



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103022994 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 13

(21) 申请号 201210529130. 5

[0014] 段至第 [0051] 段, 附图 1、2.

(22) 申请日 2012. 12. 10

CN 202475034 U, 2012. 10. 03, 全文.

(73) 专利权人 上海市电力公司

刘健等. 一种快速自愈的分布智能馈线自动化系统. 《电力系统自动化》. 2010, 第 34 卷 (第 10 期), 第 62 — 66 页.

地址 200122 上海市浦东新区源深路 1122 号

专利权人 华东电力试验研究院有限公司
国家电网公司

审查员 丁小汀

(72) 发明人 柳劲松 周健 时珊珊 徐琴

(74) 专利代理机构 上海三和万国知识产权代理
事务所 (普通合伙) 31230

代理人 蔡海淳

(51) Int. Cl.

H02H 7/26(2006. 01)

H02H 3/06(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101867223 A, 2010. 10. 20, 说明书第

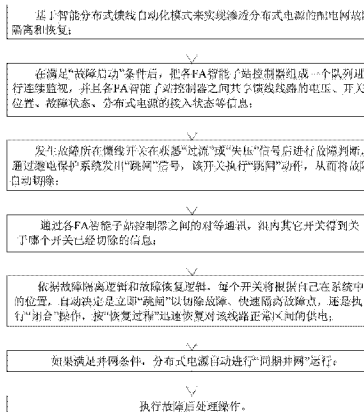
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种实现渗透分布式电源的配电网故障隔离和恢复方法

(57) 摘要

一种实现渗透分布式电源的配电网故障隔离和恢复方法, 属配电网运行管理领域。其特征是基于智能分布式馈线自动化模式, 来实现包含有分布式电源的配电网的故障隔离和恢复过程, 其故障排除和恢复过程中智能化程度高, 判断迅速、准确, 逻辑条件可根据电网的实际拓扑结构进行修改和补充, 整个控制模式基于现有设备, 又不受现有设备的限制, 随着智能电网设备的不断升级, 各种动作逻辑条件可根据电网的实际拓扑结构进行修改和补充, 便于计算机仿真和故障潮流分析, 为包含有渗透分布式电源的配电网的调度和运行管理提供了保证。可广泛用于智能电网的调度、运行管理和故障应急处理领域。



1. 一种实现渗透分布式电源的配电网故障隔离和恢复方法,包括配电网的故障隔离和恢复,其在满足“故障启动”条件后,把各 FA 智能子站控制器组成一个队列进行连续监视,并且各 FA 智能子站控制器之间共享馈线线路的电压、开关位置、故障状态及分布式电源的接入状态信息;发生故障所在馈线开关控制器在获悉相关信号后进行故障判断,故障点前后的开关执行“跳闸”动作,从而将故障自动切除;通过各 FA 智能子站控制器之间的对等通讯,组内其它开关得到关于哪个开关已经切除的信息;依据故障隔离逻辑和故障恢复逻辑,每个开关将根据自己在馈线中的位置,自动决定是否执行“闭合”操作,按“恢复过程”迅速恢复对该线路正常区间的供电;如果满足并网条件,分布式电源自动进行“同期并网”运行;执行故障后处理操作;其特征是:

其所述的故障隔离逻辑为:

1-1) 如果一个开关收到故障报文且自身处于“失压”状态,则跳开开关,同时将故障报文向下一级传递;

1-2) 从出口断路器开始,到联络开关前,所有开关依次跳开;

1-3) 如果本开关拒动不能跳开,记录为“拒分”状态,将“拒分”状态通知临近开关,故障处理终止;

1-4) 如果下一级的开关通信不成功,记录周围有通信不畅的开关,故障处理终止。

2. 按照权利要求 1 所述的实现渗透分布式电源的配电网故障隔离和恢复方法,其特征是所述的恢复过程从出口断路器和联络开关同时开始;所述的故障恢复逻辑为:

2-1) 对于出口断路器和联络开关:

A、如果一个开关是出口断路器,周围没有过流的开关,则出口断路器闭合;

周围有过流的开关,且周围有断开开关,则断路器会闭合,动作成功后通知临近开关;

B、如果一个开关是联络开关,周围有过流的开关,则联络开关保持分闸;

周围没有过流的开关,且周围有断开开关,则联络开关会闭合,成功后向出口断路器方向通知临近开关;

2-2) 对于其它开关:

如果一个开关成功跳开,收到相邻开关成功恢复报文,则进入恢复过程;

开关周围有断开的开关,本身为失压开关且没有过流,如果周围皆为失压却不过流开关或者有两个过流开关或者此开关本身为直接连接负载的末端开关,则此开关会闭合;

开关周围有断开的开关,本身为失压开关但是过流,如果周围有两个过流开关;则此开关会闭合,否则保持分开状态;

每个开关合闸时必须通知周围开关,以防止合环运行。

一种实现渗透分布式电源的配电网故障隔离和恢复方法

技术领域

[0001] 本发明属于配电网的运行和管理领域,尤其涉及一种用于配电网的故障隔离和恢复方法。

背景技术

[0002] 自上个世纪 90 年代以来,分布式发电发展迅速,世界上许多国家都把可再生能源作为能源政策的基础,分布式发电的发展已经成为世界各国可持续发展的标尺。

[0003] 我国分布式发电发展较晚,近年来,清洁能源分布式发电才开始起步。近年来,我国分布式电源发展迅速。

[0004] 目前,分布式电源的大量快速发展,对于国家扶持政策和电网的入网支持提出了严峻的挑战。

[0005] 随着大量分布式发电接入城市配电网,会带来电能质量、对继电保护的影响、短路电流分布、孤岛运行等诸多新的技术和管理问题。而当分布式电源渗透到 10kV 馈线上时,原有的馈线自动化解决方案不能处理馈线故障问题。当馈线上发生故障时,变电站出口电源和馈线上的分布式电源都会给故障点的故障电流带来贡献,故故障电流是双向的,这样原有馈线自动化中配网终端的故障检测机制要重新设计;另一方面,故障处理和恢复过程中,分布式电源给供电服务恢复从技术和管理方面都带来很多需要考虑的问题。

[0006] 馈线自动化是配网自动化的重要组成部分,它能迅速隔离故障,恢复非故障区域的供电,提高配网的供电可靠性。

[0007] 目前,国内、外的研究主要的焦点在于分布式电源对配网保护的影响、配网潮流的变化部分,专门研究含 DG (distribute dgeneration,分布式电源)的馈线自动化解决方案比较少。

[0008] 在国内,燕山大学学者卢志刚、董玉香在《电力系统自动化》2007 年第一期上发表了文章“含分布式电源的配电网故障恢复策略”,提出了一种新的考虑 DG 的故障恢复策略,在有意识的孤岛运行模式下,采用改进的前推回代法对含有 DG 的配电网计算了配网潮流,给出了考虑 DG 的配电网故障恢复步骤和实例仿真。

[0009] 公告日为 2011 年 1 月 19 日,授权公告号为 CN 101552461B 的中国发明专利,公开了一种“含分布式电源配电网保护方法”,其对于在配电网母线处接有一个或一个以上的分布式电源的情况,在接入分布式电源配电网的上游区域,加装方向纵联保护装置,同时在该区域采用带有方向元件的定时限过电流保护方式;对于在配电网非母线之处接有至少一个分布式电源的情况,在接入分布式电源配电网的上游区域,加装方向纵联保护装置,在其下游区域,加装过电流保护装置,并对整个区域采用反时限过电流保护方式。可见,该技术方案主要通过对传统的电流保护配置进行改进,来保证含 DG 配电系统故障的可靠切除。由于其只是局限于传统的常规继电保护系统,且其发明目的是对发生故障的分布式电源的迅速切除,没有从整个配电网的角度来观察、解决问题,缺乏整体电网调度和管理的视野,不能适应现在已经智能化的配电网的运行、调度和管理水平。

[0010] 至于含分布式电源的馈线自动化 FA (feeder automation) 解决方案, 未见有开发应用, 在供电公司也没有应用实例。

发明内容

[0011] 本发明所要解决的技术问题是提供一种实现渗透分布式电源的配电网故障隔离和恢复方法, 其基于智能分布式馈线自动化模式, 来实现包含有分布式电源的配电网的故障隔离和恢复过程, 其故障排除和恢复过程中智能化程度高, 判断迅速、准确, 逻辑条件可根据电网的实际拓扑结构进行修改和补充, 为包含有分布式电源的配电网的调度和运行管理提供了保证。

[0012] 本发明的技术方案是: 一种实现渗透分布式电源的配电网故障隔离和恢复方法, 包括配电网的故障隔离和恢复, 其特征是:

[0013] 1-1) 所述的配电网故障隔离和恢复方法基于智能分布式馈线自动化模式来实现渗透分布式电源的配电网故障隔离和恢复;

[0014] 1-2) 在满足“故障启动”条件后, 把各 FA 智能子站控制器组成一个队列进行连续监视, 并且各 FA 智能子站控制器之间共享馈线线路的电压、开关位置、故障状态、分布式电源的接入状态等信息;

[0015] 1-3) 发生故障所在馈线开关控制器在获悉相关信号后进行故障判断, 故障点前后的开关执行“跳闸”动作, 从而将故障自动切除;

[0016] 1-4) 通过各 FA 智能子站控制器之间的对等通讯, 组内其它开关得到关于哪个开关已经切除的信息;

[0017] 1-5) 依据故障隔离逻辑和故障恢复逻辑, 每个开关将根据自己在馈线中的位置, 自动决定是否执行“闭合”操作, 按“恢复过程”迅速恢复对该线路正常区间的供电;

[0018] 1-6) 如果满足并网条件, 分布式电源自动进行“同期并网”运行;

[0019] 1-7) 执行故障后处理操作。

[0020] 其中, 所述的“故障启动”条件为接收到出口断路器的继电保护信号和“分闸”状态信号, 且本开关处于“失压”状态, 等待第一时间设定值, 确保分布式电源并网。

[0021] 上述的第一时间设定值是 5 秒。

[0022] 在故障发生以后, 所述的 FA 智能子站控制器从出口断路器开始, 将开关状态和故障信息通知给相关开关, 由所在控制器确定故障位置, 故障点前后开关隔离, 与分布式电源相连的开关将并网点开关的状态传给出口断路器的控制单元。

[0023] 其所述的对等通讯通过各 FA 智能子站控制器的通讯网络和开关位置状态报文来实现。

[0024] 具体的, 其所述的故障隔离逻辑为

[0025] 6-1) 如果一个开关收到故障报文且自身处于“失压”状态, 则跳开开关, 同时将故障报文向下一级传递;

[0026] 6-2) 从出口断路器开始, 到联络开关前, 所有开关依次跳开。6-3) 如果本开关拒动不能跳开, 记录为“拒分”状态, 将“拒分”状态通知临近开关, 故障处理终止;

[0027] 6-4) 如果下一级的开关通信不成功, 记录周围有通信不畅的开关, 故障处理终止。

[0028] 其所述的恢复过程从出口断路器和联络开关同时开始; 所述的故障恢复逻辑为

- [0029] 7-1) 对于出口断路器和联络开关：
- [0030] A、如果一个开关是出口断路器，周围没有过流的开关，则出口断路器闭合；
- [0031] 周围有过流的开关，且周围有断开开关，则断路器会闭合，动作成功后通知临近开关；
- [0032] B、如果一个开关是联络开关，周围有过流的开关，则联络开关保持分闸；
- [0033] 周围没有过流的开关，且周围有断开开关，则联络开关会闭合，成功后向出口断路器方向通知临近开关；
- [0034] 7-2) 对于其它开关：
- [0035] 如果一个开关成功跳开，收到相邻开关成功恢复报文，则进入恢复过程；
- [0036] 开关周围有断开的开关，本身为失压开关且没有过流，如果周围皆为失压却不过流开关或者有两个过流开关或者此开关本身为直接连接负载的末端开关，则此开关会闭合；
- [0037] 开关周围有断开的开关，本身为失压开关但是过流，如果周围有两个过流开关；则此开关会闭合，否则保持分开状态；
- [0038] 每个开关合闸时必须通知周围开关，以防止合环运行。
- [0039] 其所述的并网条件为常规电网发电设备并网条件。
- [0040] 与现有技术比较，本发明的优点是：
- [0041] 1. 对于包含有分布式电源的配电网的故障隔离和恢复过程，引入了智能分布式馈线自动化模式，其故障排除和恢复过程中智能化程度高，判断迅速、准确，逻辑条件可根据电网的实际拓扑结构进行修改和补充；
- [0042] 2. 整个控制模式基于现有设备，又不受现有设备的限制，随着智能电网设备的不断升级，控制策略可以不断调整和补充，与硬件具体结构无关；
- [0043] 3. 各种动作逻辑条件可根据电网的实际拓扑结构进行修改和补充，便于计算机仿真和故障潮流分析，为包含有渗透分布式电源的配电网的调度和运行管理提供了保证。

附图说明

- [0044] 图 1 是本发明的方法流程方框示意图；
- [0045] 图 2 是计算相邻馈线段负荷的流程方框示意图；
- [0046] 图 3 是寻找联络开关的流程方框示意图；
- [0047] 图 4 是故障启动条件的流程方框示意图；
- [0048] 图 5 是特殊情况处理的开关位置关系示意图。

具体实施方式

- [0049] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步说明。
- [0050] 图 1 中，本发明提供了一种实现渗透分布式电源的配电网故障隔离和恢复方法，包括配电网的故障隔离和恢复，其技术方案的发明点在于：
- [0051] 1-1) 所述的配电网故障隔离和恢复方法基于智能分布式馈线自动化模式来实现渗透分布式电源的配电网故障隔离和恢复；
- [0052] 1-2) 在满足“故障启动”条件后，把各 FA 智能子站控制器组成一个队列进行连续

监视,并且各 FA 智能子站控制器之间共享馈线线路的电压、开关位置、故障状态、分布式电源的接入状态等信息;

[0053] 1-3) 发生故障所在馈线开关在获悉“过流”或“失压”信号后进行故障判断,通过继电保护系统发出“跳闸”信号,该开关执行“跳闸”动作,从而将故障自动切除;

[0054] 1-4) 通过各 FA 智能子站控制器之间的对等通讯,组内其它开关得到关于哪个开关已经切除的信息;

[0055] 1-5) 依据故障隔离逻辑和故障恢复逻辑,每个开关将根据自己在系统中的位置,自动决定是立即“跳闸”以切除故障、快速隔离故障点,还是执行“闭合”操作,按“恢复过程”迅速恢复对该线路正常区间的供电;

[0056] 1-6) 如果满足并网条件,分布式电源自动进行“同期并网”运行;

[0057] 1-7) 执行故障后处理操作。

[0058] 其中,所述的“故障启动”条件为接收到出口断路器的继电保护信号和“分闸”状态信号,且本开关处于“失压”状态,等待第一时间设定值(5 秒),确保分布式电源并网。

[0059] 在故障发生以后,所述的 FA 智能子站控制器从出口断路器开始,将开关状态和故障信息向后传递,开关依次隔离,与分布式电源相连的开关将并网点开关的状态传给出口断路器的控制单元。

[0060] 其所述的对等通讯通过各 FA 智能子站控制器的通讯网络和开关位置状态报文来实现。

[0061] 馈线自动化(feeder automation, FA)是指变电站出线到用户用电设备之间的馈电线路自动化,其内容可以归纳为两大方面:一是正常情况下的用户检测、资料测量和运行优化;二是事故状态下的故障检测、故障隔离、转移和恢复供电控制。

[0062] 馈线自动化是配电网自动化的重要组成部分。要实现馈线自动化,需要合理的配电网结构,具备环网供电的条件;各环网开关、负荷开关和末级配电站内开关的操作机构必须具有远方操作功能;环网开关柜内必须具备可靠的开关操作电源和供 FTU(Feeder Terminal Unit,馈线终端单元)、通信设备用的工作电源;具备可靠的、不受外界环境影响的通信系统。

[0063] 由上述内容可知,FA 的基本逻辑动作过程如下:

[0064] 1. 初始化,读本开关和相邻开关的必要信息;

[0065] 2. 计算相邻馈线段负荷;

[0066] 3. 判断本开关是否是联络开关;

[0067] 4. 故障启动条件;

[0068] 5. 故障隔离过程;

[0069] 6. 故障恢复过程;

[0070] 7. 故障后的处理。

[0071] 具体的,其详细步骤如下:

[0072] 1. 初始化:

[0073] 取得本单元内以及和本单元相邻开关、直接接入的 DG 的参数信息。

[0074] 2. 计算馈线段的负荷:

[0075] 计算每个馈线段的负荷是为恢复时提供转供依据;

- [0076] 实际模块里, 负荷用 电流来衡量 ;
- [0077] 每个开关根据日常运行时状态设置自己的额定电流 ;
- [0078] 故障恢复时利用的负荷值是故障前的负荷值, 在仿真程序中可取潮流计算值代替。
- [0079] 上述步骤和逻辑关系如图 2 所示。
- [0080] 3. 寻找联络开关 :
- [0081] 联络开关和出口断路器是恢复的起点 ;
- [0082] 联络开关的计算, 定时不断重复进行 ;
- [0083] 考虑同时为出口断路器的情形 ;
- [0084] 考虑多电源的情形。
- [0085] 上述步骤和逻辑关系如图 3 所示。
- [0086] 4. 故障启动条件 :
- [0087] 故障处理必须有启动条件, 否则正常的开关闭合、检修也会当成故障来处理 ;
- [0088] 故障发生以后, 从出口断路器开始, 将开关状态和故障信息向后传递, 开关依次隔离, 与分布式电源相连的开关将并网点开关的状态传给出口断路器的控制单元 ;
- [0089] 启动条件 : 接收到出口断路器的保护信号和分状态, 且本开关失压, 等待一段时间 (5S), 确保分布式电源并网。
- [0090] 上述步骤和逻辑关系如图 4 所示。
- [0091] 5. 故障隔离逻辑 :
- [0092] 隔离逻辑详述如下 :
- [0093] 如果一个开关收到故障报文且自身处于失压状态 (防止正常工作的开关受到故障信号跳开) ; 则跳开开关, 同时将故障报文向下一级传递。
- [0094] 如果本开关拒动, 即不能跳开, 记录为拒分状态, 将拒分状态通知临近开关。
- [0095] 如果下一级的开关通信不成功, 记录周围有通信不畅的开关。
- [0096] 从隔离过程来看, 从出口断路器开始, 到联络开关前, 所有开关依次跳开。
- [0097] 6. 故障恢复逻辑 :
- [0098] 恢复算法详述如下 :
- [0099] 恢复过程从出口断路器和联络开关同时开始。
- [0100] A、对于出口断路器和联络开关 :
- [0101] A1、如果一个开关是出口断路器 :
- [0102] 周围没有过流的开关 (即短路发生在断路器出线一侧), 则断路器不会闭合 ;
- [0103] 周围有过流的开关, 且周围有断开开关 (防止环网), 则断路器会闭合, 动作成功后通知临近开关 ;
- [0104] A2、如果一个开关是联络开关 :
- [0105] 周围有过流的开关 (即短路发生在联络开关一侧), 则联络开关保持分闸 ;
- [0106] 周围没有过流的开关, 且周围有断开开关 (防止环网), 则联络开关会闭合, 成功后向出口断路器方向通知临近开关 ;
- [0107] B、对于其它开关 :
- [0108] 如果一个开关成功跳开, 收到相邻开关成功恢复报文, 则进入恢复过程 ;

[0109] 开关周围有断开的开关(防止开关闭后造成闭环运行),本身为失压开关且没有过流,如果周围皆为失压却不过流开关或者有两个过流开关或者此开关本身为直接连接负载的末端开关,则此开关会闭合;

[0110] 开关周围有断开的开关(防止开关闭后造成闭环运行),本身为失压开关但是过流,如果周围有两个过流开关;则此开关会闭合,否则保持分开状态;

[0111] 每个开关合闸时必须通知周围开关,防止合环运行,考虑对端电源的负荷转供能力;

[0112] 异常情况处理:

[0113] C、开关“拒分”情况分析:

[0114] 开关本身若为拒分开关,运行故障恢复逻辑,确定自己想要完成的动作,然后将拒分信息以及想完成的动作传递给相邻开关;

[0115] 开关相邻存在拒分开关,收到恢复信号,满足合闸条件,而

[0116] 拒分开关本身需要合闸,则此开关执行“闭合”操作;

[0117] 拒分开关本身需要跳闸,则此开关执行“断开”操作;

[0118] D、开关拒合与通信不畅情况分析:

[0119] 拒合开关由于不能闭合,因此不能将恢复信号向周围传递,这一侧恢复过程结束;

[0120] 如果周围有通信不畅的开关,则开关状态保持不变。

[0121] 对于故障前失电的区域,故障处理中不能改变,例如在图 5 所示的情况中,故障前 b、c 开关保持在“分闸”状态,在故障后的恢复过程中也不能合闸,以防止检修状态下合闸。

[0122] 如果满足并网条件,分布式电源自动进行“同期并网”运行。其自动并网条件为常规电网发电设备的并网条件,属常规技术手段,在此不再叙述。

[0123] 由于本发明的技术方案基于智能分布式馈线自动化模式来实现包含有渗透分布式电源的配电网的故障隔离和恢复过程,其故障排除和恢复过程中智能化程度高,判断迅速、准确,逻辑条件可根据电网的实际拓扑结构进行修改和补充,整个控制模式基于现有设备,又不受现有设备的限制,随着智能电网设备的不断升级,控制策略可以不断调整和补充,为包含有分布式电源的配电网的调度和运行管理提供了保证。

[0124] 本发明可广泛用于智能电网的调度、运行管理和故障应急处理领域。

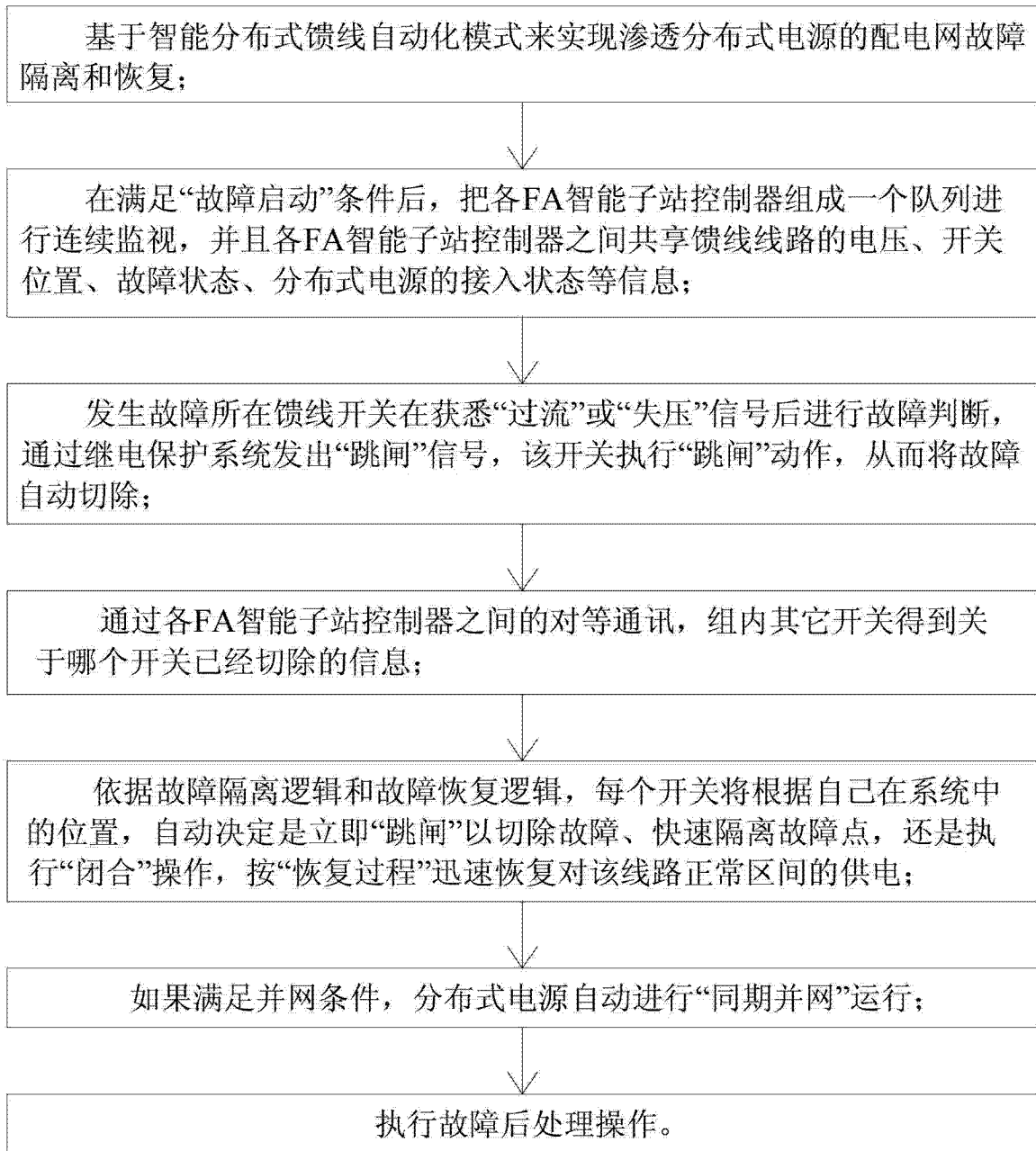


图 1

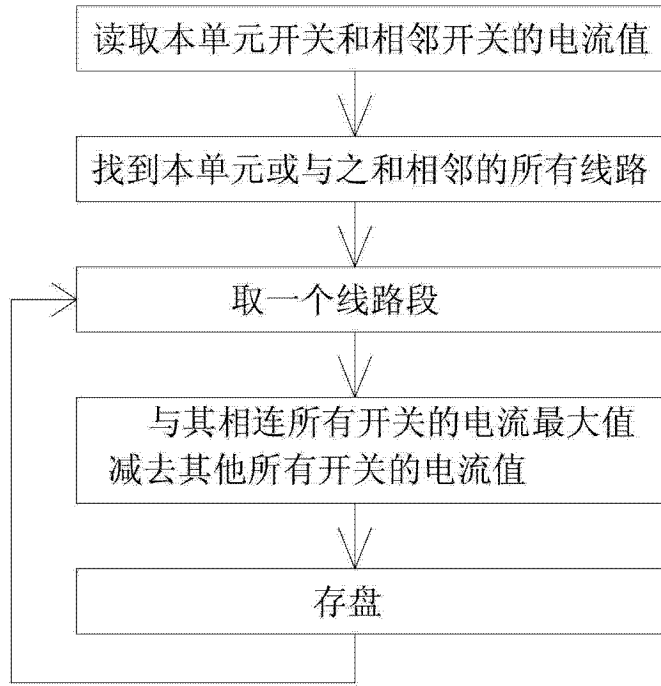


图 2

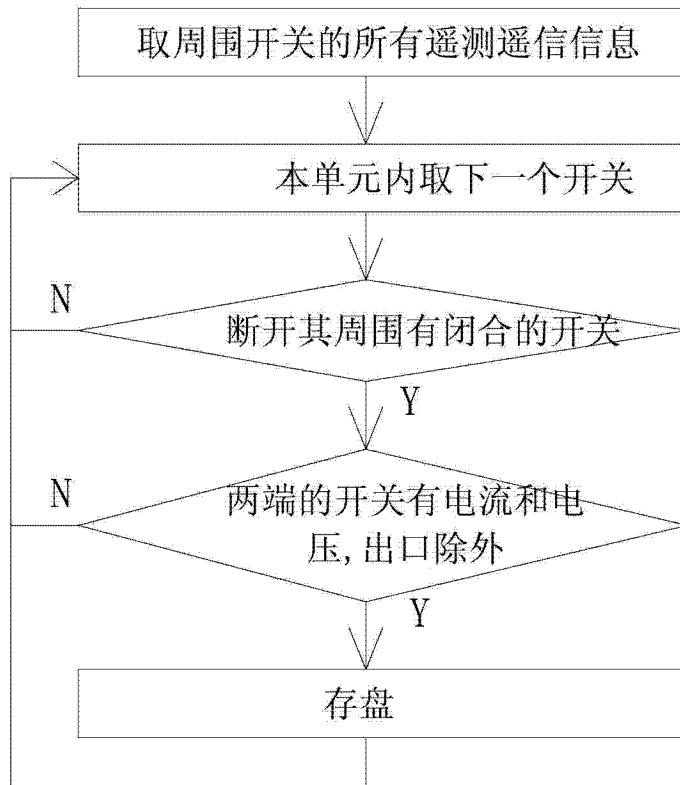


图 3

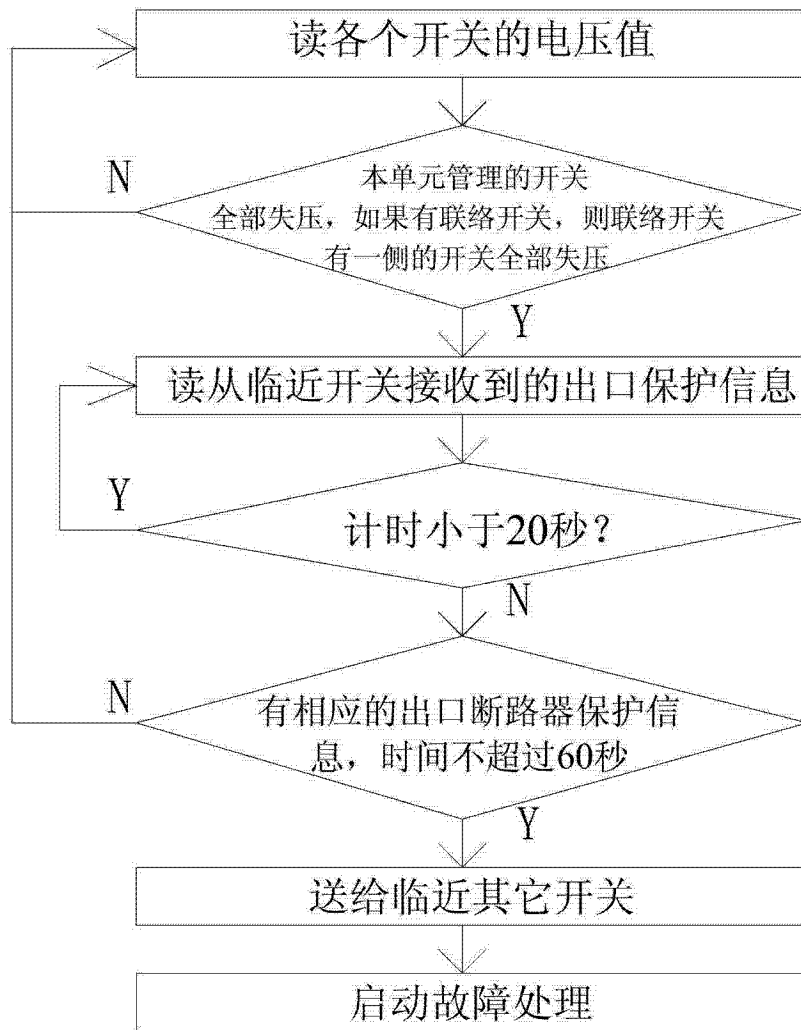


图 4

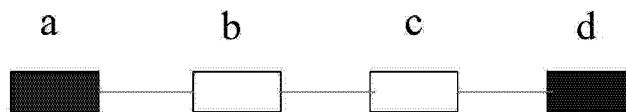


图 5