来说是一个虚拟联络开关,而对于第三子站来说是一个实际联络开关。

[0037] 拥有实际联络开关的子站需要向拥有相应虚拟联络开关的子站报告该边界联络开关的状态。如图 3 所示,第一子站向第二子站报告联络开关 DIS3 的状态,因为 DIS3 对于第一子站来说是一个实际的联络开关,对于第二子站是一个虚拟的联络开关。

[0038] 通过上述结构,即使没有其他子站或主站的参与,一个子站也能独立执行某些控制和操作。例如,当故障发生,子站能够独立检测到该故障,对故障定位,并能够对故障进行隔离。为了对故障进行供电恢复,子站需要与其他子站进行有限的信息交换,这将在后面详述。

[0039] 如上所述,本发明中,各种控制和操作都能够在没有主站参与的情况下被子站执行。因此,子站在系统中起到重要作用。从概念上讲,每个子站都是主站的代理并能够执行各种主站的功能。

[0040] 图 2 表示本发明所述的多代理概念。图 2 中的馈线自动化系统包括三个层次:主站层,子站层和终端层。主站负责整体馈线自动化系统的整体管理,子站间的控制协调,和执行。例如,优化计算并指导子站运行以获得整体系统的优化运行。子站负责管理各自的

域,并与其他子站协作以在异常情况下为电力用户提供可靠和高性能的服务。终端装置包括 FTU, TTU 和 DTU 等。终端装置在各自子站的控制下对相应的一次设备进行监视和操作,收集它们监视的一次设备的数据和信号,并将收集到的数据和信息发送到相应的子站。

[0041] 为了相互之间合作,各子站间需要彼此通信来交换数据和信号。在子站间交换的数据和信号包括那些对故障恢复必须的信息,主要是边界联络开关的状态和相关连接点的带电状态。图 3 显示了相同联络开关在不同域的不同配置。

[0042] 正如上面提到的,DIS3 对于第一域是一个实际联络开关,而对于第二域是一个虚拟联络开关。在这个例子中,第一子站定期获得 DIS3 的状态并向第二子站报告 DIS3 的状态。第一子站还定期向第二子站报告连接点 L3 的带电状态。同样,第二子站定期向第一子站报告连接点 L4 的带电状态。

[0043] 在另一实施例中,子站间交换的数据和信号还包括他们对应域的负荷情况。

[0044] 后面会通过图 4-7 的故障处理过程对本发明的原理进行进一步的阐述。

[0045] 图 5 显示了图 1 所示电力网络的状况,一个过电流故障在连接点 L8 处发生。在这种情况下,出口断路器 CBR3 将会跳闸,这样连接点 L6, L7, L8 和 L9 将会失电。第一域和第二域因此不会被故障影响,因为故障点已经被联络开关 DIS5 和 DIS7 隔离开。

[0046] 当故障发生,第三子站将通过从 DIS6, DIS8 和 DIS9 收集来的信息确定故障发生在连接点 L8。这个过程称作故障检测。

[0047] 故障检测后,第三子站将打开分段开关 DIS6, DIS8 和 DIS9 来隔离故障连接点 L8。经过故障隔离,出口断路器 CBR3 能够被合上来给连接点 L9 供电。这可以被称作内部供电恢复。显然,连接点 L6 和 L7 是不能通过内部供电恢复来恢复供电的。图 6 显示了在这一点网络状态。

[0048] 由于在连接点 L6 和 L7 没有故障发生,系统将尝试对这两个连接点进行供电恢复以降低故障对整个系统的影响。

[0049] 为了给受影响的连接点进行供电恢复,第三子站将首先在自己的域内寻找可行的对那些受影响的连接点进行供电恢复的路径,包括联络开关。以 L6 作为举例,由于从 DIS5 到 L6 是一个可行的路径,这其中包括一个联络开关 DIS5。第三子站将启动或合上该路径,这样从母线 BB1 来的电力能够提供给 L6。在所提的方案中,可行的路径就是能够使电力进行传输的电力通道。

[0050] 在供电恢复过程中的子站间的通信在图 4 中显示。

[0051] 如图 4 所示,如果一个子站,例如第三子站,有故障发生,它将会进行故障检测和故障隔离,还会进行内部供电恢复。然后,它会与其他子站进行合作来对其他受影响连接点进行供电恢复。子站与对侧子站间交换的信息将包括:

[0052] 是否有可行路径请求

[0053] 例如,第三子站将首先在域三内找到一条到受影响连接点(本例中 L6)的可行路径,该路径包括一个联络开关。如图 6 所示,在第三域中有一个路径从 DIS5 到 L6,并且这条路径包括一个联络开关 DIS5。然后,第三子站将会发送该请求到第一子站来查询在第一域中是否有一条可行路径到受影响连接点 L6,因为联络开关 DIS5 也属于第一域。

[0054] 是否有可行路径 响应

[0055] 当收到是否有可行路径请求,第一子站将搜索到 DIS5 的可行的路径,并且用是否



有可行路径响应进行回应。是否有可行路径响应是一个二进制变量。如果该变量是‘是’，就意味着在第一域中有这样的可行路径。如果该变量是‘否’，就意味着在第一域中没有这样的可行路径。

[0056] 作为搜索的结果，路径 BB1 → BBR1 → L1 → Dis 1 → L2 → Dis 5 将会被第一子站认定为一条到 DIS5 的可行路径。然后，第一子站将会以‘是’来响应第三子站。

[0057] 在一个实施例中，如果第一子站发现到 DIS5 的可行路径，它还会计算这条路径的供电能力并将供电能力和‘是’一起响应给第三子站。

[0058] 操作 请求

[0059] 如果第三子站收到从第一子站来的‘是’响应以及功能能力，它将决定第一子站的供电能力是否能够满足 L6 的需要。如果能够满足，第三子站将会合上 DIS5，因为 DIS5 是一个第三域的实际联络开关并受第三子站的直接控制。假如 DIS5 是第三域的虚拟联络开关，第三子站将会发送操作请求到第一子站来请求合上 DIS5。如果第一域的供电能力不能满足 L6 的负荷需要，第三子站将尝试请求其他子站，例如第二子站，来给 L6 供电，或者对 L6 不进行处理并等待其他处理。

[0060] 操作 响应

[0061] 当收到操作请求合上实际联络开关 DIS5，第一子站将合上 DIS5 并向第三子站报告操作的结果。

[0062] 对连接点 L7 的供电恢复过程与上述的对连接点 L6 的供电恢复过程相似，细节不再详述。

[0063] 图 7 显示故障已经隔离并且已经对无故障连接点进行供电恢复后的状态。如图 7 所示，电力从母线 BB1 经联络开关 DIS5 向 L6 供电，并从母线 BB2 经联络开关 DIS7 向 L7 供电。

[0064] 从上述描述可以看出，子站立即作为主站的代理与其他子站合作来完成 FDIR 功能，并且不需要与主站进行通信。相应地，主站与子站的通信通道故障对 FDIR 功能并没有影响。此外，由于每个子站只需要对自己域的配置，一旦在域内发生变化，只有该域对应的子站需要重新进行配置。

[0065] 尽管通过具体实施例结合附图描述了本发明的原理，但是熟悉本领域技术的人员清楚，本发明不应局限于以上实施例所公开的内容，本发明的保护范围以所附的权利要求书所界定的范围为准。

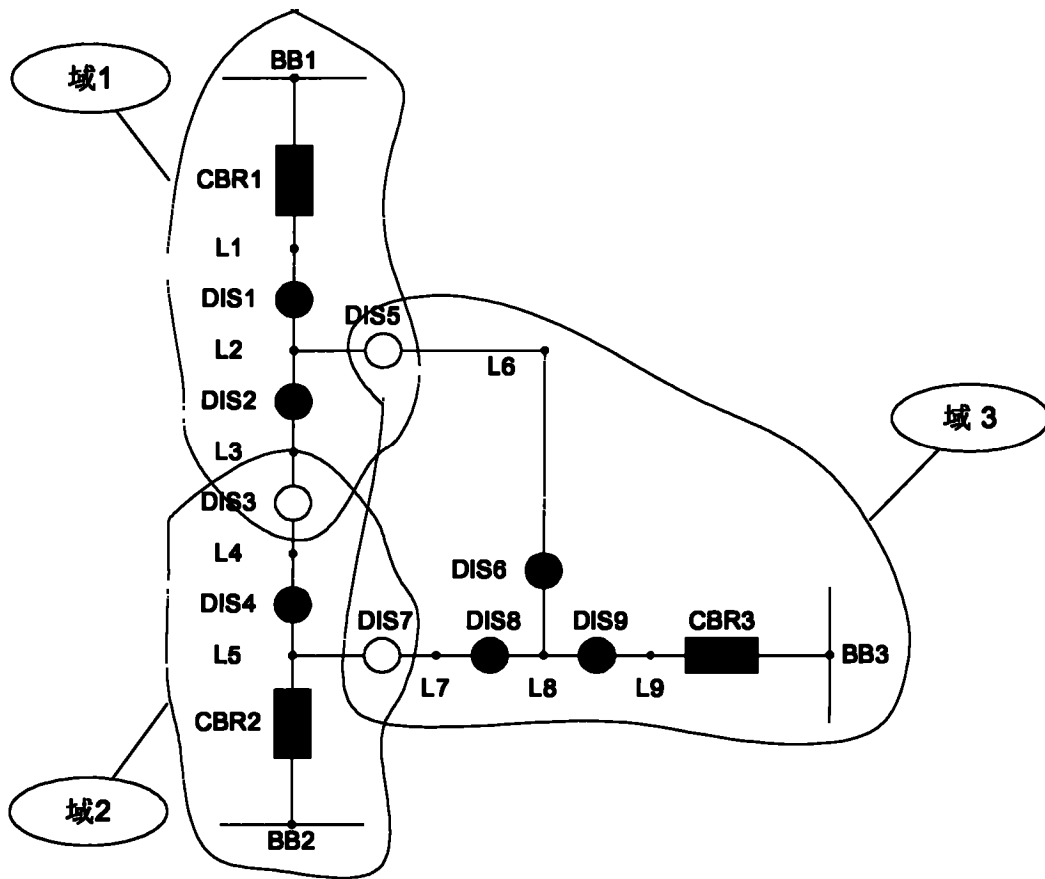


图 1

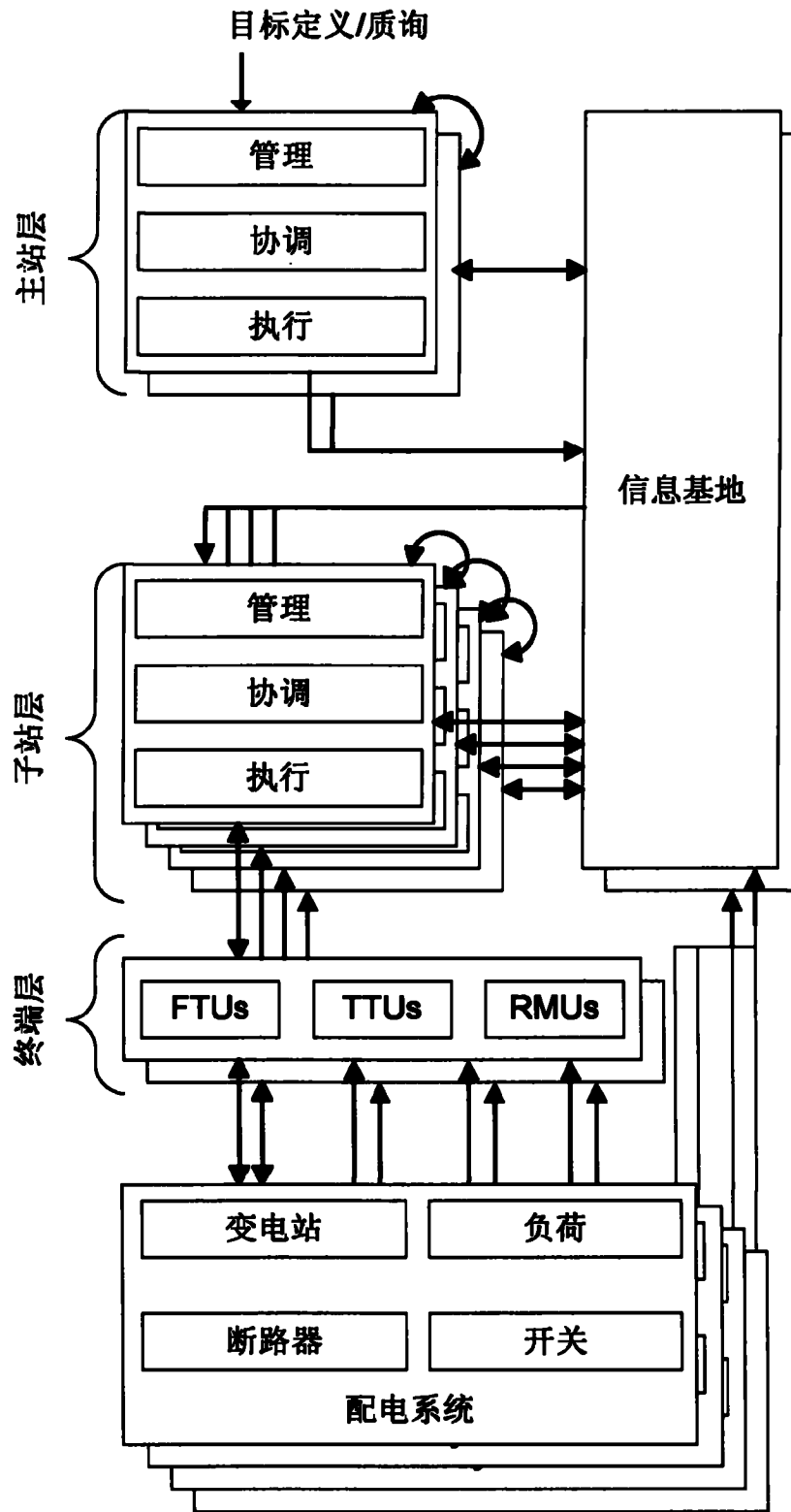


图 2

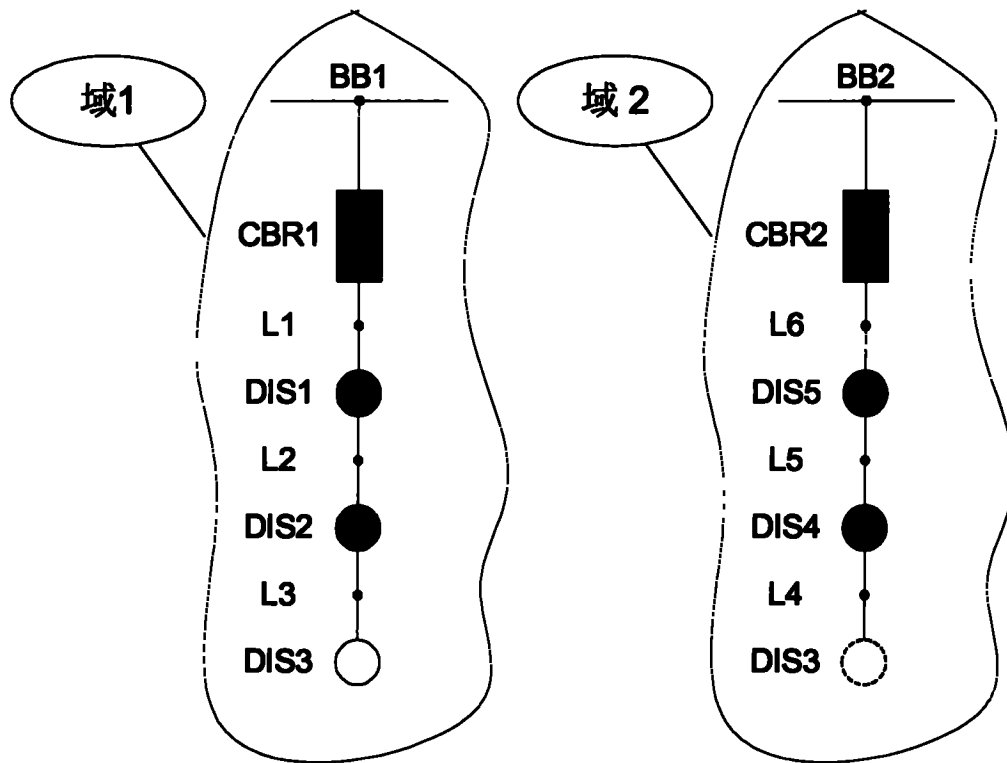


图 3

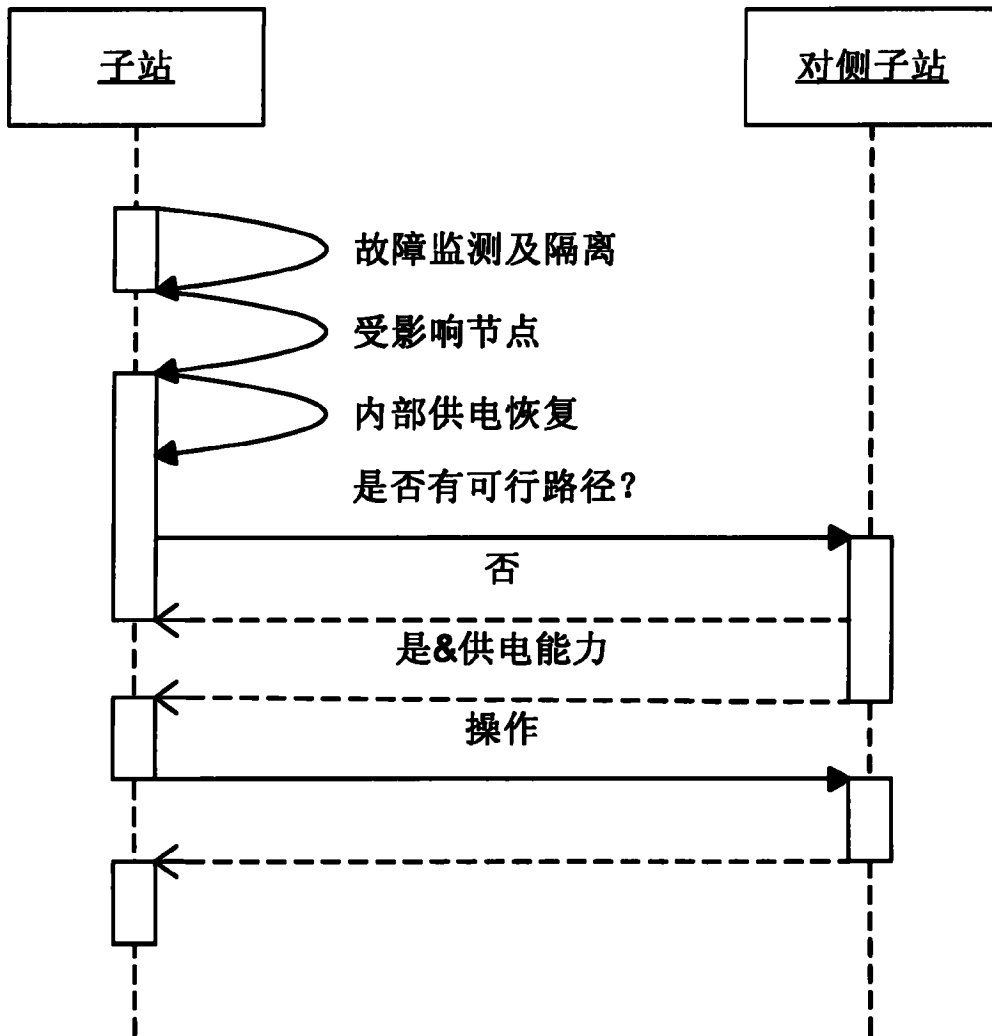


图 4

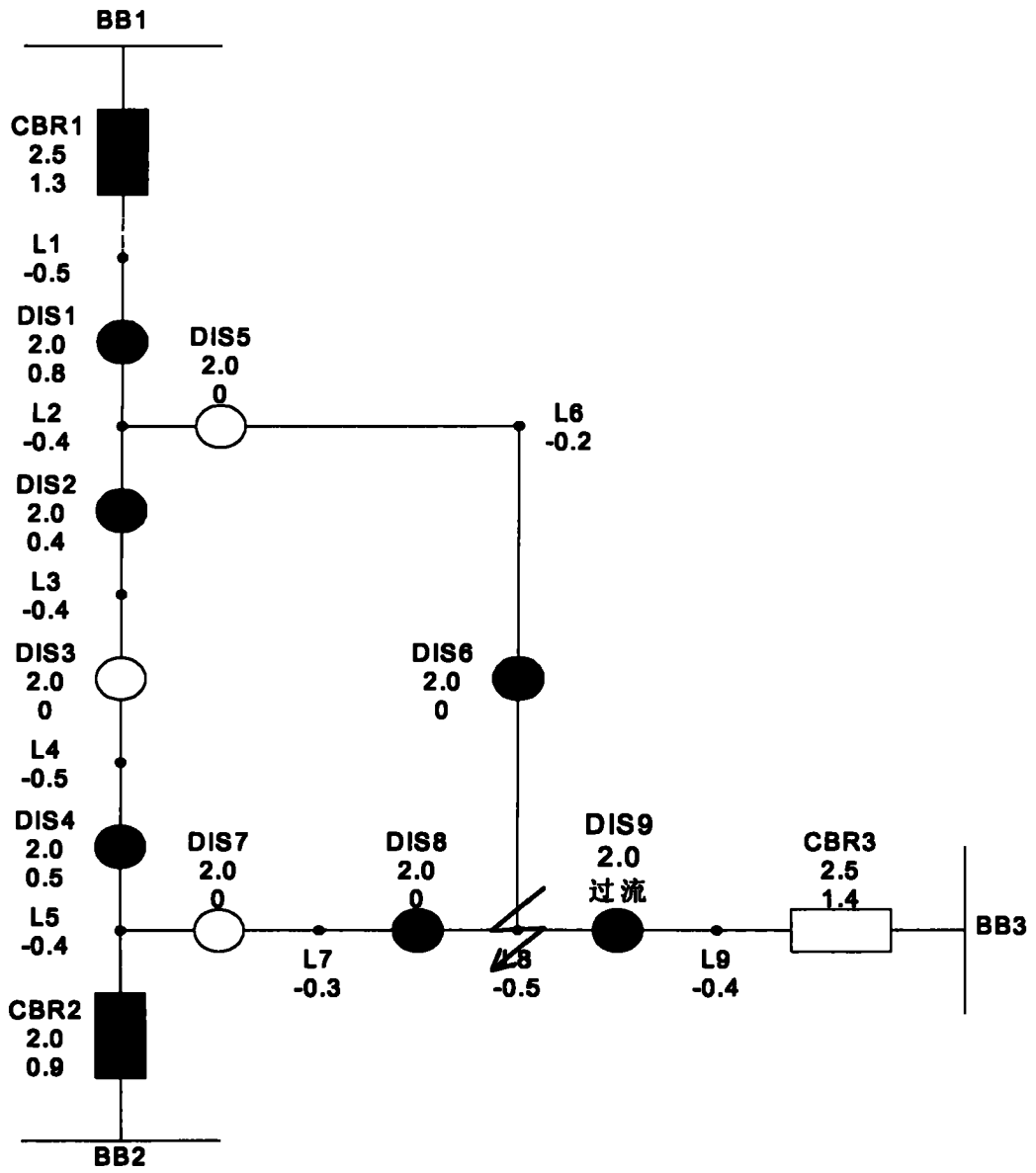


图 5

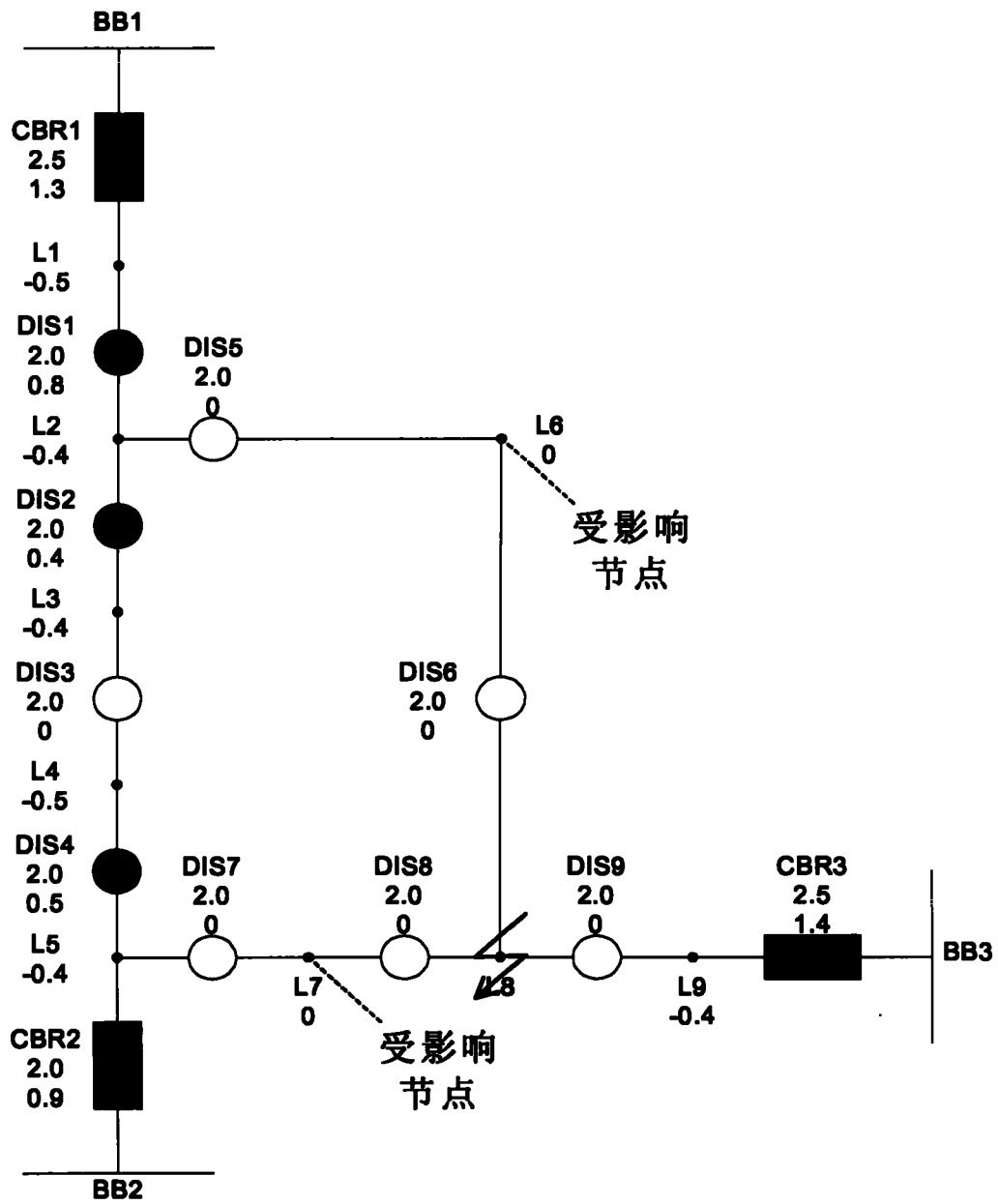


图 6

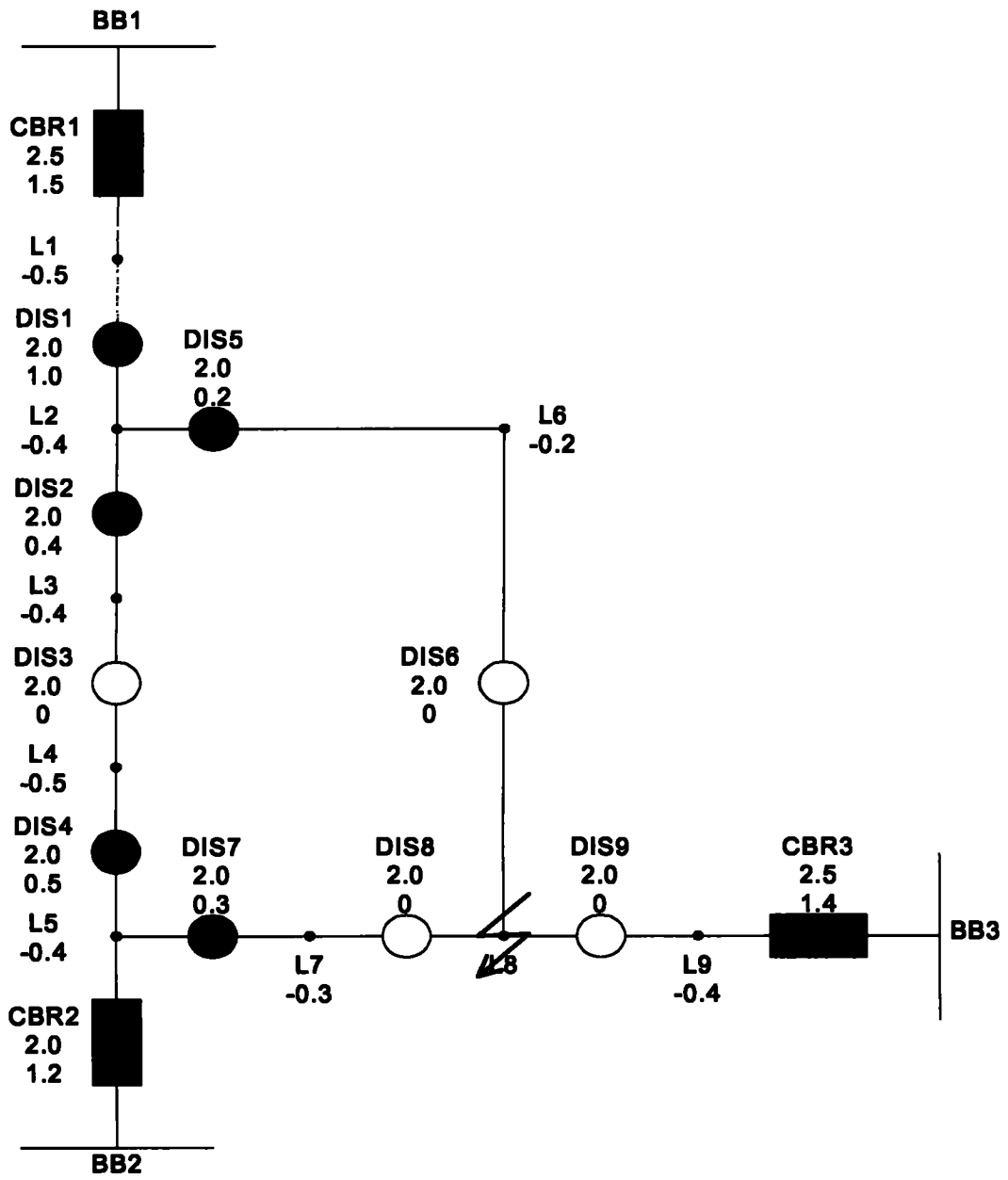


图 7