



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1348623 B

(45) 授权公告日 2012. 10. 03

(21) 申请号 00803682.9
 (22) 申请日 2000. 02. 11
 (30) 优先权数据
 60/119, 855 1999. 02. 12 US
 (85) PCT申请进入国家阶段日
 2001. 08. 10
 (86) PCT申请的申请数据
 PCT/US2000/003618 2000. 02. 11
 (87) PCT申请的公布数据
 W000/48283 EN 2000. 08. 17
 (73) 专利权人 能量传输系统公司
 地址 美国加利福尼亚州
 (72) 发明人 威廉·克里斯琴·特蕾西·纳尔逊
 唐纳德·S·伯科威茨
 维托尔德·比卡
 迈克尔·A·马洛尼
 (74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
 责任公司 11219
 代理人 林月俊 安翔

(51) Int. Cl.
 H02H 7/26 (2006. 01)
 H02H 3/00 (2006. 01)
 (56) 对比文件
 US 4161027 A, 1979. 07. 10, 全文.
 JP 平 9-233685 A, 1997. 09. 05, 全文.
 US 5784237 A, 1998. 07. 21, 全文.
 US 5513061 A, 1996. 04. 30, 全文.
 US 5517423 A, 1996. 05. 14, 全文.
 审查员 肖继军

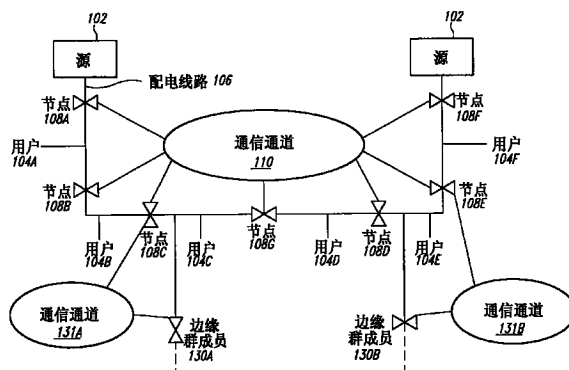
权利要求书 3 页 说明书 25 页 附图 13 页

(54) 发明名称

强化保护的配电系统的自动化重新配置的方法和装置

(57) 摘要

一种控制配电系统的方法和装置, 其中包括使用和协调在通信上输送的信息, 以动态修改配电装置 (包括但不限于变电站断路器, 重新闭合变电站断路器和线路自动重闭开关) 的保护特性。在此, 显著强化了配电系统或“群”的整个闭合和重新配置。根据本发明的另一方面, 在系统内的装置识别直接控制的群之外的相关装置的存在, 管理从这些装置来的信息, 使得能够进行较智能化的局域决定和群间协调。该信息可以包括逻辑状态表示、控制请求、模拟值或其他数据。



1. 一种控制配电系统的配置的方法,所述系统包括多个具有电路断开和闭合功能的配电装置,所述的多个配电装置至少一个是一个具有可选择的保护特性设置的电路保护装置,所述方法包括下列步骤:

响应要求系统重新配置的探测到的各状态,断开一个或多个配电装置以隔离探测的状态;

在多个配电装置的每个和多个配电装置中包括要求的保护特性的至少另一个之间通信;

根据所通的信息选择所述至少一个电路保护装置的可选择的保护特性设置之一;和

控制多个配电装置的操作来重新配置配电系统,其中,一旦探测到预定的各状态即将配电系统恢复到正常配置,预定各状态代表了一种探测到的状态要求重新配置的重新解决方案,所述的恢复步骤包括选择至少一个电路保护装置的可选择的保护特性设置之一,并且所述控制步骤包括根据可得到的保护特性进行重新配置。

2. 一种控制配电系统的配置的系统,包括:

多个具有电路断开和闭合功能的配电装置,多个配电装置的至少一个是一个具有可修改的保护特性的电路保护装置;和

控制装置,与要求系统重新配置的探测到的各状态相响应,在多个配电装置的每个和多个配电装置的至少另一个之间联通信,促使配电装置的保护特性和所述可修改的保护特性之间的协调,和控制多个配电装置的操作来重新配置配电系统。

3. 根据权利要求 1 的系统,其特征在于,控制装置在操作配电装置之前协调保护特性以重新配置系统。

4. 根据权利要求 1 的系统,其特征在于,控制装置根据可得到的保护特性来重新配置系统。

5. 一种控制配电系统的配置的系统,包括:

多个设置在配电系统中的配电装置,包括至少一个具有可修改保护特性的电路保护装置,所述的配电装置包括在配电系统中断开和闭合电路的设施;和

控制装置,响应于第一测定各状态经由多个配电装置协调配电系统的一个重新配置,所述控制装置包括,根据从一个或多个配电装置来的要求的保护特性的通信而修改至少一个电路保护装置的保护特性的装置。

6. 根据权利要求 5 的系统,其特征在于,控制装置还包括电路保护装置通信装置,用于向一个或多个配电装置通信修改的保护特性,和在收到修改的保护特性时重新配置配电系统的配电装置,所述修改的保护特性是满足预定的重新配置的保护。

7. 根据权利要求 5 的系统,其特征在于,所述控制装置包括:第一装置,用于选择地操作适当的几个第一类配电装置,在探测到第一测定的各状态时断开;和第二装置,用于选择地操作适当的至少一个第二类配电装置闭合,以重新配置配电系统,根据满足重新配置的预定各状态,在第二类适当的各配电装置闭合后,第一类适当的各配电装置重新闭合。

8. 根据权利要求 7 的系统,其特征在于,要重新配置的第一测定的各状态相应于一个故障状态,第一和第二装置操作以重新配置配电系统而将故障状态隔离。

9. 根据权利要求 5 的系统,其特征在于,所述的控制装置响应第二测定的各状态以将配电系统恢复到正常配置,所述第二测定的各状态代表了一个第一测定的各状态的重新解

决方案。

10. 根据权利要求 9 的系统,其特征在于,在将配电系统恢复到正常配置时,所述控制装置将所述至少一个电路的保护装置的保护特性修改成一个正常的配置。

11. 根据权利要求 9 的系统,其特征在于,在重新配置时所述控制装置将所述至少一个电路的保护装置的保护特性从第一正常配置保护特性修改到第二保护特性;在将系统恢复到正常配置时,在取得正常配置并将至少一个电路保护装置的保护特性修改成第一正常配置保护特性前,首先修改所述至少一个电路的保护装置的保护特性到第三保护特性。

12. 根据权利要求 5 的系统,其特征在于,所述控制装置包括通信装置,用于与不受第一测定的各状态影响的配电装置协调保护特性。

13. 根据权利要求 5 的系统,其特征在于,用测量的负荷电流表达要求的保护特性的通信。

14. 根据权利要求 5 的系统,其特征在于,要求的保护特性的通信用段数目表达,每个段相应于电路在邻近配电装置之间的部分。

15. 根据权利要求 14 的系统,其特征在于,要求的保护特性的通信还包括在配电系统中的电流流动的每个方向的段数目。

16. 根据权利要求 5 的系统,其特征在于,要求的保护特性的通信由在每个配电装置上的估计的负荷电流表达。

17. 根据权利要求 5 的系统,其特征在于,要求的保护特性的通信由每个配电装置上的最大负荷电流表达。

18. 根据权利要求 5 的系统,其特征在于,多个配电装置的至少一个与多个配电装置外部的至少一个装置通信,获得用于控制重新配置系统的关于系统状态的附加信息。

19. 一种控制配电系统的配置的系统,包括:

多个排列在配电系统中的配电装置,包括具有至少一个可修改的保护特性的电路保护装置,所述配电装置包括在配电系统中断开和闭合电路的设施;

控制装置,经由配电装置操作而协调配电系统的配置的改变,控制装置包括第一装置,根据从一个或多个配电装置来的要求的保护特性的通信而选择地修改所述至少一个电路保护装置的保护特性。

20. 根据权利要求 19 的系统,其特征在于,所述修改至少一个电路保护装置的保护特性包括在恢复前一个接地故障保护特性的中断,和在恢复后接地故障保护特性的接通。

21. 根据权利要求 19 的系统,其特征在于,在每次控制装置协调配电系统的配置中的改变时,第一装置选择地修改所述至少一个电路保护装置的保护特性。

22. 一种控制配电系统配置的方法,协调具有多个包括断开和闭合功能的配电装置,所述方法包括下列步骤:

响应要求系统重新配置的测定的各状态,断开一个或多个配电装置来隔离测定的状态;

在多个配电装置的每个和多个配电装置的至少另一个之间通信;

多个配电装置的至少一个与多个配电装置外部的至少一个装置通信,获得用于控制重新配置系统的关于系统状态的附加信息;和

控制多个配电装置的操作来重新配置配电系统。

23. 一种控制配电系统的配置的系统,包括:

多个具有电路断开和闭合功能的配电装置;和

控制装置,响应要求系统重新配置的测定状态,与多个配电装置之外的至少一个外部装置通信,获得控制重新配置所用的系统状态的附加信息,在多个配电装置的每个和多个配电装置的至少另一个之间通信而控制多个配电装置的操作来重新配置配电系统。

强化保护的配电系统的自动化重新配置的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明总的来说涉及配电系统的控制的改进,特别是涉及,使用智能化的自主节点,将配电线路的故障部分隔开,重新配置,和向终端用户恢复供电服务(电路重新配置),和改进电路保护。

背景技术

[0002] 本发明的配电系统一般是指从配变电站起到供电公司的最终用户电源的低中压(4千伏到69千伏)配电供电系统。虽然控制这些供电系统运行的电气原理与控制高电压发电和输送系统的相同,但是建造、运行和维护较低的电压系统的方法是不同的。这些方法取决于配电设备的大得多的数量和地理位置的分散,以及低得多的每单位长度电路的供电量。这就对设备提出了要求,要低成本、模件化和标准化,并且能够用最少的劳务和人力监视进行安装、操作和维护。

[0003] 由于电力线路的垮掉、地下电缆的挖断或其他原因而发生配电系统的故障,一般是通过测定过电流(短路/过载电流)探测的,偶尔通过探测电压衰减探测。在配电系统中,有时用户抱怨的电压衰减是供电公司察觉出供电中断的手段,派出工作人员隔离故障并重新配置配电系统。将这些故障隔离的一般装置是,主要是在配变电站的断路器和在分接头或用户变压器上的熔断器。配变电站的断路器一般带有重闭继电器,在所述断路器已探测到一个过载电流状态和跳闸断开后,它使得断路器闭合几次。如果在任何这些重合闸中而未探测到故障,则恢复供电而不发生长时间停电。特别是在高架线路上,由于风,闪电等的临时击穿引起很多故障。因此,在断路器断开时大部分的故障清除,然后自动重合闸恢复供电。另外,在数度重合闸的尝试后,如果过流状态继续存在,自动重闭开关进入切断状态而防止进一步的尝试排除故障。

[0004] 除手动的开关外,大多数的配电供电系统不具有其他装置将一个在配变电站和熔断器之间的故障隔离,因此供电系统的任何的事故均造成长时间的、耗费大的、不方便的并可能是危险的断电。对此的主要例外是使用称为“线路重闭开关”,“断续器”和“自动线路分段开关”或“分段隔离开关”的装置。如业内人士所知,这些是自动工作的装置,在本文中归为“故障隔离装置”类。应理解,术语“分段隔离开关”是指下述的故障隔离装置的一个特定的分类,而术语“分段”是说明通过所有各类的上述开关进行的将一个发生故障的线路段隔离的过程。

[0005] “线路的重闭开关”一般是一个带有重闭继电器的变电站断路器的预先组装的形式。线路重闭器一般包括带有总电流测定功能的一个故障-断开切换装置,外加一个控制柜,后者装有故障探测硬件、控制逻辑、用户接口模件和电池支持的电源。一个线路重闭器设置在变电站和用户负荷之间的配电线路上时,一般是设有,在变电站断路器跳闸前协同动作的故障探测的设定而协同防止变电站断路器跳闸。这有减少受线路故障影响的户数目的效果。在很长的供电系统上,能够使用较敏感的设置,使供电系统免于:大量的变电站断路器不能可靠地探测到的很低故障。多重的线路自动重闭器能够在配电线路上串联设

置,虽然这样会使得谐调它们的设定越来越困难或不可能,以致仅在故障源侧的最近的自动重闭器起作用。

[0006] “断路器”一般不带自动重闭功能的预组装的断路器和故障继电器。断路器主要使用在地下配电系统。

[0007] “自动线路分段隔离开关”或“分段隔离开关”一般是与所谓的“线路分段隔离开关控制器”的装置结合使用的负荷断路开关的预组装结合装置。分段隔离开关测定电流(和任选地测定电压)使得能够监视电路和源侧的保护装置的工作。将分段隔离开关配置成,在短时间的间隔内预配置的一些电压衰减发生之后电路切断之时,在一定情况下断开它的开关。所述情况各产品之间互不相同,但是总是根据电压衰减紧随其后的故障引起的状态的测定结果。分段隔离开关设计成与电路的保护装置相协调。典型的分段隔离开关是象 Cooper Industries 公司制造的 Cooper Power Systems Sectionalizer 型的 GV 或 GW,或 Energyline System 公司制造的 Energyline Systems Model 2801-SCSwitch Control。在业内这些是周知的装置,因此不需要详细说明。

[0008] 虽然供电公司接受更复杂的自动化的对付故障和重新配置的方案已受到限制,但是仍是开发并市场化了很多方法。最原始的方法一般是涉及在配电网的关键点上设置控制设备和配电连动设备,并将它们的工作完全与在每个点上局域和彼此独立测定和起作用的电路参数的使用相谐调一致。这类的一个例子系统是 Kearney FILS 系统。已开发了更复杂的方法是,通过在关键的点上局域测定的信息与一个指定的较高水平的控制实体通信,来隔离/重新配置这些电路。在美国专利 5,513,061 和 5,701,226(Gelbein) 和 5,341,268(Ishiguro) 中公开了这类的例子。利用智能的分散开的控制技术,已开发了几种方法,在不需较高水平控制实体的情况下,将配电电路隔离/重新配置。在执行这些方法的系统中,信息局域测定和处理,在局域尽可能多地起作用,并然后与其他合作的装置共享,或引导或强化起作用的能力。在美国专利 3,970,898(Baumann) 和 5,784,237(Velez), 和 EnergyLine SystemIntelliTEAM(注册商标)产品的先前类型中和相关的美国专利申请 08/978,966(Nelson 等)中可见到这些方法的例子。

[0009] 这些方法和系统的大多数在支持的配电设备类型和布局上有明显的局限。例如, Baumann、Velez 和 Gelbein 的方法,适合于仅在供电源处带断路器或自动重闭器的非故障断开分段开关。因此,将变电站断路器、线路自动重闭器,分段隔离开关和其他设备结合到综合的自动电路重新配置系统中的方法受到限制。主要与配电系统的性质相关的这个情况的几个原因是:

[0010] 1. 在没有通信设备的情况下,将两个以上的装置的保护和故障隔离功能相谐调,如果不是不可能也是困难的。

[0011] 2. 通信设备是昂贵的,或能力是有限的,并且管理信息流和事件顺序的技术是原始的。这也增加了这样的系统的建立和支持的劳务。

[0012] 3. 负荷密度/多样性、不同的线尺寸和交杂的建筑技术(高架的/地下)和固有不可预测的负载方式使紧急切换决定的自动化极大地复杂化了。

[0013] 4. 一般来说,有一种以上的替换的供电电源,但是所述电源可能具有供给供电系统的有限的容量。这要求有一个更复杂的决定过程。

[0014] 5. 即使在仅有一个替换电源,而这个供给源偶然位于线路的端部,在主供电系统

的电流输送容量上的限制会限制重新配置的过程。

[0015] 6. 紧急事故的抢修人员的有限的培训和背景要求设备在自动和手操作方式中都容易操作。

[0016] 7. 保护继电和自动重闭开关的技术已进步到结合微处理器为基的技术,并且结合有自动重闭开关的现有重新配置的系统方案不能够利用微处理器管理的装置的先进能力。

[0017] 在自动重闭开关技术中的最近的改进的例子包括 Cooper Industries 公司制造的 Form4c 和 Form5c Recloser Controls, SchweitzerEngineering Laboratories 公司制造的 SEL 351R Recloser Control 和 Nu-Lec Pt. 有限公司制造的 N,U 和 W 系列 Recloser Controls。这些产品能够内部保持住由用户在控制面板或通过通信可选择的至少两组独立的保护继电器设定。这些设定的组能够不严格地称为保护特性的“设置”,可以包括宽的各种选择,包括操作方式、可能的保护特征、和水平设定。在 SEL 351R 的情况下,能够修改根据程序语言和与外部装置通信的设置设定,虽然这样做的特定的方法和细节留给了终端用户。这些设置的一个关键的属性是负荷量和沿能够适应过流故障的可靠探测的配电路线的距离。

发明内容

[0018] 本发明的一个主要方面是提供下列方法和相关的系统装置,以使用和谐调在通信上传输的信息,动态地修改配电装置的保护特性(包括变电站的断路器,重新闭合的变电站断路器和线路自动重闭开关,但不限于此)。这样,配电系统或“群”的整个保护和重新配置得以大为加强。

[0019] 在本发明的另一方面,在本发明系统内的装置识别在直接控制的系统领域外的合作的装置的存在,管理从这些装置来的信息,以使得较智能化的局域决定的做出和系统内的谐调能够进行。这个信息可以包括逻辑状态指示、控制请求、模拟值或如下所述的其他的

[0020] 一种控制配电系统的配置的方法,所述系统包括多个具有电路断开和闭合功能的配电装置,所述的多个配电装置至少一个是一个具有可选择的保护特性设置的电路保护装置,所述方法包括下列步骤:响应要求系统重新配置的探测到的各状态,断开一个或多个配电装置以隔离探测的状态;在多个配电装置的每个和多个配电装置中包括要求的保护特性的至少另一个之间通信息;选择所述至少一个电路保护装置的可选择的保护特性设置之一;和控制多个配电装置的操作来重新配置配电系统。

[0021] 一种控制配电系统的配置的系统,包括:多个具有电路断开和闭合功能的配电装置,多个配电装置的至少一个是一个具有可修改的保护特性的电路保护装置;和控制装置,与要求系统重新配置的探测到的各状态相呼应,在多个配电装置的每个和多个配电装置的至少另一个之间联通信息,促使配电系统的保护特性和所述可修改的保护特性之间的协调,和控制多个配电装置的操作来重新配置配电系统。

[0022] 一种控制配电系统的配置的系统,包括:多个设置在配电系统中的配电装置,包括至少一个具有可修改保护特性的电路保护装置,所述的配电装置包括在配电系统中断开和闭合电路的设施;和控制装置,响应于第一测定各状态经由多个配电装置协调配电系统的一个重新配置,所述控制装置包括,根据从一个或多个配电装置来的要求的保护特性的通

信而修改至少一个电路保护装置的保护特性的装置。

[0023] 一种控制配电系统的配置的系统,包括:多个排列在配电系统中的配电装置,包括具有至少一个可修改的保护特性的电路保护装置,所述配电装置包括在配电系统中断开和闭合电路的设施;控制装置,经由配电装置操作而协调配电系统的配置的改变,控制装置包括第一装置,根据从一个或多个配电装置来的要求的保护特性的通信而选择地修改所述至少一个电路保护装置的保护特性。

[0024] 一种控制配电系统配置的方法,协调具有多个包括断开和闭合功能的配电装置,所述方法包括下列步骤:响应要求系统重新配置的测定的各状态,断开一个或多个配电装置来隔离测定的状态;在多个配电装置的每个和多个配电装置的至少另一个之间通信;多个配电装置的至少一个与多个开关控制器外部的至少一个装置通信,获得用于控制重新配置系统的关于系统状态的附加信息;和控制多个配电装置的操作来重新配置配电系统。

[0025] 一种配电系统的自动重新配置系统,包括:第一组多个开关,在第一组多个开关中的开关是位于配电系统中;第一组多个开关控制器;和在第一组多个开关控制器中的开关控制器控制在第一组多个开关中的相应开关,包括监控配电系统的装置,所述装置与在第一组多个开关控制器中的至少另一个开关控制器通信,根据要求故障隔离的探测的状态和通信的信息,控制它们相应的开关进行故障隔离或重新配置,当执行所述重新配置时,至少一个开关控制器也与第一组多个开关控制器之外的至少一个外部装置通信,以获得用于控制重新配置的关于系统状态的附加信息。

[0026] 一种控制配电系统的配置的系统,包括:多个开关,排列在一个配电系统的预定一个配置中;多个开关控制器用于控制多个开关中的相应的开关,每个开关控制器响应于配电系统的测定的状态,包括与一个或多个其他开关控制器相通信的装置,来传递和接收关于一个或多个开关控制器状态的通信信息,多个开关控制器中的每个开关控制器处理测定的状态和通信的信息,以便根据第一预定的状态确定是否操作相应的开关来进行故障隔离,然后根据第二预定的状态确定是否操作它们的相应的开关来进行配电系统重新配置,和然后根据一个要求故障隔离和重新配置的状态的重新解决方案,确定是否进行返回到正常配置,至少一个开关控制器与多个开关控制器之外的至少一个装置通信,从至少一个装置接受系统的状态信息,来控制该至少一个装置的操作,以进行重新配置和/或返回到正常的配置。

[0027] 一种控制配电系统的配置的系统,包括:多个具有电路断开和闭合功能的配电装置;和控制装置,响应要求重系统新配置的测定状态,与多个配电装置之外的至少一个外部装置通信,获得控制重新配置所用的系统状态的附加信息,在多个配电装置的每个和多个配电装置的至少另一个之间通信而控制多个配电装置的操作来重新配置配电系统。

[0028] 通过结合附图,通过以下的详细说明业内人士会明了本发明的这些和其他的用途和优点。

附图说明

[0029] 图 1 是一个常规的配电系统框图,其中安装了根据本发明优选实施例的节点。

[0030] 图 2 是本发明的优选实施例的节点的框图。

[0031] 图 3 是图 2 实施例使用的同步和错误检查流程,这个流程由系统流程图的其他各

部分调用,并更新同步系统使用的时钟和计数器。

[0032] 图 4 是图 2 实施例使用的同步过程状态的流程图,这个流程将节点之间的数据库的传输进行谐调。

[0033] 图 5 是图 2 的实施例使用的完好性检查状态的流程图,这个流程检查数据库、错误标记、和系统状态而确保节点正确运行和数据可靠。

[0034] 图 6 是图 2 实施例使用的转移过程状态流程图,这个流程在一个故障发生之后关闭断开的开关,恢复向尽可能多的用户供电。

[0035] 图 7 是图 2 的实施例使用的返回到正常过程状态流程图。一旦故障清除,这个流程将节点返回到它们的正常状态。

[0036] 图 8 是图 2 的实施例使用的终止过程计时器任务流程图。这个流程由转移过程状态流程或返回到正常的流程调用,并设定一个定时器,确保这些任务的进行不超过预定延续时间。

[0037] 图 9 在供电的替换源的能力上设置附加限制的配电系统另一个配置和支持所述配置的流程图。

[0038] 图 10 是带有改进的故障隔离能力的配电系统的另一个配置和支持该配置的流程图。

[0039] 图 11 是节点控制器 200 的另一个实施例的逻辑框图,其中在附加的微处理器板上装有电路重新配置的智能装置。

具体实施方式

[0040] 本发明包括对控制配电系统的方法和系统的改进。以下说明使得业内人士能够实现和使用本发明,并且提供了具体的应用和要求。各种修改的方案对业内人士将是显而易见的,这里限定的基本原理可以应用到其他的实施例和应用中,而不会离开本发明。因此,本发明拟不限于这些实施例,而是符合于与在此公开的原理和特征一致的最广的范围。

[0041] 图 1 示出能够由本发明的一个优选的实施例控制的配电系统的例子的一部分的简化图。所述配电系统包括多个电源 102,后者通过如常规电力线的一个配电线路 106 连接多个用户 104(如工厂,住家)。线路 106 有多个节点 108,它们沿线 106 在预定的点上设置。图 1 中电源、用户和线路和节点的数目的描述是任意的,在任何给定的配电系统中可以有不同的配置,或各项目的数目可以不同。

[0042] 另外,虽然在美国专利申请 08/978,966 中公开的系统很适合根据主配电线路的局域配置和测定的状态来做出决定,但本发明使得系统的各装置能够识别在直接控制的系统领域外辅助或边缘装置(例如 130A 和 130B)的存在,有效保持从这些装置来的信息,使得能够进行更智能化的局域决定和群间的协调。因此,可以配置在群内的各装置,作为其他各群的边缘群成员,在通信通道上供给信息。这个信息可以包括逻辑状态指示、控制请求、模拟值或其他数据。图 2 示出本发明的节点 200 的优选实施例。配电线路 202 通过可在这点断开和闭合配电线路的开关 204。在本发明的其他实施例中,开关 204 能够由可进行电力测定、控制或的调节功能的其他的装置替换,如电压调节(调压器)无功功率控制、(切换的电容器组)、故障测定。

[0043] 应理解,与本发明一致的是,节点 200 也可以是控制两个、三个或多个开关型的,

在这些开关之间有用户负荷或替换电源。此时,配电线路 202 通过两个或多个开关 204,它们在单个的节点 200 的控制下能够断开和闭合。此时,节点 200 是一个通信独立的单个节点,但是从电力系统和本发明的控制系统的观点来看它是多节点。在此情况下,信息流不改变,通信步骤完全旁通。

[0044] 节点控制器 206 控制着配电开关 204。节点控制器 206 包括一个控制计算机 208,一个显示器 209 和一个配套的存储器 210。存储器 210 存储控制节点的编程和关于系统的每个节点的节点记录的数据库。本发明的一个显著特征是在节点记录 210 中有附加信息元件 17-19,反映了如下所述的节点保护特性。

[0045] 本发明的一个显著特征关系到,在节点 200 具有保护能力(过流保护/故障断开)时对群操作的加强。业内人士会理解,配电开关 204 能够具有不同的操作能力,可以加强或降低其参与电路重新配置的能力。例如,最低成本的开关不能够中断高电流,或不装配电源和电流的传感器。业内人士会理解,节点 200 可以编程在高的断开电流下不断开开关(分段隔离开关控制),或另外可以编程成为一个电路保护装置(自动重闭开关或断路器)。在编程为一个保护装置时,在高电流状态(故障电流)下该开关断开,防止电路或用户设备着火或受损,或为了安全。

[0046] 本发明的一个主要目的是提供具有统一算法(参见图 3 和 6-8)的方法和装置,使用和调配使用在通信上传输的信息,来动态修改配电装置(包括变电站断路器、自动闭合的变电站断路器和线路自动重闭开关等,但不限于此)的保护特性。在此方法中,配电系统的或群的整个的保护和重新配置特别极大地加强。所述修改在从调节保护设定或特征选择到重新定义装置能力的范围内变化。例如,在一定情况下,自动控制方法能够将一个线路自动重闭开关的作用重新定义为线路的分段隔离开关或一个完全的非自动重闭开关,以减少在多个保护装置之间的协调的问题。因为所述系统动态地应用,不需要定制每个电路配置的程序操作。因为每个装置自动识别它在群内的作用,下述的改进明显促进保护装置的协调。

[0047] 控制计算机 208 连接 AC 波形的处理器 212。AC 波形处理器 212 通过现场接口连接器 214 连接到配电线路 202。这使得处理器能够测量在配电线路上的各种关键的电参数,如电压、电流、并将它们数字转换,输送到控制计算机以便处理,通信或存储在存储器中。

[0048] 数字 I/O 接口 216 连接到控制计算机 208、开关 204 和配电线路 202。接口 216 使得控制计算机 208 能够接收开关位置测定信息和其他输入,并且向开关输出控制输出。

[0049] 通信装置 218 连接着控制计算机 208,使得它能够与在系统上的其他节点通过图 1 的通信通道 110 通信。通信装置能够连接方便可用的任何通信网络,具有希望的特性。在本发明的当前实施例中,使用 Metricom Radio。

[0050] 如果希望的话,在节点中能够包括一个第二任选的通信装置 220,由本发明外的系统使用,这样的例子是 SCADA 网关。

[0051] 通过输供电源/配用电池 222 向节点供电。能够从太阳能、AC 电压变压器或通过电压传感器供给的电对电池充电。

[0052] 每个节点连接一个通信通道 110。能够使用任何类型的通信通道。在本发明中,例如可以使用电话、无线电、因特网或光纤缆。

[0053] 图 3 是一个流程图,示出根据本优选实施例的每个节点运行的同步计时器和状态

选择过程的操作。在此过程中,节点更新用于使所述节点彼此之间同步的计时器和数据库顺序计数器。然后节点检查错误状态,如果发现错误就设定错误标志,并从它们的数据库确定它们所处的状态:同步、完好性检查或重新配置事件。对同步过程的强化是附加步骤 315,在重新配置前,向保护装置提供它们的保护特性的预先警告,甚至使得,如果以前的设定足够,在保护装置设置的调整之前电路的起初恢复可以开始。

[0054] 图 4 示出根据本优选实施例每个节点运行的同步过程状态一个流程图。在此状态中,节点建立关于配电系统的关键控制信息的数据库。所有节点都贡献于数据库的建立。每个节点在它的存储器中存储数据库的备份。根据此实施例建立数据库的步骤是:每个节点接受前一节点的数据库,附加它自己的信息记录,并将它传递到下个节点。这个各种继续直到所有节点接受了其他每个节点的记录。一旦这个过程完成,然后每个节点开始图 5 所示的完好性检查状态。

[0055] 图 5 是根据此优选实施例每个节点运行的完好性检查状态过程。在节点运行这个过程时,它检查它从所有其他节点接受的记录,确保记录反映系统的状态的最新形式。

[0056] 图 6 是根据此优选实施例的转移过程的操作。这个流程图说明,在系统发生故障后进行独立的分段隔离时每个节点使用的过程。在一个节点中开始这个过程是在此节点接受另一个节点已进入这个状态的信息的时候。为了在故障发生后恢复向尽可能多的用户供电,每个节点使用这个过程,确定是否它能够闭合与其配套的开关。本发明扩充了转移逻辑的功能性,确保保护设定匹配转移(步骤 645-654)的要求。

[0057] 图 7 说明一旦故障清除故障之后将配电系统返回它的正常状态每个节点使用的逻辑。本发明扩充返回到正常正常逻辑的功能性,确保保护设定匹配返回到正常的过渡,特别是在使用“封闭的”过渡时(步骤 722 和 750-752)。

[0058] 图 8 是为了确保系统不费过多时间完成在图 6 的转移过程和图 7 的返回到正常的过程,当在这两个过程状态时使用的任务定时器的操作流程。本发明扩充返回到正常逻辑的功能性,在返回到正常过渡特别是在使用“闭合”过渡返回到正常时把保护复位。

[0059] 群数据库的管理

[0060] 如上所述,存储器 210 存储控制节点的编程和关于系统每个节点各节点记录的数据库(群数据库)。每个记录包括几个区段,后者包括使得节点控制器能够控制节点开关的信息,以根据配电系统的需求改变分配特性。在本发明中的主要改进是,向群数据库附加保护特性,使得在负荷转移/恢复时便利保护设定的协调。

[0061] 在本发明的一个优选实施例中,在数据库中的节点记录的顺序与配电系统的节点的实际顺序一致。具有以其他方式排列的在数据库中的节点记录和包括在配电系统中的节点实际或相对空间位置的每个节点记录中的信息,不偏离本发明。如果节点控制器是双或多开关的,每个开关的位置在数据库中表示,并可以独立地排序。

[0062] 在本发明的另一个实施例中,从通信的观点来看,单个、双个或多个开关节点能够用作群的唯一成员。将见到这样做完全地与本发明的优选实施例一致。在群的其他成员临时从群取下或在群中的其他节点的错误防止整个的群作用在断电状态时,一个双开关节点,在它是实际安装的唯一成员时(其他成员可以稍后安装),可以起群的唯一成员的作用。

[0063] 另外,本发明的一个优选实施例是为了控制图 1 的环路配电系统,其中有两个源

和一个在这两个源之间的配电线路中的常开开关（或称为“系动”开关（tie switch））；或一个辐射式的配电系统，其中有一个源和没有系动开关。数据库表达或简单或复杂的配电系统布局都不偏离本发明，本发明能够在这样的布局起作用。

[0064] 在此优选实施例中，取决于开关哪一侧供电和断电，系动开关能够闭合而恢复开关任何一侧的负荷（反馈）。作为一个常规做法，电路可说明成是具有一个右侧和左侧，系动开关在左、右侧之间。最小号数的节点指定为在电路的左侧上与源的最近处的。最大号数的节点是在电路的右侧上与源的最近处的。在两个邻近的节点每个之间通过的电路称为转移段或段。

[0065] 在本发明的优选实施例中，每个节点的数据库记录包括：(1) 当前在使用的记录标记，(2) 每个单独的记录所表达的装置的类型指示，(3) 节点的通信地址，(4) 它的通常开关状态（断开或闭合），(5) 目前的开关状态，(6) 电压状态（是在线路上的电压或不是）（按位置表示，如果适用的话），(7) 故障状态（假如探测了故障）（按位置表示，如果可以的话），(8) 当前的时间标记，(9) 数据库的序号，(10) 逻辑过程状态（开关在什么状态和步骤），(11) 错误状态标记，(12) 自动/手动操作方式状态（按位置表示，如果可以的话），(13) 在每相上平均的测定负荷（按位置表示，如果可以的话），(14) 事件处理的开始时间戳记，(15) 返回到正常的指示（断开或闭合过渡），(16) 节点是否在电路的受影响的部分内的表示，(17) 在从左侧向电路供电时用当前的保护设定足够保护的段的最大个数，和 (18) 在从右侧向电路供电时同样保护的段的最大个数。对于本发明的用途，一个段（见上述的 17 和 18 项）代表在图 1 的两个邻近群节点之间配电路。在有双或多个开关的单个通信节点时，段的数目将在主配电线路的任何两个开关位置之间的负荷考虑算为附加段。使用下面说明的方法获得“段的最大个数”。应理解，在其他的本发明实施方式中，不偏离本发明可以将不同的节点数据存储在每个节点的数据库记录中。

[0066] 上述的群局域的记录数据库使得每个节点能够具有关于配电系统的足够信息，以智能化控制它的局域开关。另外，因为数据库局域存储在所述节点中，节点不需要向其他节点询问信息或等待从其他节点接受操作指令。

[0067] 应理解，根据本发明，能够使用当前在使用中的记录标记从协调的系统活动中取消一个节点，或使得一个节点能够恢复其协调的系统活动。通过一个外部的做出决定的实体，但不限于此，或节点本身，可以做出取消节点活动或恢复节点活动的决定。

[0068] 保护设置和群数据库

[0069] 本发明优选实施例中的重要改进是，在保护装置设置中表达有附加的属性。这些属性强化了保护工程师向群节点输送设定的预期操作范围或用途的能力。另外，如下所述，这些属性支持，不另外在单个的装置的保护设定中呈现的附加的群相关的功能性。所述属性是 (1) “设置类型”表示这个设置的预期的使用。对于优选的实施例，可能的值是 (a) “Team mode/Normal”在节点处它们的正常操作状态时使用，常开开关断开，其他所有的闭合。在优选实施例中，仅有一个 Teammode/Normal 设置，但是具有根据每年的季节等操作参数或负荷为基础的标准，动态选择的多个设置也不偏离本发明。(b) Team mode/Normal 使用在在该装置处必须带起附加段或负荷和正常的设置不足够的情况下。可以有根据下述各选择标准选择使用的多个 Team mode/Normal 设置。(c) “Standalone”在不能够群操作时或由于持久的错误或问题临时不能够群操作时（这些下面称为“Stop Transfer”状态）。

(d) “TeamMode/Return to Normal”,在返回正常的群操作时使用(见下面)。(2) “Number of Segments, Left-Side Distribution”表示从电路的左侧供给时,由所述设置能够保护的、局域开关位置上开始的附加段的最大个数。如果系统包括其他装置,而且其设置保护线路端部,这个数目可以取比装置的直接作用范围大的值。此时,如果其他装置是群的成员,本发明的特征之一是,保持设置之间的一致。(3) “Number of Segments, Right-Side Distribution”:如上所述,但是对于从右侧供给电力的情况。(4) “Maximum Load”表示设置预期保护的用户负荷的最大值。这个值一般由用户预定,并与实时负荷数据比较,确保设置不用于可能发生保护装置误跳闸的情况。(5) “Protection Selection Key”。这是对与设置配套的实际的配置设定的一个索引或内部指针。这个索引使得用户规定的项目能够连接到装置设定的集合,后者是预装入在装置中的或作为一个分开的数据库保持的。业内人士能够理解,表示保护装置的设定的配置可以使用的其他的属性和属性值表征。

[0070] 本发明的目的是使得群成员能够决定,在通过闭合断开的开关带起附加的负荷前,其他群成员的保护设定是否要求调节。因此,在局域记录中的“段数目”区段应该局域确定,在群成员之间共享。每当是群数据库进行交换(同步过程,图3,步骤315),在正常的操作时这个过程周期地发生。在错误处理和/或转移事件时确定区段的值中包括一个更复杂的过程,将在下面说明。

[0071] 计算“段数目”场 - 正常操作

[0072] 下面说明在正常的群操作时,对于当前有效的设置计算“段数目”场的方法,其中,正常的群操作不包括转移和返回到正常的事件或错误处理。在优选实施例中,除非存在转移或特定的错误状态,在没有群调用改变它们的操作设置情况下保护装置起作用。如果根据季节变化,负荷或其他测定的或输送信息,改变整个群有效的设置和协调也不偏离本发明范围。

[0073] 有很多方法,在根据装置的类型和能力的群数据库的局域记录中导出“段数目”场。优选实施例中采用以下根据开关和控制器的固有能力的方法:

[0074] 分段隔离开关:在开始时,能够保护的段数目设置为一个不确定的大数目。在群数据库或局域记录转移时(在同步时或在转移事件时),以一的递减量来计数减小到分段隔离开关的源侧最近的节点保护的段数目。例如,对于相应于第二节点的局域记录,如果在从左侧分配电力(左侧段计算)时,第一节点能够保护在其负荷侧的三段,并且第二节点是一个分段隔离开关,它将其左侧的布局段计数设定为2。如果在电力从右侧分配时,第三节点的局域记录表示它能够保护在其位置外的两段,在第二节点上的分段隔离开关将其右侧段设定为一。对于第一(左手布局)和最后(右手布局)的节点应该做出特别的处置,因为它们没有源侧的节点。优选实施例中支持三个选择方案向终端(优选和替换源)节点转送源侧的段计数:(a)能够根据源侧保护装置经历的电路的最坏的情况的加载保护研究预定(配置)计数,(b)能够将它预定为一个任意大的值(不能够根据不足够的段计数预防附加的电路加载),或(c)它从源侧保护装置通过通信获得(见下面的边缘群成员功能性)。当终端节点是保护装置并非分段隔离开关时上述措施也适用(见下面)。

[0075] 保护装置(自动重闭开关或断路器):根据装置的保护设定和控制的精密程度,如下所述,段数目可以部分地仅由节点能力配置或动态计算。

[0076] 在优选实施例中,断路器或自动重闭开关的有效设置属性用于节点局域记录中的

“段数目”场导出。段数目是作为由源侧邻近节点保护的段数目的较少数目（减一），或根据局域装置的有效设置（当前使用的设置）能够保护的段数目计算的。在后者情况中，存储在群的数据库的群局域备份中的最新负荷数据用来确定与设置处理的段数一致的可能计算负荷，是否超过为设置配置的最大负荷。如果是，减少设置的“段数目”场直到能够应付住该负荷。进行这个计算的逻辑必须对局域测量的负荷、以及当前的电流流动（左或右）方向和每个段在常开开关的相反侧上的当前测量的负荷是敏感的。例如，对于左手布局的段数目的计算，如计数延伸在常开开关的位置外保护的一段，对于常开开关的右侧在所述开关上的测量的电路负荷加到局域测量的负荷上，与设置相比较。业内人士应理解，如果最终用户配置一个能够通过带有特定设置的节点来实现的任意高负荷电流，基于负荷的段的减少就可能失败。

[0077] 在负荷转移或错误处理时选择设置

[0078] 在负荷转移、返回到正常或错误处理或恢复事件时，每当重新计算由当前的有效设置处理的段数目时，就调用这个过程。在这些事件时，群数据库的更新触发一个设置的搜索/选择过程。下面说明的过程是一个选择适当的设置的简化方法，但是基于线路阻抗、加载或其他因素而利用更精细的过程，或基于不同事件来触发选择过程，也不偏离本发明。

[0079] 在优选实施例中，触发选择过程的事件是：(1) 不带错误的同步间隔和电路配置向其“正常”状态过渡的完成，是在所有开关在其正确的常闭合或断开的位置的情况下。这个事件选择“Team Mode/normal”设置。(2) 向群“停止转移”状态的过渡，它引起“Standalone”设置的选择，是在假设最后知道的电路配置是使得所有开关处在它们的特定的“常态位置”的情况下。（注意：其他错误不改变当前有效设置的选择）(3) 向返回到正常”状态的过渡，它引起“TeamMode/Return to Normal”的设置的选择。(4) 在一个转移事件时（见下面），转移在进行中，和局域开关的必须处理的段最大数目大于当前的有效设置处理的数目。

[0080] 在这个后者情况，在优选实施例中，节点扫描“TeamOperation/Transfer”设置表来搜索能够承担这个最大的段数目和故障前操作负荷的第一项。这使得在一般转移时，设置的重新选择过程能够最多发生仅仅一次。就故障定位的通知过程时，向节点提供附加信息，使得设置选择可以更紧密与要求匹配，也不偏离本发明。另外，在每次载带起一个区段时进行所述选择过程（和配套的通信）也不偏离本发明。

[0081] 如果上述选择过程造成需要相应改变实际保护设定或保护装置的操作方式，开始并检验这个改变。仅在肯定的检验后，群的数据库中的局域记录才被更新。如果检验失败，产生一个错误状态，逻辑重新尝试选择。如果一个转移在进行中，不停地重复直到转移过程的时间用尽。

[0082] 自由运行计数器

[0083] 图3的步骤310-318包括在节点运行的其他过程中的步骤特别是在节点等待一个特定事件发生时，常调用的一个同步流程。在步骤310，节点的自由运行的十进制计数器递增。用自由运行计算器建立一个带时间戳记逻辑的基准。如很快见到的，使用该计时器来确保节点之间的同步。在步骤312，节点检查自由运行的计时器，确定它是否达到它的最大值。在最大的计数达到时，同步间隔到期。如果同步间隔到期，然后执行步骤314，节点记录的数据库的顺序数码递增，在节点的数据库中记录一个时间戳记，以帮助确保同步。作为本

发明提供的一个改进,在步骤 315,优选实施例还用上述的方法,对右手和左手布局的计算/重新计算“段数目”场。通过在每个同步间隔上的一个计数来增加数据库顺序数码,每个节点在它的局域记录中包括这数据库顺序数码。

[0084] 如果所有的节点正确起作用 and 同步,在每个节点上的数据库的顺序数码应相同。因此,在记录中包括每个节点的数据库顺序数码使得本发明的各节点能够肯定,从其他节点接受的数据是及时的和可靠的。在此方法中,每个节点为其本身确定系统作为整体是否在正确地起作用。

[0085] 在步骤 314 后,或如果同步间隔未到期,然后节点检查确定是否能够通信。在一些情况阻止通信。在优选实施例中不允许通信的例子是在节点的群正开始配置时,除了所述分配配置信息的节点外,所有其他的节点必须闲置。如果不允许所述节点通信,那么节点返回到步骤 310,即在此时封闭运作。

[0086] 如果允许通信,那么执行步骤 320。节点检查错误和事件,如果探测到一个错误或事件设定一个标记。然后每个节点确定它在下面三个状态的哪个之中:同步、完好性检查或重新配置事件。每个节点基于它自己的内置传感器,独自地不依靠其他节点地确定它应在这三个状态的哪个之中。一般是,除非系统正在从一个状态向另一个过渡,所有的节点均在相同的状态。但是,在一个时间,任何具体的节点可仅在一个状态中。

[0087] 同步过程状态

[0088] 如果所述节点在同步过程状态,那么它沿图 4 的流程所示的过程进行。在步骤 412,节点必须确定它是否是第一有效节点。在本发明的优选实施例中,紧随任何源后的节点能够配置成为在数据库中的第一有效节点,(紧随任何源后的)另一个节点是数据库中最后的有效节点。在之间的节点在数据库中排序反应它们的在配电系统中的空间顺序。将节点在数据库中排列在不是空间顺序的一个顺序中,并在每个节点记录中包括使得节点的绝对或相对的空间顺序能够确定的数据,也不偏离本发明。

[0089] 第一节点开始步骤 414,并开始建立节点的记录的数据库的过程。第一节点将它的局域的记录置于数据库,然后将这个数据库送到在数据库中列出的下一个节点。数据库被称为“球”,因为它围绕系统从节点到节点传送。每个节点向数据库添加的记录包含当前通过节点的 18 个上述列出的信息项目。

[0090] 虽然有很多的可能的可以建立和联通这个数据库,但是本发明的当前实施例通过将它送到各接续的节点,使得节点的记录添加到数据库上来建立数据库。不偏离本发明也可以用其他的方法建立数据库。例如,每个节点可以直接在通信通道上播放它的记录,而由所有其他的节点接受。

[0091] 然后第一节点继续进行步骤 418,因为所述节点尚未接受球两次,它继续步骤 420。在步骤 420,节点确定是否到了实施所述连接的时间。节点通过给另一个节点发信号以使得它被往回发信号,来实施其连接。这样使得节点能够确定它的通信系统是否有效。为了确定是否是到了实施时间,节点检查同步间隔计时器以确定同步过程是否耗费了比预定使用的限定时间段多的时间。如果存在通信事故,这样防止节点在这个状态被卡住。

[0092] 如果不是实施连接的时间,节点下面进行步骤 422。在此步骤,节点进行图 3 的步骤 310-318,来检查错误和事件。如果探测到错误或事件,则设定一个标记,如果需要,则终结该有效的过程。这称为“同步和错误检查循环”。一旦完成,节点返回同步过程,进行步骤

424, 检查以确定它是否接受了所述球。在同步过程由除了第一节点外的各节点进行时, 它们从步骤 412 直接到步骤 424。

[0093] 在步骤 424, 如果节点未接受所述球, 它返到步骤 420 并继续这个循环直到或是到了实施连接或是接受到了球的时间。如果球收到, 然后节点从步骤 424 到步骤 426。在步骤 426, 节点包括带有球的局域记录, 并将球传送到下一个装置。(表列最后的节点将球送到第一节点)。所述节点进行步骤 418, 检查它是否接受了球两次。如果不是, 然后节点又进行步骤 420, 继续那个循环。

[0094] 在第二次接受球时, 节点从步骤 424 到 426 到 418 并然后到 428, 向另一个节点发出一个实施连接的信息, 以便测试通信连接确保通信的有效。如果在步骤 420 实施连接计数器的时间到期, 这是所述节点跳跃到的同一步骤。

[0095] 在步骤 428 所述节点实施了它的通信连接后, 节点到步骤 430, 检查完好性检查计数器, 以确定是否是进入完好性检查状态的时间, 如图 5 的流程图所示。如果尚不是节点进入完好性检查状态的时间, 那么节点进行步骤 432, 此时它进行同步和错误检查循环。然后节点循环回到步骤 430, 进行这个环形直到是完好性检查的时间。

[0096] 在本发明的实施例中, 同步过程在每预定的间隔发生一次。预定间隔的长度是基于系统的节点数目。这个间隔可以较大或较小, 或除了节点个数之外的某种情况, 而不偏离本发明根据。

[0097] 因此, 图 4 的流程图说明的同步过程周期地更新在每个节点数据库中的信息。这个故障使得每个节点能够含有关于所有其他节点的状态的最新信息。

[0098] 完好性检查状态

[0099] 图 5 示出完好性检查状态的过程的流程图。在此状态, 每个节点检查确保包含在存储器中的数据库记录呈现出是已同步的, 没有错误状态, 并且各节点是在正确的状态中。在步骤 512, 节点检查数据库顺序数码, 确保它们都匹配。在此方法中, 节点能够确保每个节点来的数据库中的记录都是出自相同的同步过程。

[0100] 如果顺序数码不匹配, 那么节点到步骤 514, 并且设定一个标记, 以顺序数码复位以重新将其同步。这个错误标记防止任何协调群的活动发生, 直到另一个同步间隔发生, 而数据库顺序数码匹配。

[0101] 如顺序数码匹配, 或在步骤 514 设定标记后, 节点继续步骤 516。在此步骤, 节点检查每个数据库记录, 以确保它们都有彼此在一秒内的时间戳记。这个要求确保在数据库中的记录准确地反映大约在一个时间点上的系统图。如果记录没有彼此在一秒内的时间戳记, 那么节点到步骤 518, 设定一个新的时间戳记的标记。如果时间戳记彼此不同步而大于用户设定的预定量, 这个标记不允许同步的群活动。在一个实施例中, 如果时间戳记是 5 秒的不同步, 那么设定一个错误标记。应理解, 时间戳记的允许的差别是一个取决于实行的参数。

[0102] 在本发明的优选实施例中, 这个完好性检查的严格实行可以考虑为一个“安全方式”。应理解, 根据本发明, 即使在各种水平的完好性检查失败的情况下, 允许群活动的继续操作的其他方式也可以存在。

[0103] 如果时间戳记没有标记成不同步, 或在步骤 518 设定了标记后, 节点进行步骤 520。此时, 节点检查停止转移错误, 如果有任何存在, 它试图确定是否错误能够清除。错误

的例子是：(1) 一个不同步的错误，其中节点的数据库顺序数码不匹配；和 (2) 一个重新配置过程发生，并由于外部各状态如一个功能失常的开关而不能完成。

[0104] 如果错误能够清除，那么在步骤 522 设定一个错误被清除的标记。节点继续步骤 524。此时，节点确定是否它准备好转移。在一个重新配置事件后，节点必须确实使得所有节点同步以及满足其他的必要各状态。例如，在一个实施例中，节点检查它的数据库，以确定是否所有节点具有在预定的用户限定范围内的平均 3 相负荷。如果节点确定准备好转移，那么它到步骤 526，设定一个表示准备好转移的标记。

[0105] 接着，节点到步骤 528，确定是否它处在正确的准备状态。每个节点能够或准备好一个转移过程或准备好一个返回正常的过程，并且所有的节点应在相同的准备状态。在此步骤，所述节点根据它的局域信息将它应该是的准备好的状态和基于数据库中的信息的其他节点所处的状态相比较。如果节点不是在正确准备状态，那么它到步骤 530，确定正确的准备状态并改变成后者。

[0106] 然后节点进行步骤 532，在此它检查以确定是否有一个返回到正常方式的不匹配。此步骤，节点检查以使得所有的节点确实设定到相同的返回正常方式：断开过渡，闭合过渡或功能丧失。如果所有节点没有设定到相同的返回正常方式，那么就有一个不匹配，并在步骤 534，设定一个错误标记。接下来，节点返回到图 3 的步骤 310。

[0107] 转移过程状态

[0108] 借助一个简单的例子说明图 6 的转移过程状态流程图。见图 1，假设一个故障在节点 108A 和 108B 之间的配电线 106 发生。如上所述，典型的配电系统具有在电源上安全和保护电路的一个断路器或自动重闭开关（重新闭合断路器），利用在美国专利申请 08/978,966 公开的系统，分段隔离开关可以设置在图 1 所示的开关位置 108A-F 上。在此所述的分段隔离开关是基于 EnergyLine Model 1801，带有附加的特性，支持在本发明一个优选实施例下的操作。标准的分段隔离开关逻辑将断开此开关（跳闸），如果 (1) 分段隔离逻辑是可行的和装置是工作的；(2) 在所有测定相上的电压衰减的预配置数目（一般 1-3）已在简短的时间段内数完（一般 45 秒）；(3) 紧靠第一电压衰减前测定了一个过电流状态；和 (4) 开关现在闭合。在常规的软件中的一个附加的任选项使得开关能够跳闸，如果在所有三相上测定的电压总体上不平衡，并在一个配置的时间段（一般 30 秒）连续保持不平衡。

[0109] 应理解，根据本发明，在此所述的分段隔离开关可以是很多种之一，包括多开关操作机构、故障中断开关和空气断路器。对于此例子的用途，使用在此所说的单开关式分段隔离开关。

[0110] 能够在本发明的优选实施例中提供的一个任选的特征使得，即使紧靠电压的衰减前没测定到故障，开关在电压衰减的配置计数上断开。这使得隔离电路的故障段的两侧的第一步骤在没有与其他装置通信的情况下能够立即执行。另一个任选的特征使得关于电压衰减的配置的计数，根据相对于目前指定断开的系动开关的所述开关的位置，局域动态计算。配置参数使得计数的这个动态的计算范围能够由用户进一步限制，总是在一个最小和最大数之间。另一个任选项使得开关能够在单个延时的电压衰减后断开。最后，如果 (1) 一个故障在第一电压衰减前，或 (2) 各故障在所有电压衰减前，能够配置电压衰减之前故障的计数，以将每个事件当作一个故障。

[0111] 本发明优选实施例的另一个独特特征是其修改的单触发切断

(one-shot-to-lockout) 能力。如果作为任何自动操作的一部分闭合一个开关 (或有人手动闭合), 包括 EnergyLineModel2801-SC 的某些分段隔离开关能够配置成可自动重新断开所述开关, 只要在所述操作后的短间隔中 (一般 5 秒) 探测到一个电压衰减。本发明的一个优选实施例具有附加的能力来避免断开开关, 直到探测到电压衰减的两个计数。在电路的断路器重新闭合方式包括一个在由于故障跳闸前的开始瞬时的闭合操作时, 这成为一个有利之处。

[0112] 业内人士理解, 与在每个开关位置上使用自动的线路分段隔离开关一致, 也可以用自动重闭开关替换, 使得在负荷下一次或多次的断开 / 操作所述开关来清除故障。

[0113] 虽然这要求修改预先组装的市场上供应的自动重闭开关产品来支持群协调功能, 但是可以取得可与分段隔离开关提供的相比拟的功能性。还应注意到, 在分段隔离开关的实施例中实施的单触发切断的能力的改变型在作为“组合重新闭合”的任选项的很多自动重闭开关中存在。如在相关技术简介中提到的, 用自动重闭开关代替分段隔离开关的方法的困难问题是, 协调这些自动重闭开关的保护设定, 防止错误装置的过多切换或跳闸 / 切断。本发明的目的是提供一个将这个可能性减到最小或消除的装置。如果图 1 的配电系统含有一个自动的分段隔离装置, 那么在配电线 106 的节点 108A 和 108B 之间发生故障后, 依赖于任何配置的装置使得在任何一个或所有节点 108A、108B 和 108C 中的开关断开, 使得在断开开关下游的所有的用户 104A、104B 和 104C 失去供电。

[0114] 在本发明的一个实施例中, 建立分段隔离的逻辑, 断开在故障和常开的系动开关 108G 之间的所有开关。这使得本发明的这个实施例能够在一次一个地重新闭合开关, 逐渐增加配电系统的负荷, 帮助系统恢复向用户供电。一旦任何节点结束了分段隔离, 这个节点进入图 6 流程的转移过程状态, 其中节点试图闭合它的开关。在它接受另一个节点或节点群进入转移过程的通信时, 节点也进入转移过程。

[0115] 在不偏离本发明情况下, 转移过程状态也由一个除了结束分段隔离外的事件起始。取决于配电系统的类型和它的需要和特性, 其他事件触发系统进入动作也是理想的。例如, 通过探测严重的低电压或过电压而触发系统进入动作。

[0116] 每个节点连续地更新关于它的自己状态信息的数据库中的记录。因此, 虽然关于所有其他节点的数据库中记录, 即球, 仅在同步过程状态送到各节点, 每个节点仍保持一个最新的关于它自己状态的记录。

[0117] 为了说明此例的用途, 假设分段隔离已使得在节点 108A、108B 和 108C 中的开关断开, 造成用户 104A、104B 和 104C 失去供电。一旦分段隔离终止, 三个节点中的每个将独立地开始转移过程状态, 因为它们每个进行了独立的分段隔离。

[0118] 在一个节点进入图 6 的转移过程状态, 此节点执行步骤 612, 起动终止过程计数器的任务。这个计数器确保节点不费过多的时间来力图完成任务。如果某情况阻止节点在分配的时间完成任务, 计时器将终止转移过程状态。每个节点对于它的计时器使用与首先开始转移过程的节点相同的开始时间。这样, 所有节点在转移过程中将在相同的时间到时。这个计时器的操作和它调用的任务示于图 8, 将在下面说明。

[0119] 计时器的长度能够由系统的操作员设定, 以满足控制特定系统的需要。例如, 为了确保在一个故障发生后线路上工作的检修工的安全, 可将计时器设定为, 使得在故障发生后的一个已知的时间段从转移过程除去那些节点。这样, 即使在转移过程状态中的各状态

满足,即,已使得一个开关能够闭合并向电路供电,已开始检修系统的检修工没有置于危险中,因为转移过程已到时而开关没有闭合。

[0120] 在本发明的一个优选实施例中,这三个节点的每个,由其自己的逻辑,存储的数据和传感器读数触发,独立进入转移过程。本发明的本优选实施例不要求中心控制、通信或任何节点的准许而进入这个状态。

[0121] 一旦计时器起,节点进行步骤 616,在电网支持操作时,确定它控制的开关是否闭合。见图 1,在配电系统的正常操作时,开关 108A、108B、108C、108D、108E 和 108F 闭合,并且开关 108G,一个系动开关,在系统的正常操作时断开。因为在系统操作时各开关 108A、108B 和 108C 是常闭的,这些节点继续步骤 618。在 618,进入转移过程的每个节点将它的更新的记录传送到在数据库中列出的下一个有效节点和前面的有效节点。这两个节点称为“最近的邻居”节点。节点 108A 传送到节点 108B,节点 108B 传到 108A 和 108C,节点 108C 传到 108B 和 108G。这样,每个进入转移过程状态的开关通报它的最近的邻居。应理解,虽然本发明的本实施例使用在最近的邻居之间的通信,但是其他的实施例也可以使用根据本发明的不同节点对节点的通信方式。因此,根据本发明的当前实施例,每个节点能够将其状态通知其他节点,而不管配电系统的实际布置或节点的实际部署如何。

[0122] 应理解,如果节点是一个多开关节点,仅对于转移过程来说,一个最近的邻居可以是一个在节点本身内的开关位置之一。在本发明的优选实施例中,一个最近邻居的数据库由在内群数据库中含有的信息组成。然后使用在最近邻居数据库中的信息执行转移逻辑。如果节点是一个多开关节点,分开的最近的邻居的数据库将对于每个开关位置建立。在当前例子中,最近的邻居数据库由从局域节点和两个实际邻近于它的节点来的信息构成。

[0123] 在节点 108G 从节点 108C 接受信息时,节点 108G 开始转移过程状态。一般来说,在一个节点从另一个节点接受进入了转移过程状态的信息时,接受信息的节点本身也进入转移过程状态。这个程序使得系统能够自组织,最终将系统的每个节点置于转移过程状态,而不需要从中心办公室或与人为干预信息。

[0124] 而且,在当前优选实施例中,不需要任何集中的控制或逻辑中心决定,在所述过程中给定点上每个节点应进行什么适当的动作。本发明的每个节点能够仅根据它的传感器和数据库中的信息操作。由于这个简单的操作结构,本发明能够容易地通过简单地重新在数据库中排列节点扩展或重新配置,而不需要改变本发明的编程或逻辑。例如,为了在节点 108B 和 108C 之间添加一个新节点,系统操作员实际上在适当位置上将新节点插入到系统中,并将它编程到在节点 108B 和 108C 之间的数据库中即可。通过将数据库中的所有节点的记录移动在节点 108B 之后留出一个空白,并将新节点的记录插入到数据库的这个新产生的空白中,就此完成了。

[0125] 节点 108G 执行步骤 612,起,动终止转移故障计时器,将它设置成与起始转移过程的节点在相同的终止时间终止,然后到步骤 616。因为节点 108G 控制一个常开的开关,它将到步骤 638。在步骤 638,节点 108G 观察它的传感器、在数据库中的信息和节点 108C 传送给它的信息,以确定它是否能够闭合。在本发明的一个当前实施例中,在表 1 中列出的各状态由节点检查,以确定它是否能够闭合。在表 1 的步骤 4 上使用的各状态示于表 2,可以使用其他的各状态组,而不偏离本发明。

[0126] 表 1

[0127] 为了闭合与一个节点配套的常开开关,必须探测到作为所述常开开关两侧的邻近节点的配套邻近开关的一个有效闭合开关和一个有效断开开关。以下的规则限定所述常开开关验证邻近开关状态必须满足的各状态。

[0128] 在故障的线路段的负荷侧上的一个常开开关可以闭合以恢复负荷,如果:

[0129] 1. 没有错误状态存在

[0130] 2. 邻近故障侧的开关断开

[0131] 3. 邻近故障侧的开关没有探测到一个故障,但是确实经历一个电压衰减

[0132] 4. 在断电前邻近故障侧开关经历电流在局域开关中设定的界限内(在这个步骤中使用的各状态示于表 2)

[0133] 5. 邻近非故障侧的开关表示它观察到一个电压衰减和 / 或故障,但是它现在是闭合的,或邻近非故障侧开关是常开的开关,或邻近非故障侧的开关是一个断路器,并且电压已恢复(如果局域开关是常开开关,在替换的供电系统上不存在群自动重闭开关,和电压检查是不成功的,则绕过这个步骤)

[0134] 6. 能够带起的“段数目”大于零。为了这个测试,使用与供电的非故障方向(左或右)相应的群数据库的局域记录的数目。

[0135] 7. 在电压传感器上探测到良好的电压(这个测试是用户可配置的任选项)。

[0136] 8. 邻近的开关是在正常的逻辑操作步骤中。

[0137] 表 2

[0138] (此表是表 1 和 3 的步骤 4 的详细说明)

[0139] 在转移过程中为了确定负荷是否可以恢复,所述过程用转移的全部负荷与替换电路的容量相比较。工程师使用三个基本的设定点限定转移的负荷:

[0140] 转移容量(整个供电系统的负荷 N/A)

[0141] 转移的最大容量

[0142] 最大额定的供电线路容量

[0143] 所有的三个设定点具有左和右的供电线路的设定。所有三个还具有夏季和非夏季的设定。

[0144] 转移过程利用在配套的供电线路上的实时总负荷,如果它存在的话。这个实时总负荷值可以来自变电站 RTU 等的任何源的通信。

[0145] 对付这个过程两个设定点是“转移的最大容量”和“最大额定的供电线路容量”。“转移的最大容量”是在一个替换的供电线路的负荷低时,可以转移到它的配置量。“最大额定的供电线路容量”与实时总负荷结合使用。在这两者之间的差是替换的供电线路能够处理的当前实时容量。为了发生一个转移,由下一个断开开关报告的、在重新配置事件开始前存在的负荷,必须小于当前的实时容量和“最大转移容量”。

[0146] 实时负荷必须至少每 20 分钟一次送达开关控制器。在过了接受实时负荷后的 20 分钟后,所述值成为不确定。一个不确定的值引起退却过程发生。在这个数据源不能够报告这个数据时,这防止旧的负荷数据使转移发生。

[0147] 退却过程使用“转移容量”(总供电线路负荷 N/A)。这个值预定为一个保守值。在配置这个值时工程师应考虑在替换供电线路上的平均的加载、高峰加载、和紧急负荷容量。对在任何时间能够发生这个负荷量的转移并仍可由替换的供电线路所容纳,工程师应感到

放心。

[0148] 应注意,这两个供电线路的过程是独立的。可以对一个供电线路提供实时加载数据,而另一个供电线路使用保守的转移过程。

[0149] 假设满足所有各状态,在节点 108G 上的开关能够闭合。通过使用表 1 和 2 列出的各状态,节点能够独自确定它是否能够闭合其配套的开关。另外,仅一个信息必须送达使得节点 108G 能够动作以恢复供电,这个信息来自 108C。在本发明的优选实施例中以及在群包括象断路器或自动重闭开关这样的保护装置时,以附加的保险闭合常开开关,所述保险是所有源侧群成员的保护设定预先选择以处理附加的负荷。如果让开关闭合的各状态不满足,那么节点 108G 进行步骤 640,执行同步和错误检查程序。如果在此时探测到一个错误,在步骤 642 将其记录并停止转移。否则,在步骤 652 进行一个检查,看这是否是循环的第一重复。如果它是,在步骤 653,局域记录传送到最近的邻居。如果它不是,那么过程继续步骤 638,确定常开开关是否能够闭合。

[0150] 在步骤 640,如果常开开关不能够闭合,并将它的局域记录传递到它的最近邻居,节点 108D 将接受这个通报并在步骤 610 进入转移过程状态。节点 108D 继续通过转移过程(如在其他地方所述的,步骤 612、616 和 618),并因为它在电路的未受影响的部分上,它将通过步骤 644 而进入步骤 645。

[0151] 在优选实施例中,步骤 645-651 提供根据本发明的一个改进,即,这些步骤的存在是为了通知另外不受转移事件影响的节点,能够调节它们的保护设定,以便在转移过程带起附加的负荷。这些调节也可以包括相关于切换电容器组、电压调压器或其他装置的设定或操作,而不偏离本发明

[0152] 如果节点 108D 是群的最后成员(仅一个邻近存在),在步骤 647 能够计算数目,并在步骤 649 将包括新段数的它的局域记录向它的邻居传递。然后,节点 108D 进入步骤 632,在此等待转移过程终止,同时在步骤 634 检查错误。

[0153] 如果节点 108D 不是最后的群成员(它具有两个邻近),它进入步骤 646,向它的最近邻居传递局域记录。在它能够通过转移过程之前,它必须接受一个从节点 108E 返回的通报,108E 表示它已进行到步骤 632(节点 108E 已进入转移过程并跟随与节点 108D 的相同过程)。直到那个表示接受,节点 108D 循环通过错误探测的步骤 650。一旦数据接受,节点 108D 能够继续到步骤 647 以计算一个新的段数目,到步骤 649,向它的邻居传递局域记录,并且到步骤 632 和 634 循环,直到转移过程完成。

[0154] 在节点 108D 通过步骤 649 和进入步骤 632 时,节点 108G 从节点 108D 接受更新的局域记录。节点 108G 现在能够使用这个更新的记录,在步骤 638,确定它是否能够闭合。如果节点 108G 仍不能够闭合,它将继续包括步骤 640 在内的错误探测循环。如果节点 108G 能够闭合,它将继续到步骤 626 而闭合它的开关。

[0155] 否则,节点将继续在步骤 638、640 和 650 之间的循环,直到这个开关能够闭合、一个错误被探测到或终止转移过程计时器到时。应注意的是,在群仅含有不带保护能力的分段隔离开关的情况,在没有附加通信的条件下,段数目的标准总是满足的,并且延迟所述开关闭合的唯一的典型状态必然是等待其他的受影响的节点达到正确的转移过程状态。这个特性使得在保护装置中的设置的修改的支持能够以相容的方式加到前面重新配置的产品上。

[0156] 一旦节点 108G 确定它能够闭合其配套的开关,它将进行步骤 626 而试图闭合它。一般来说,这样的开关具有称为切断逻辑的安全装置,如上面就分段隔离所说明的,如果一个不正常情况如电压衰减在开关闭合时探测到,它将迫使开关返回断开并保持它在断开。在步骤 628,开关确定闭合操作是否成功。如果不是,那么在步骤 624 设置一个错误标记,并且转移过程停止。如果闭合操作成功,那么向用户 104C 恢复电力,节点 108G 继续步骤 630。在步骤 630,节点 108G 将它的记录送到它的最近的邻居,节点 109C 和 108D。节点 108D 现在就象节点 108A、108B 和 108C 那样,进入转移过程状态,节点 108D 沿流程进行步骤 618,将它的更新的记录送到节点 108G 和 108E。这使得节点 108E 进入转移过程状态,并向节点 108E 发信号通告它的更新的记录。

[0157] 从当前的例子可见到,本发明的一个特征是,仅由于在数据库中的节点的排序和流程的规则,每个节点能够与其他节点采取的行动无关地确定要采取的适当行动。节点不向其他节点发指令采取任何给定的行动,也不小需要中心控制或人的干预来协调整个系统的反应。每个节点做出的决定仅是基于它已存储在数据库中的信息和安装到它上的传感器。

[0158] 节点 108A、108B、108C、108D、108E 和 108F 都进行到步骤 644。因为在节点 108D、108E 和 108F 上的开关是常闭开关,它们未受故障的影响,在步骤 644 它们被送到步骤 632,等待过程到时间,在此同时由步骤 634 和 636 进行同步和错误检查循环。

[0159] 因为在节点 108A、108B 和 108C 上的开关受事件影响,它们各进行步骤 620。在当前优选实施例中,表 3 列出的各状态由节点检查以确定它是否能够重新闭合。在表 3 的步骤 4 上使用的各状态示于表 2。可以使用其他的各状态组,而不偏离本发明。

[0160] 如果这些开关不能够重新闭合,那么节点到步骤 622,进行同步和错误检查。在此优选实施例中如果探测到一个错误,那么在步骤 624 将设置一个标记,所述的转移过程状态将停止。应理解,本发明的其他实施例中错误的标记会引起不同的结果。一个例子是,错误标记可以重点排列重要性,使得较轻程度的错误可以不停止转移过程。

[0161] 如果在步骤 622 探测没有错误,在步骤 654 用在转移期间计算段数目的规则,重新计算能够拾起的段数目。如果这个重新计算可以允许常闭开关重新闭合,在步骤 620 逻辑将从循环出来,而在步骤 626 将开关重新闭合。另外,每个节点将通过步骤 620、622 和 654 循环,直到开关能够重新闭合或过程的计时器到时。

[0162] 表 3

[0163] 为了重新闭合与一个节点配套的常闭开关,必须探测到作为所述常闭开关两侧的邻近节点配套的邻近开关的一个有效闭合开关和一个有效断开开关。以下的规则限定所述常开开关验证邻近开关状态必须满足的各状态。

[0164] 在故障的线路段的负荷侧上的一个当前开的开关可以闭合以恢复负荷,如果:

[0165] 1. 没有错误状态存在

[0166] 2. 邻近故障侧的开关断开

[0167] 3. 邻近故障侧的开关没有探测到一个故障,但是确实经历一个电压衰减

[0168] 4. 在断电前邻近故障侧开关经历电流在局域开关设定的界限内(在这个步骤中使用的各状态示于表 2)

[0169] 5. 邻近非故障侧的开关表示它观察到一个电压衰减和 / 或故障,但是它现在闭

合,或邻近非故障侧开关是常断开的开关,或邻近非故障侧的开关是一个断路器,并且电压已恢复。

[0170] 6. 能够带起的“段数目”大于零。为了这个测试,使用与供电的非故障方向(左或右)相应的群数据库的局域记录的数目。

[0171] 7. 各邻近开关处在正常的邻近操作步骤中

[0172] 在故障电路段的源侧上的一个常闭开关可以重新闭合的各状态是,如果:

[0173] a. 没有错误状态存在

[0174] b. 邻近故障侧的开关断开

[0175] c. 邻近故障侧的开关探测到一个故障

[0176] d. 邻近非故障侧开关表示它见到一个电压衰减和/或故障,但是它现在闭合,或非故障侧是断路器并且电压已恢复

[0177] e. 各邻近开关在正常的逻辑操作步骤中

[0178] 通过使用表 2 和 3 的判断方法,一个节点能够独自确定它是否能够闭合其配套开关。假设所有的各状态都满足,使得节点 108C 的开关能够重新闭合。在步骤 626 所述开关将闭合。

[0179] 在步骤 628,节点 108C 确定所述开关是否成功的闭合。如果不是,那么设置一个错误标记,在步骤 624 转移过程停止。如果成功重新关闭,那么节点进行步骤 630,并通过向最近的邻居 108B 和 108G 传送一个其记录的更新版本,向该邻居通告其进程。然后节点 108C 进入在步骤 632 和 634 之间的循环,此时它进行同步和错误的检查程序,同时它等待装置转移过程计时器的到时。如果探测到一个错误,则执行步骤 636,设置一个标记并且停止转移过程。一个错误的例子是切断逻辑是否引起一个开关重新断开。

[0180] 如上所述和规则指出的,本发明的有效实施例的一个优点是它能够通过系统地一次仅闭合一个开关操作,使得到系统的负荷一次一段地逐渐被引导到线路上。这有助于确保电力源不由于需求增加过快而过负荷。

[0181] 在节点 108B 接受节点 108C 的通信时,假设节点 108B 具有根据表 3 所列的各状态的足够信息,因为节点 108A 探测了一个故障,而节点 108B 没有,则它不应闭合。这应意味着故障在节点 108A 和 108B 之间。因此,节点 108B 在步骤 620 和 622 之间循环,直到探测到一个错误或终止转移过程计时器到时。因为节点 108A 已探测到一个故障,将不允许它闭合,并将通过步骤 620 和 622 循环,直到探测到一个错误或过程计时器到时。

[0182] 在终止转移过程任务计时器到时之时,各节点都返回图 3 的步骤 310 并恢复同步、错误和完好性检查,直到检修了起动的故障。如果检修了故障,系统将进入下面说明的图 7 的返回到正常状态的过程。如果在前一个故障校正之前发生另一个故障,系统重新进入转移过程状态,并且又重新闭合开关向尽可能多的用户恢复供电,这也不偏离本发明。

[0183] 返回正常的过程状态

[0184] 在一个故障已发生后或如果因任何其他的原因而将配电网开关置于正常操作状态以外的状态中,例如在转移过程已完成,返回到正常的过程状态能够将系统返回到它的正常操作配置。也能够用这个过程将配电系统重新配置成由断开和闭合开关建立一个任何希望的系统,而不偏离本发明。在上面使用的例子中,一旦已检修或清除在配电线路 106 中的故障,并且开关 108A 手动重新闭合,则恢复向用户 104A 供电。在此时,节点 108B 将测定

正常电压已恢复到节点 108A 和 108B 之间的线路,并且在节点 108B 探测在通道上的稳定的 3 相电压一个预定的时间,和不存在错误和常开的开关没有探测到故障后,它将触发进入返回到正常的过程状态中。一旦在系统中的任何开关进入返回到正常状态,它将向所有的其他开关发信号进入返回正常状态。

[0185] 在本发明的优选实施例中,在开关的正常的源侧的一个不带电压传感器的节点可以使用从最近的源侧邻居来的信息,来确定电压是否已恢复。为此,如果最近的源侧的邻居节点具有一个闭合的开关并且正探测到一个正常的电压,节点就以为电压已恢复。局域节点必须见到这个状态继续一段预定时间,以验证电压已返回。

[0186] 在本发明的另一个实施例中,返回到正常的过程能够在外部装置或人需求时触发。应理解,这个在需求时的返回到正常的起动能用于,在预定时间过去前起动返回到正常的过程,或作为在没有手动闭合任何群开关的情况下返回到正常的一个方法的步骤。

[0187] 在两个方法之一中能够发生返回到正常的过程,即一个断开过渡或一个闭合过渡。如业内人士所知,一个断开的过渡是这样的,在替换的供电源之间切换的过程中中断向用户的供电源。例如,在这个例子中,如果在开关 108B 闭合之前,系动开关 108G 断开,那么用户 104B 和 104C 瞬间失去电力。这是一个开路过渡。在一个闭合过渡中,在开关 108G 断开并且用户 104B 和 104C 不失去电力前,开关 108B 闭合。系统操作员能够将系统配置成,在开路过渡或闭合过渡中操作。

[0188] 在一个闭合过渡期间,常开装置必须在容许的转移时间后重新断开,而无论是否接到了常闭但是现在断开的装置的信息。这样做是为了防止在一个延长时间期内的线路并联。另外,如果在返回到正常过程开始前,带有常开开关的节点探测存在一个并联状态,所述节点将开始返回正常的过程,并断开它的开关来断开并联。

[0189] 业内人士周知,紧靠执行闭合过渡之前和之后,如果自动化的逻辑能够调节在电路上的保护装置的设定,就会极大地增进闭合过渡返回正常顺序的可靠性。这些调节包括但不限于中断或不中断起保护装置作用的节点上的接地故障探测。因此,本发明的目的是提供如下所述的装置,以便协调带有闭合的返回到正常的过渡的这些调整。

[0190] 在步骤 712,节点起动装置转移过程任务的计时器。每个节点对于它的终止转移过程计数器使用相同的开始时间。这个计时器确保系统不花费过多时间力图执行返回正常的过程。将所述计时器设定成运行系统的操作员设定的预定时间。在一个实施例中,这个计时器设定运行一分钟。然后节点执行步骤 716。因为节点 108A-F 是常闭开关,这些节点的每个继续进行到步骤 718。

[0191] 开关 108D-F 是不断开的常闭开关,所以它们每个到步骤 750,在此如果过渡方法是闭合的,节点将继续步骤 751,使其准备好闭合过渡。然后各节点进行步骤 730 进行同步和错误检查循环,同时等待所述过程的终止。如果过渡的方法是断开,节点直接从步骤 750 到步骤 730 进行同步和错误检查循环。

[0192] 开关 108A 和 108C 是由转移过程重新闭合的常闭开关,所以这些节点的每个也到步骤 750,在此如果过渡方法是闭合的,节点将继续步骤 751,使其准备好闭合过渡(如上所述)。各节点然后进行步骤 730,进行同步和错误检查循环,同时等待过程终止。如果过渡方法是开路的,各节点直接从步骤 750 到 730,进行同步和错误检查循环。

[0193] 节点 108B 是一个断开的常闭开关,所以它继续移动到步骤 720 以确定它是否是一

个开路过渡。

[0194] 假设系统操作员将系统设定成进行一个闭合过渡。此时,节点 108B 从步骤 720 到步骤 752,进行动作使得它准备好闭合过渡(如前所述),然后到步骤 722。如果常开开关 108G 准备好重新断开(见下面),在开关 108B 的供电侧上的开关即开关 108A 闭合,并且对于群的所有成员开始起动返回正常过程的信息的通信是成功的,那么节点 108B 将进行步骤 724 并闭合其开关。对开始起动返回正常过程的信息的回答的要求,确保在群内的所有节点自己准备好闭合过渡状态。常开开关准备好在它进入返回正常过程中时重新断开,使用的方法将是一个闭合过渡,并且它已通告它的状态群内的所有其他节点,这在下面更详细说明。

[0195] 如果常开开关没有准备好,或供电侧开关不是闭合的,或开始起动返回正常过程信息没有成功送到所有群成员,那么节点 108B 将进行同步和错误检查循环并返回到步骤 722。这个循环将继续到或所有各状态满足或终止转移过程计时器到时。

[0196] 如果在步骤 724 开关闭合,那么在步骤 726 节点检查开关是不是闭合的。在开关上可以强迫它返回断开的切断逻辑或其他安全特性可能使开关重新断开。如果在步骤 728 闭合开关,节点将通过向它的最近的邻居和常开开关 108G 传送它的记录的最新版本而通告它们。然后节点到步骤 730,在此它进行同步和错误检查循环,同时等待终止转移过程计时器到时。如果在步骤 726 未闭合,那么在步骤 732,设置一个错误标记,在步骤 734 节点通告所有其他节点一个错误已发生,然后节点到步骤 730。

[0197] 如果设定系统进行一个开路过渡,那么在步骤 720 节点达到步骤 746。如果常开开关是断开的并且供电侧开关即开关 108B 是闭合的,那么节点将继续到步骤 724。如果这些状态任何一个不满足,那么节点在步骤 744 和 746 之间进行同步和错误检查循环。

[0198] 开关 108G 是一个常开开关,所以在步骤 716,它将进行到步骤 736。如果系统进行一个闭合过渡,节点到步骤 753 进行动作使得它准备好闭合过渡(如上所述),那么到步骤 754,此时它使得自己准备好断开,并向所有其他成员传送它的局域的数据库,然后到步骤 738,在此如果所有其他开关是闭合的,节点 108G 在步骤 740 将断开常开开关。然后在步骤 742,节点检查开关是否实际断开。如果开关是断开,在步骤 734,它将向所有节点传送它的更新的记录,然后在步骤 730 进入循环并等待过程计时器终止。如果在步骤 734,开关未断开,那么在步骤 732 记录一个错误标记,节点进行到步骤 734。

[0199] 在步骤 738,如果所有其他的开关未闭合,那么节点循环到步骤 744,进行同步和错误检查并回到步骤 738。这个循环继续到所有的开关闭合且错误记录或计时器到时。

[0200] 如果系统编程进行一个开路过渡,那么在步骤 738 节点 108G 不观察其他节点是否闭合,并且它将跳到步骤 740 而断开开关,从这个步骤继续流程。

[0201] 终止过程计时器任务

[0202] 无论一个节点进入转移过程或返回到正常过程,节点都起动终止过程计时器任务。这个任务的流程图示于图 8。在步骤 812,节点循环到计时器到时。在节点进入此任务时和由于其他节点送到此节点的信息,计时器起动,每个节点将知道进入所述任务的第一节点开始此任务的时间。这样,所有的节点能够设定它们的终止过程计时器而做到同时到时,终止过程任务计时器是不同的转移过程和返回到正常过程的延时,这也不偏离本发明。

[0203] 一旦计时器到时,在步骤 814 节点停止它所处的过程。在步骤 830,如果停止的过

程是闭合过渡的返回到正常的事件,节点将进行到步骤 831,将已变成准备好闭合过渡的设定复原(例如开启接地继电器,如果适用的话)。业内人士应理解,闭合过渡设定的复位也可以在步骤 734 后实现,或在已证实常开开关是成功地重新断开时的任何时间。从步骤 830 和 831 节点到步骤 816,查看开关是否在过程的终止的正确位置中。例如,开关是在它的返回正常状态的终止处的常态位置。如果开关不是在正确位置,那么执行步骤 818,设置一个错误标记并且在步骤 820 节点返回到同步过程。

[0204] 如果节点的开关在正确位置,那么在步骤 816 节点到步骤 822,检查电路是否在正确配置中。如果是,那么到步骤 820。如果不是,那么节点到步骤 824,检查是否可以返回到正常。如果系统不能够实现返回到正常,到步骤 826,改变它的操作状态到没有操作,并等待进一步的指令直到它能够重新进入准备好转移状态。从步骤 826,系统到 820。

[0205] 如果返回到正常能够实现,那么在步骤 828,节点改变它的操作状态到准备好返回到正常,然后进行步骤 820。

[0206] 边缘群节点

[0207] 业内人士显然看到,根据本发明使用边缘群节点能够扩大本方法和装置对较复杂的电路布局和较多数据源的操作能力。

[0208] 边缘群节点可以在两个方面与上述的有效群节点相区别:(1) 边缘群节点在同步和完好性检查过程不是有效的;(2) 边缘群节点本身不直接执行与上述的重新配置过程相关的过程。而是,一个有效的群节点用边缘群节点获得关于在所述群周围环境的附加数据。这些数据能够用于改变群内的过程。通过下面的两个例子可以说明这点。

[0209] 业内人士应理解,获得附加数据的方法通常涉及到数据通信。使用点对点通信的各种各样通信技术可达到这个目的,或可以通过共享群通信通道 110 使用的相同通信基础结构达到。另外,在双或多开关节点时,通信步骤可以完全绕过。

[0210] 在本发明的优选实施例中,每个有效的群节点可以与一个边缘群节点相响应。边缘群节点的地址包含在与节点记录的数据库相似的一个表内。边缘群节点的地址数据含在记录中,所述记录带有的装置数码与有效群节点的节点记录的数据库中的记录相同,所述有效群节点与所述边缘节点是相响应的。存储边缘群节点的地址的其他方法也是可以的,这不偏离本发明。例如,根据本发明,存储边缘节点信息的表包括特别将一个边缘群节点与一个有效群节点相关联的标识,从而使得每个有效群节点的边缘群成员的数目大于一。

[0211] 参见图 9 和 10,以下说明是两个使用边缘群节点的例子。业内人士可以理解,S1-3, (901,902,904,1001,1002) 是电路的所有供电源。节点 903A、903C、1003A、1003C、1003D 和 1003E 都是常闭开关。节点 903B、903D 和 1008B 都是常开开关。业内人士会明了,这些简单的例子是选择用于说明边缘群节点的可能使用,并且更复杂多的应用也是可能的。例如,根据本发明,利用边缘群节点通信使得多个群能够相互作用,使得重新配置带有两个以上的可能的源电路。

[0212] 可从边缘群成员得到的数据也可能更复杂。这些数据可以包括保护数据,如当前的负荷读数,最大的可用的负荷电流等,以防止拾起不允许的负荷量;电力质量数据,如电压或谐波量,后者也可以用于中断转移,如果转移会对替换源上的用户有负面影响的话;或其他装置数据,如在边缘节点控制器中不正常的各状态数据。

[0213] 第一个例子涉及图 9 的边缘节点 903C 和群节点 903A 和 903B。群节点 903B 负责

从边缘群节点 903C 收集数据,并且使用这些数据做出关于群操作的决定。在此例子中,含有群节点 903A 和 903B 的电路从源供电,并使用源 902 供电的电路的中点作为它的替换源,使得如果在 903A 由重新配置事件断开和 903B 闭合时,在节点 903A 和 903B 之间的供电的负荷由替换源 902 供电。

[0214] 重要的是注意到这个例子的目的,即,如果节点 903D 闭合并且 903C 断开,并且一个重新配置事件要发生的话,源 904 不能够应付在 903A 和 903B 之间的附加负荷。为此,从 903C 收回的数据用于确定当前可得到的替换源。如果 903B 发现 903C 是闭合的,源 902 必定是当前的替换源,因此,如果需要,在 903A 和 903B 之间的负荷可以转移到替换源。如果 903B 发现 903C 是断开的,源 904 就是当前替换源,因此不能够允许一个重新配置事件。

[0215] 这个逻辑示于图 9 的流程图。在此流程图中的步骤与在节点 903B 中运行的同步和完好性检查过程平行地执行,但没有相互连接。假设在节点的逻辑执行开始时,一个边缘节点已配置在节点 903B 的边缘表中。在步骤 921,节点 903B 开始查询所述边缘节点。用收回的数据在步骤 922 节点 903 检查边缘节点是否闭合。如果边缘节点未闭合,或 903C 的闭合状态由于任何原因不能够肯定地检验,逻辑流程到步骤 923,设定一个标记,防止自动电路重新配置发生。业内人士应理解,查询循环 921-926 可以通过获得 903C 状态的例外手法或其他手段而由一个自发的报告代替,但要受下列限制,即数据必须是在 926 涉及的可配置的查询延迟相当的一段时间内获得和有效的。

[0216] 如果在步骤 922 中发现边缘节点闭合,节点 903B 继续到步骤 924,在此如果设置了一个防止重新配置的标记,在步骤 925 能够清除它,另外不需要进一步的动作。在所有情况中,节点 903B 到步骤 926,在回到步骤 921 前等待一个预配置的时间,以再开始查询循环。

[0217] 业内人士应理解,如果节点 903C 和 903D 它们本身是一个开关群,节点 903B 可以用作一个节点 903C 和 903D 外的边缘节点。此时,如果其中任何一个群已经在重新配置状态,两个群的每个可以防止另一个群自动重新配置它的电路。也能够理解,在群的节点数目增大时,互连的可能性大为增加,每个都与本发明一致。

[0218] 第二例子涉及图 10,包括一个开关群的节点 1003A、1003B、1003C 和 1003D 由源 1001 和 1002 供电。另外,节点 1003E 是一个边缘节点(一个带有故障探测器的简单的 SCADA 可操作开关),安装在向终端供电的分支线路。边缘节点 1003E 含在节点 1003D 的边缘表中,使得节点 1003D 负责从节点 1003E 访问数据并用这些数据强化群操作。

[0219] 在当前例子中,在源 1002 上的断路器的设定配置成,使得所述断路器在第三操作上切断。也希望防止在断路器的第一操作时断开,以能够清除临时故障。这意味着,在第二操作后节点 1003C 和 1003D 必须断开它们的开关,以使得故障清除,重新配置开始和尽可能多地拾起负荷。

[0220] 如果一个永久的故障在节点 1003E 和线路的端之间的线路上发生,源断路器 1002 操作两次,在此之后,节点 1003C 和 1003D 断开以开始重新配置过程。如稍早所述,节点 1003B 闭合进入到断开节点 1003C,断路器闭合进入到断开节点 1003D,在节点 1003C 和 1003D 之间留下明显隔离的故障。

[0221] 在此例子中,与边缘节点相关的逻辑的执行在转移事件完成后进行。在转移事件后,节点 1003D 查询边缘节点 1003E 的数据。这些数据包括经过边缘节点 1003E 的故障的表示。知道电路的正常配置和故障的较特定的位置,节点 1003D 通过向边缘节点 1003E 发

出指令断开它的开关而能够进一步将故障隔离。在检验边缘节点的开关断开时,节点 1003D 能够自动开始返回到正常的过程,向以三个节点 1003C、1003D 和现在断开的节点 1003E 为边界的用户恢复供电。

[0222] 这个逻辑流程图示在图 10 的流程图中。如前所述,逻辑流程仅在重新配置的终止后和返回到正常的事件前执行。在步骤 1021,在重新配置事件后节点进入逻辑并查询边缘节点。如果在步骤 1022 收回的数据表示边缘节点没有探测到故障,或探测到任何其他的异常状态,以致故障的位置不能够检验是在 1003E 的负荷侧,那么,节点到 1023 终止逻辑流程。如果在步骤 1022,探测到一个故障,在步骤 1024 节点确定边缘节点是否当前是断开的。如边缘节点不是当前断开的,节点到步骤 1025,在此它向边缘节点发出一个断开的指令。然后在步骤 1026,节点又检查边缘节点是否断开,和是否在步骤 1027 不能够停止逻辑流程,或任选地重新尝试这个断开的指令。如果在步骤 1026 边缘节点现在断开,它继续步骤 1028,发信号开始返回到正常的逻辑。如果在步骤 1024,节点是发现边缘节点 1003E 原本就是断开的,它立即到步骤 1028,发信号返回到正常逻辑。在这两个情况,在发信号返回到正常的逻辑后,这个逻辑终止在步骤 1029。

[0223] 业内人士能够理解,使用这个形式的边缘节点逻辑可有几种其他可能的电路配置,同时保持与本发明一致。在群中的节点数目或电路的复杂都不影响这个逻辑流程的使用。例如,应理解,节点 1003E 能够与一个自动分段隔离开关配套,后者含在另一个群内,或由一个替换源支持,而不偏离本发明。

[0224] 保护装置添加板

[0225] 在本发明的优选实施例中,上面公开的方法结合到群节点控制器 200 的操作指令或存储的程序中。在以微处理器为基的添加板形式的另外的实施例,支持根据现有的预组装的线路自动重闭开关控制和变电站断路器配置的产品更新。

[0226] 在图 11 中示出添加板的自动重闭开关形式的一个方框图。所述板由一个小电子微处理器为基的电路板构成,后者能够用于安装在一个现有的自动重闭开关控制柜内,或在一个附近的辅助柜内。板的电路由自动重闭开关的供电电源 / 后备电池系统 1104 供给。群的配置逻辑完全含在存储器 1105 和添加板的 CPU1106 内,同时电路保护逻辑和有效切换功能保持在自动重闭开关控制内。因此本文公开的群重新配置逻辑能够进行,而不对自动重闭开关的逻辑或功能进行修改。在添加板和自动重闭开关之间的接口完全基于数字通信。业内人士周知,很多现代的以微处理器为基的自动重闭开关控制(包括在背景部分提到的那些)支持准确的数字通信协议,如在 DNP3.0 和 Pacific Gas 和 Electric Protocol 上,使得能够在一个通信端口上选择来控制 and 监视自动重闭开关功能。这个端口设置成自动重闭开关控制的一部分。能够在通信上交换的特定的数据值、状态点和控制输出一般由自动重闭开关的设计者或提供者设置为预定的“点数表(point list)”。

[0227] 根据自动重闭开关和它的通信接口提供的功能性,图 2 的节点控制器的功能能够在添加板和更新自动重闭开关控制之间如下地分隔开:群通信功能 110、218、220 由在添加板上的一个或两个通信通道 1101 和 1102 提供。第三通道 1103 用于与自动重闭开关通信。包括群数据库 210 维护的、208 和 210 进行的群协调逻辑由添加板的处理器 1106 和存储器 1105 进行。节点的用户群功能接口 208 属于添加板 1107,同时自动重闭开关的用户接口仍能够用于访问它的标准功能。利用包括过流故障探测 212、开关监视和控制器 212 的所有

的自动重闭开关的保护特性征,添加板在通信上接受从所有这些特征来的状态。将在自动重闭开关的配套开关(断路器)上的监控经由通信协议设置在添加板上。电源管理和后备电池 1104 必须分开地为附加的添加板/通信设备设置,虽然在一些情况中这可以与自动重闭开关的电力供给电源 222 共用。

[0228] 在群逻辑要求与在自动重闭开关中存储或处理的数据交互作用的情况下,利用自动重闭开关点数表。过流故障、线电压和其他的测定或导出的参数均可以此容易获得。例如,为支持在步骤 620 和 638 上负荷抬起要求的负荷数据能够由自动重闭开关周期取样,使用点数表转移到添加板,并在添加板内平均。

[0229] 添加板的一个附加的优点是,能够扩大自动重闭开关基本功能的能力。例如,Cooper Form 4C 自动重闭开关仅支持两个保护设置。因为添加板的附加的存储器和处理能力,附加的设置能够存储在添加板中,在需要时装到自动重闭开关中。另外,在本发明中的保护设置的延伸能够一致地应用到所有更新的自动重闭开关,而不考虑各个装置的能力如何。

[0230] 通过包括任选的模拟和数字 I/O 块 1108 提供另一个添加板的实施例。这个实施例可以用作缺乏足够数字通信能力的变电站断路器的接口,以支持群功能。数字 I/O 连接断路器状态和主要控制点。模拟 I/O 连接电流和电压测定装置,使得节点能够提供群成员的负荷和电压的监控功能。断路器的保护设置由断路器的独立的设定决定并配置到添加板的存储器 1105 中。业内人士会理解,有许多可能的手段在传统或更新的装置中支持群功能。

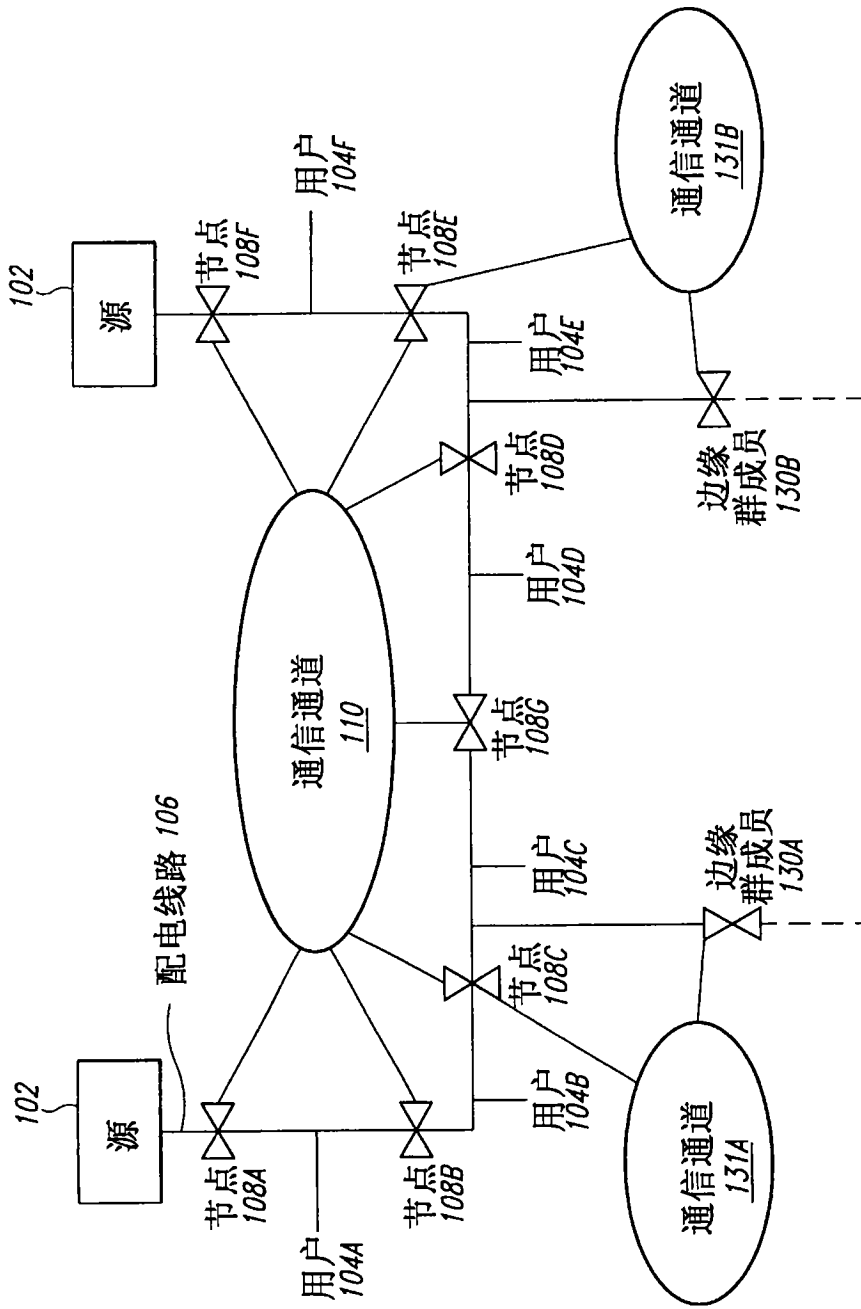


图1

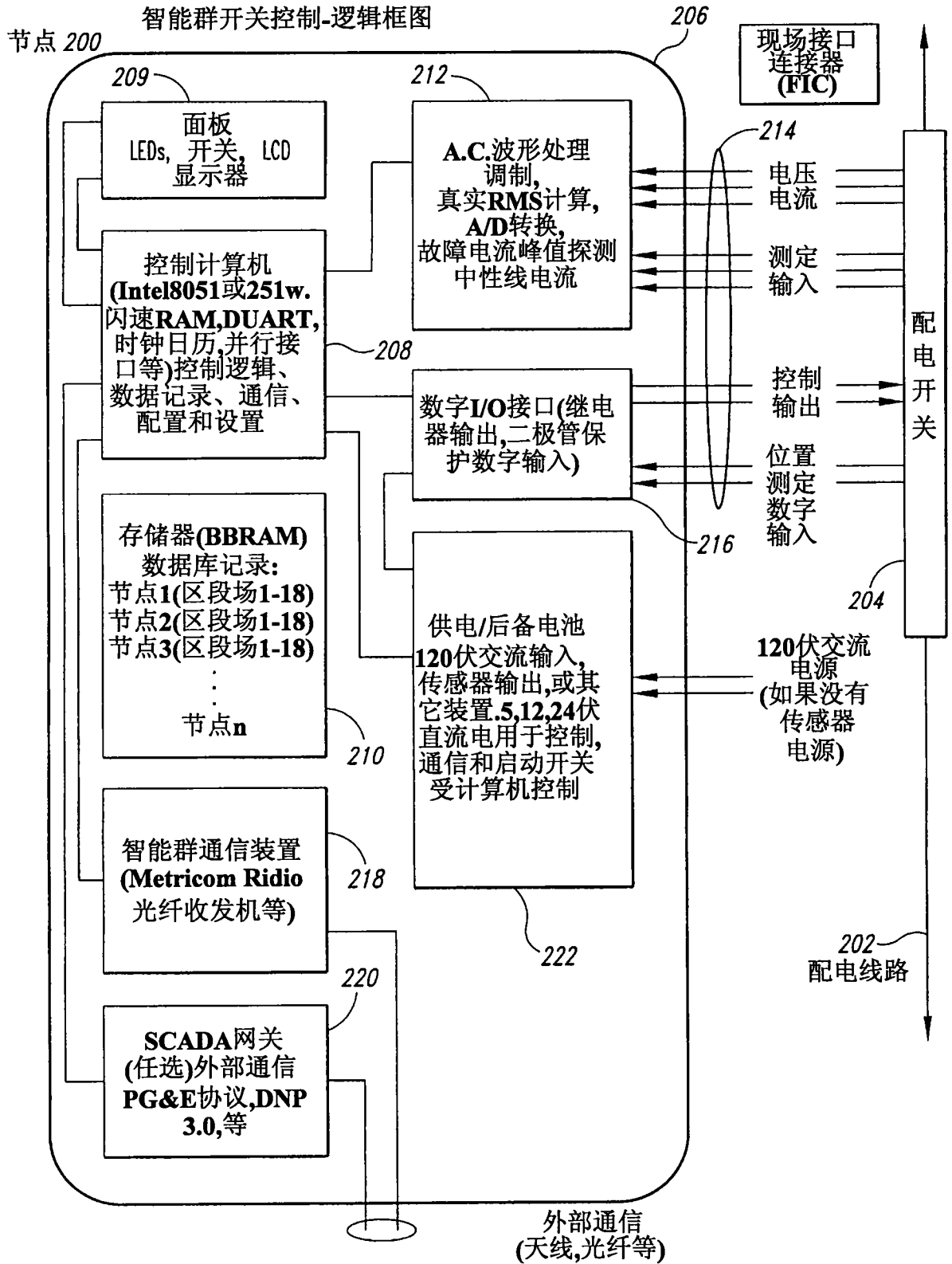


图 2

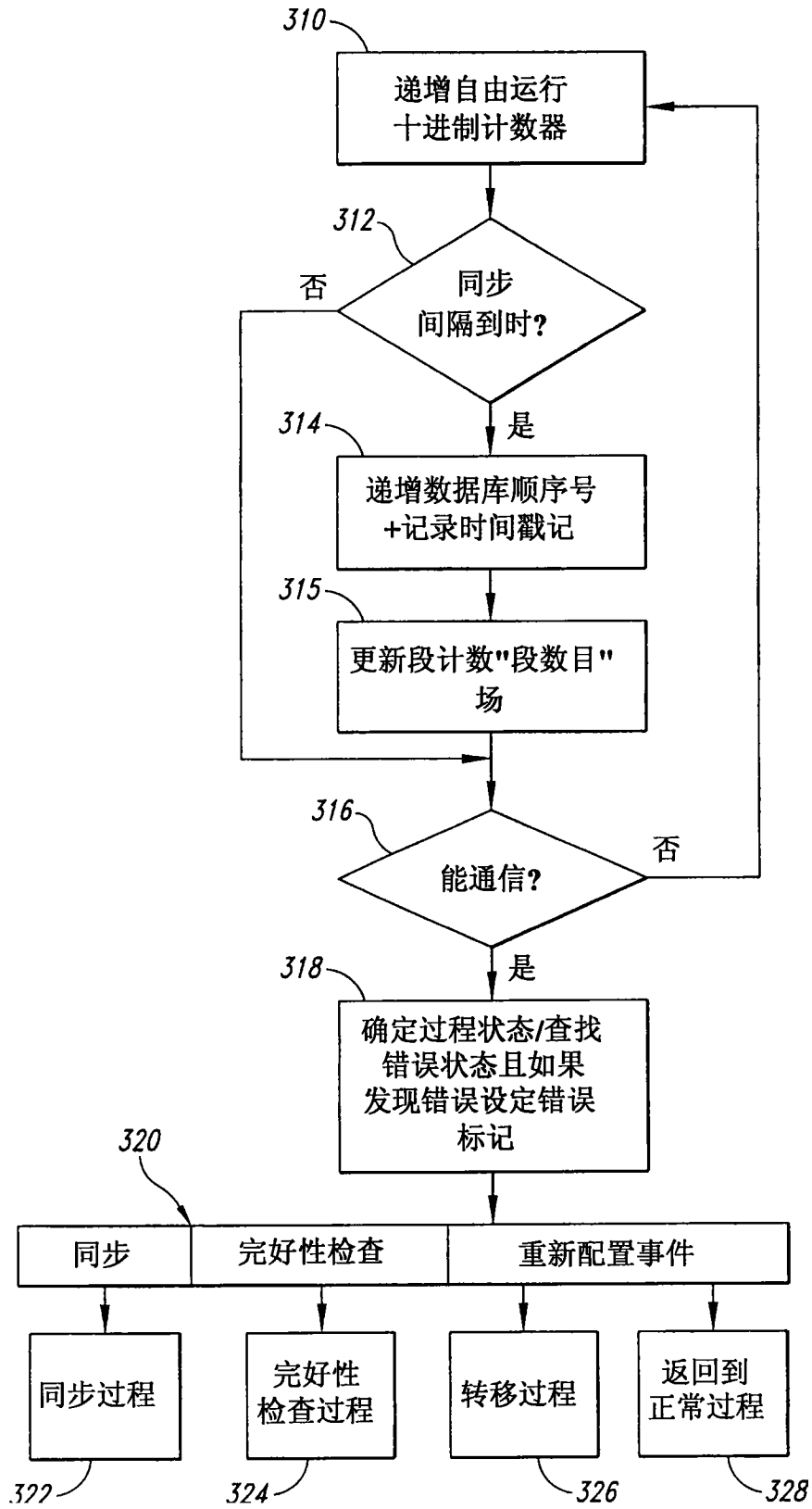


图 3

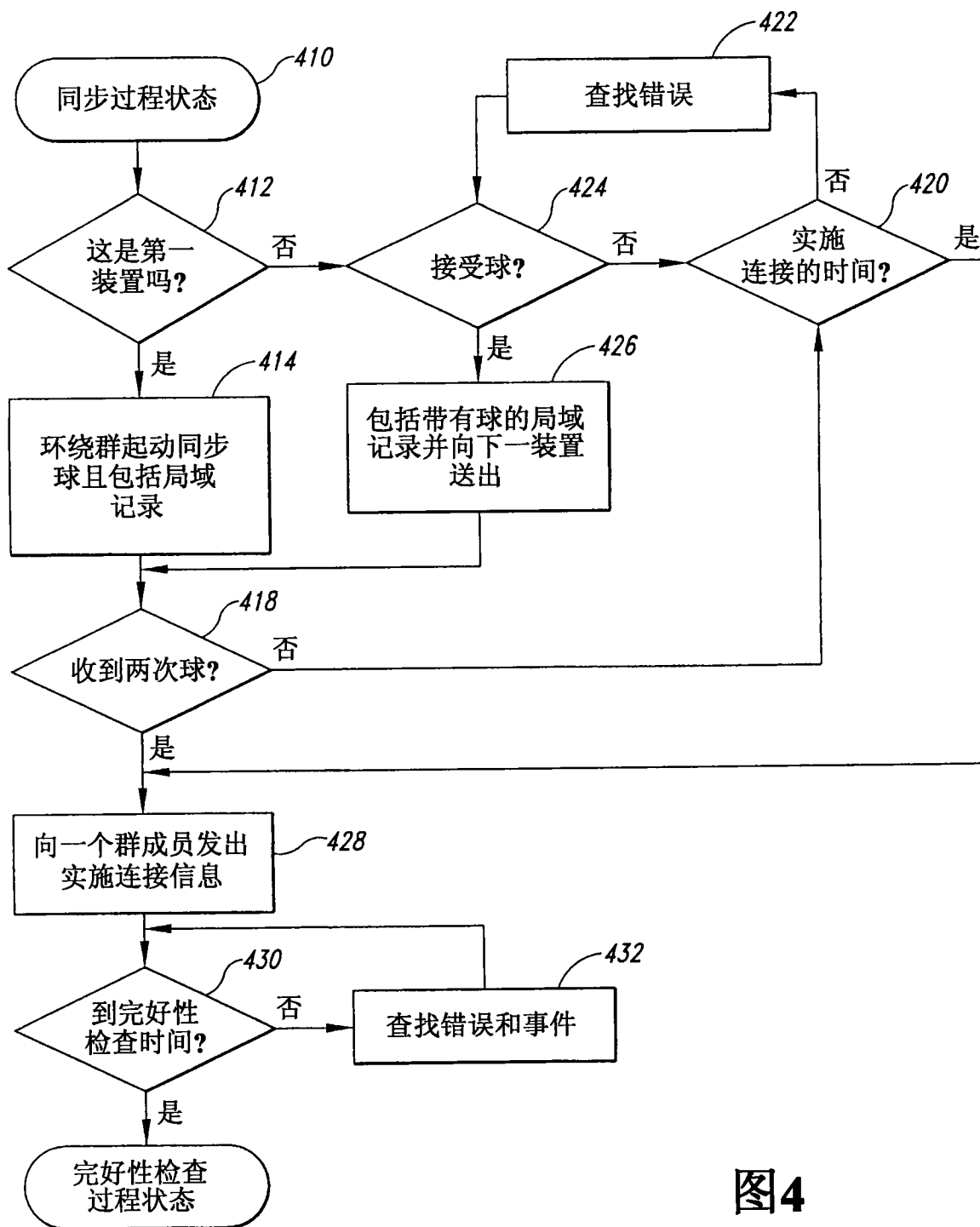


图4

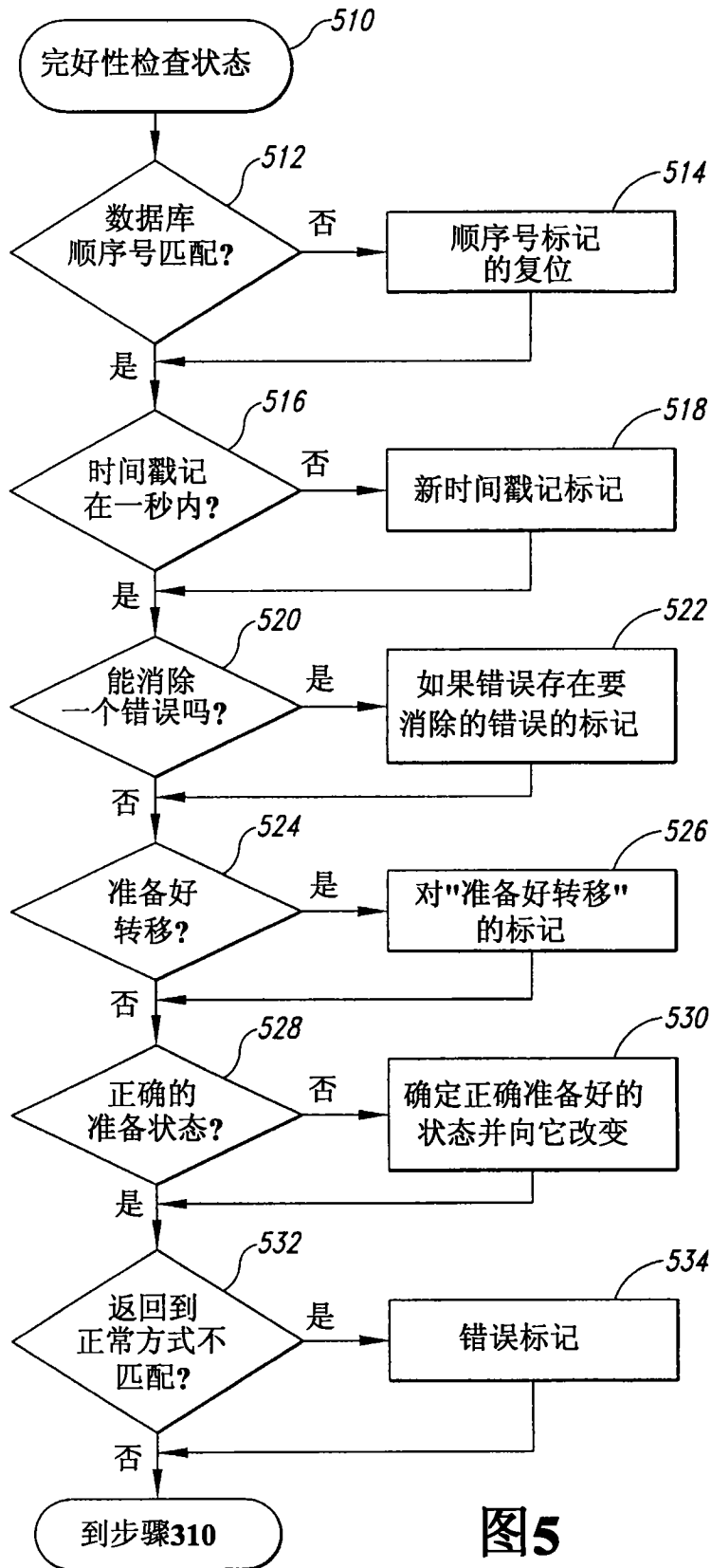


图5

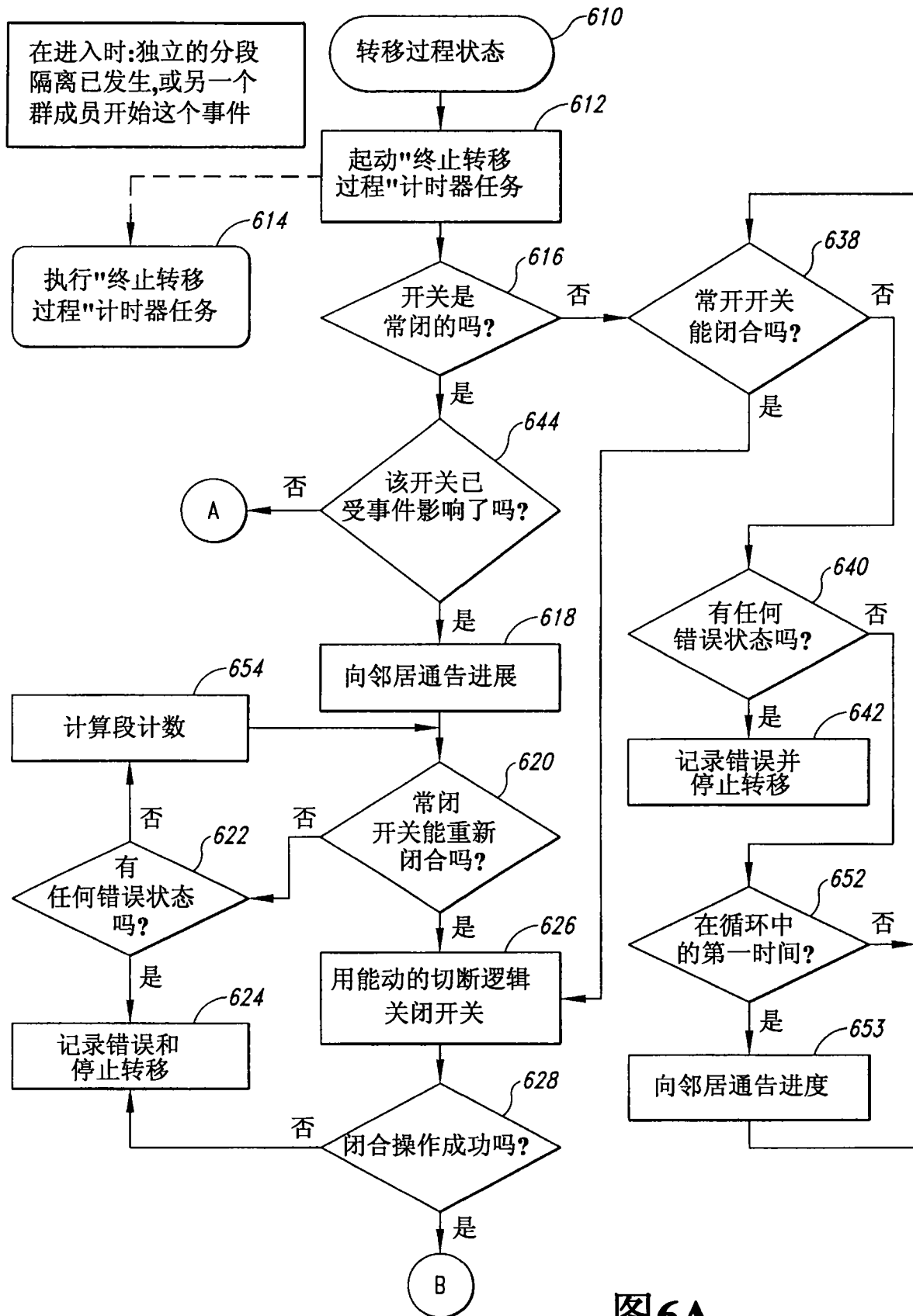


图6A

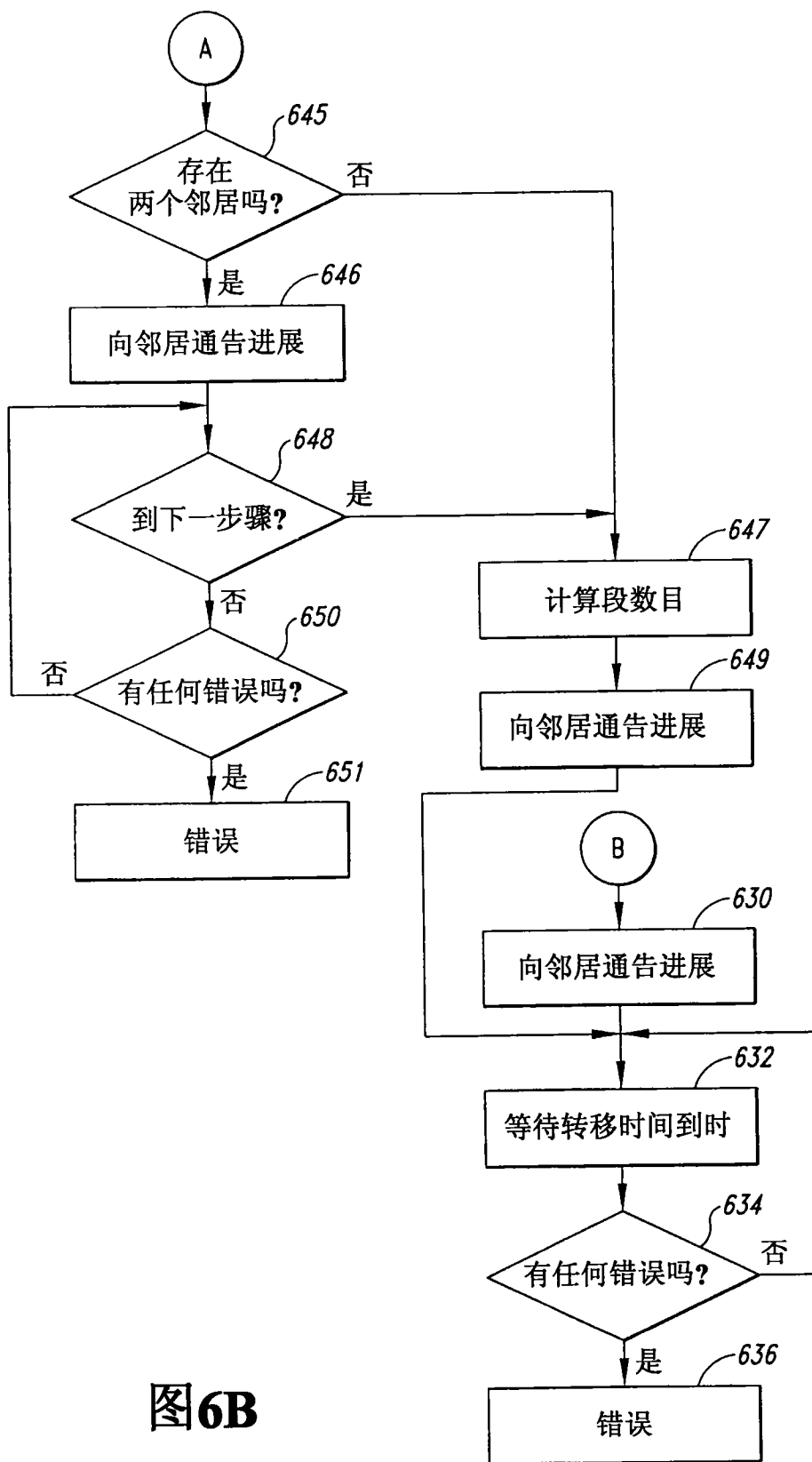


图6B

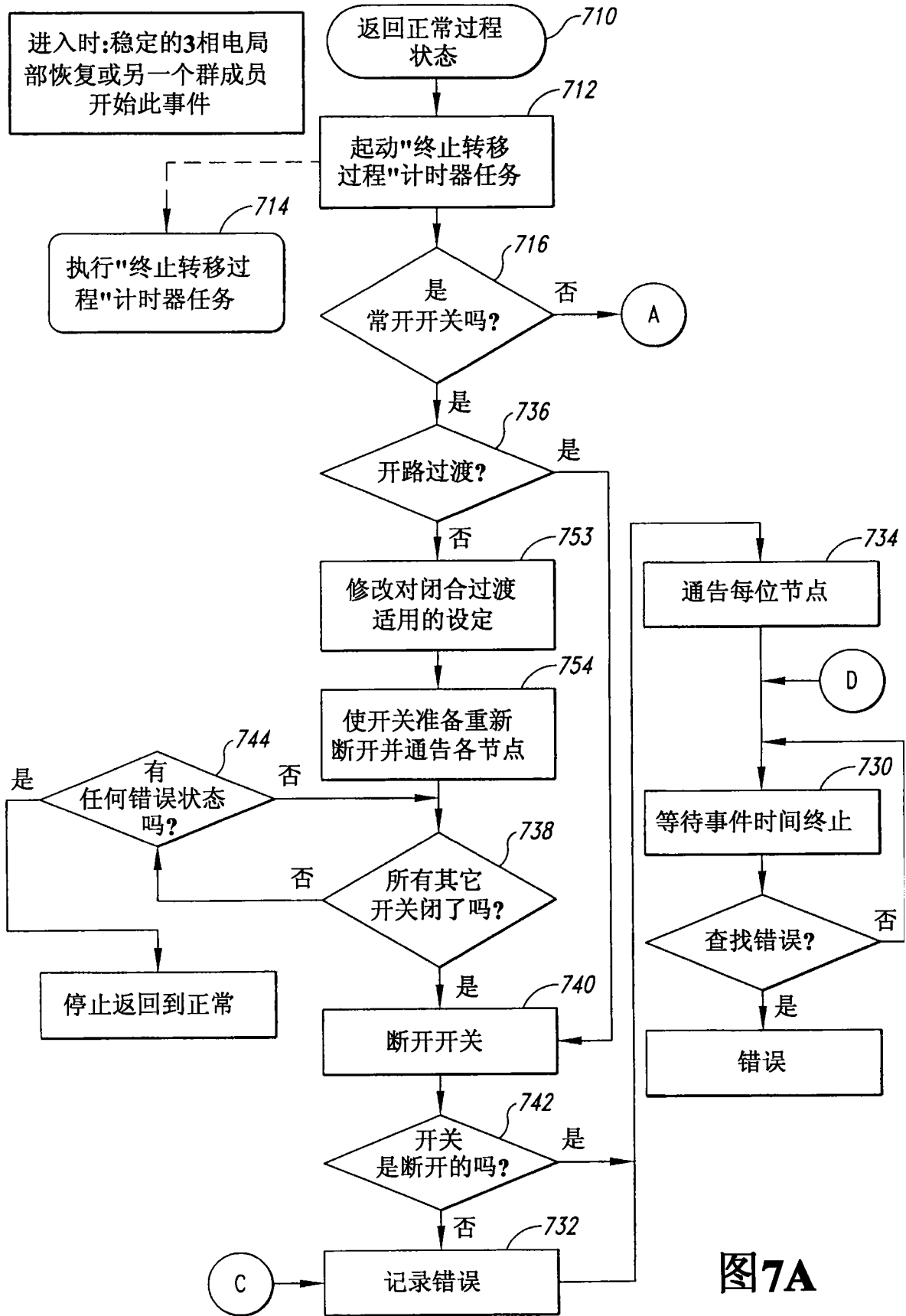


图7A

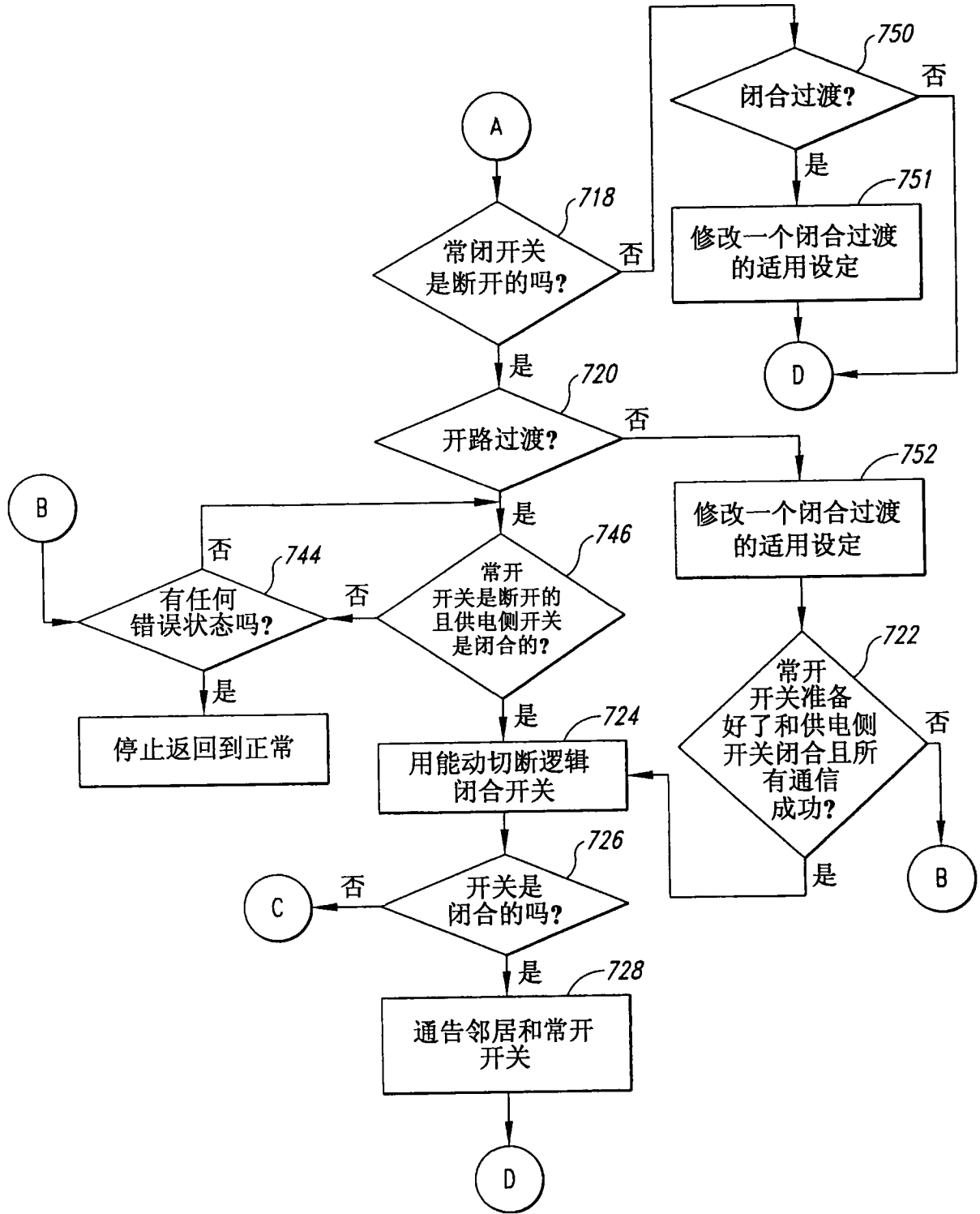
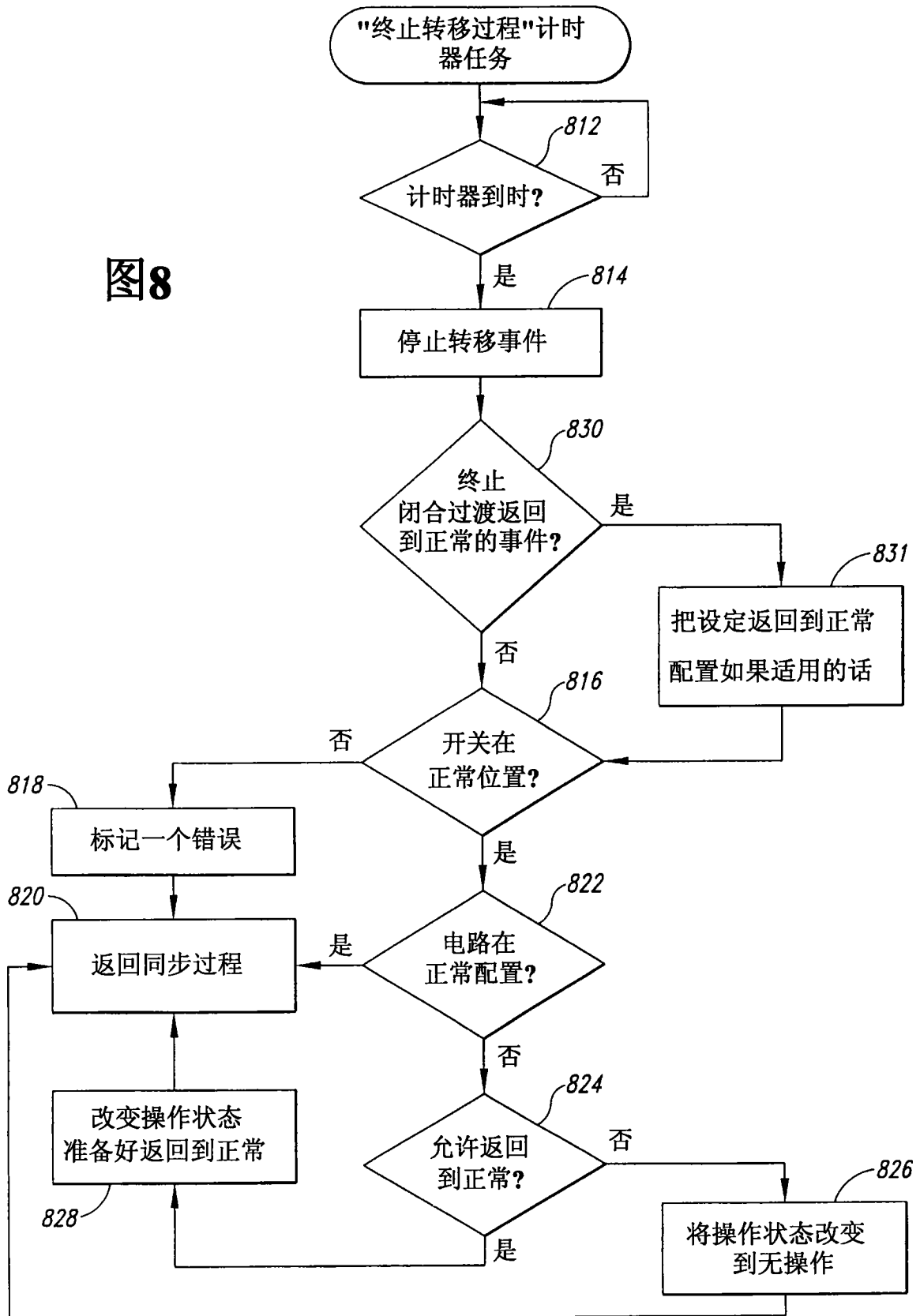


图 7B

图8



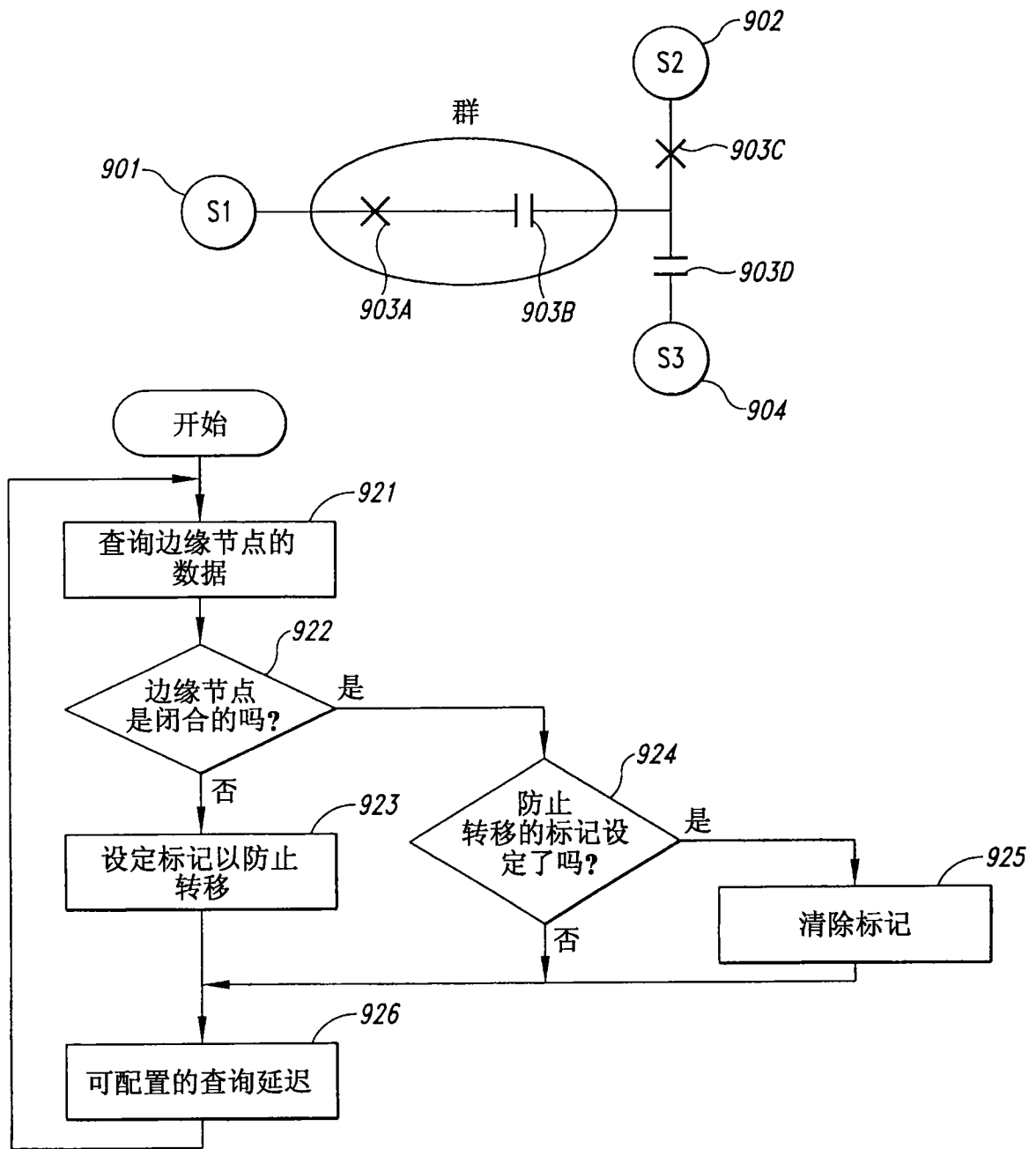


图 9

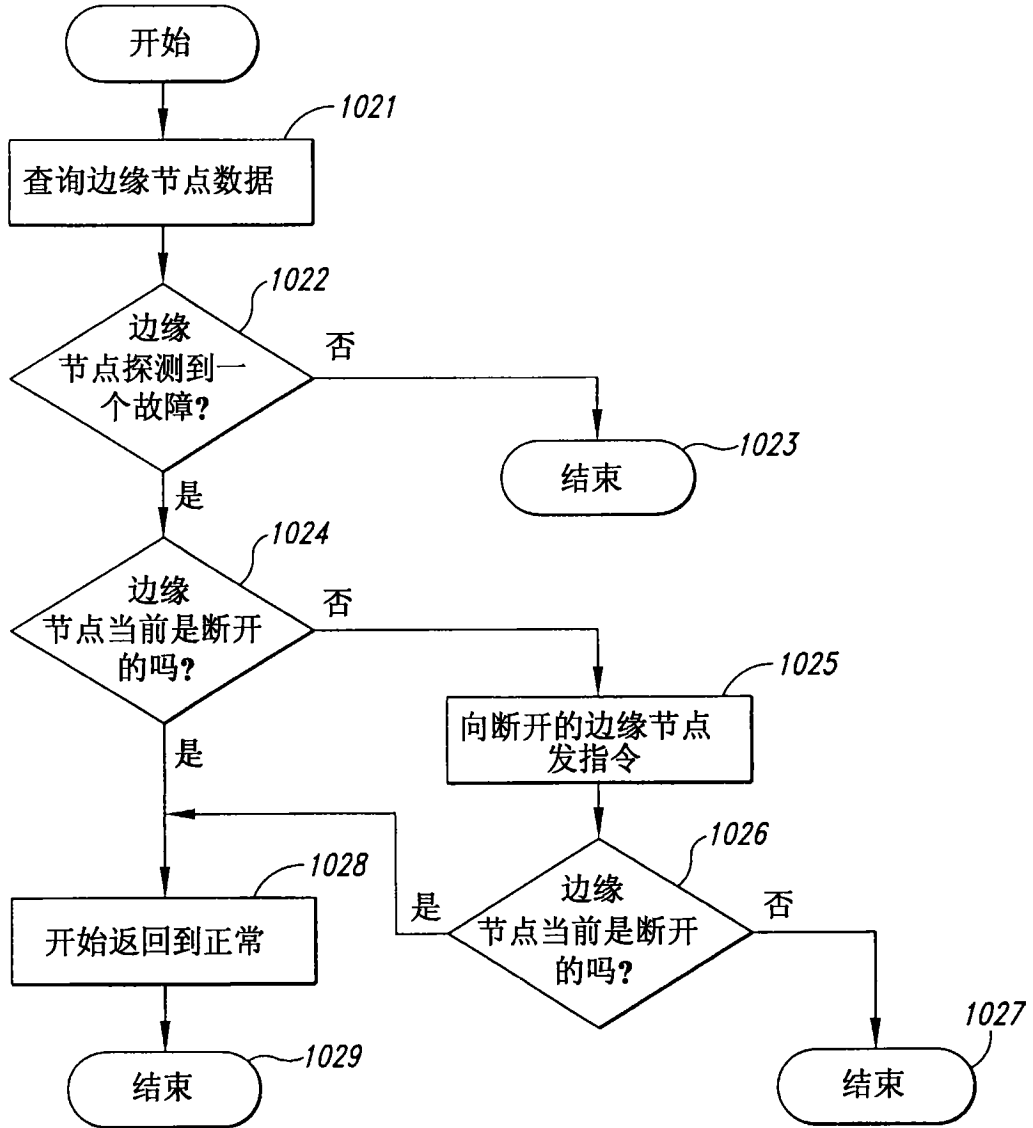
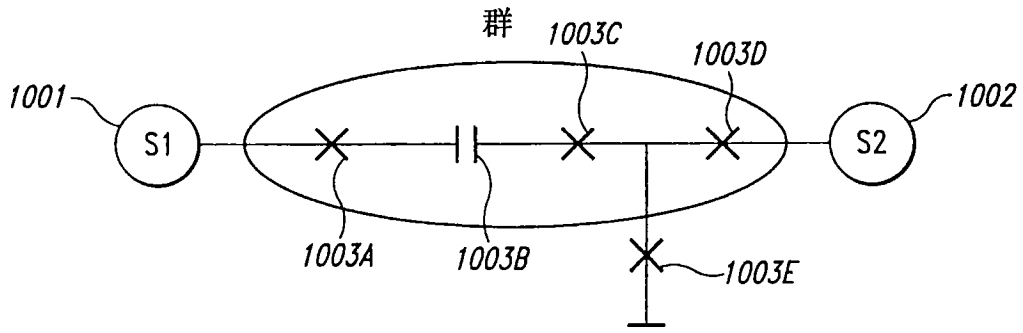


图 10

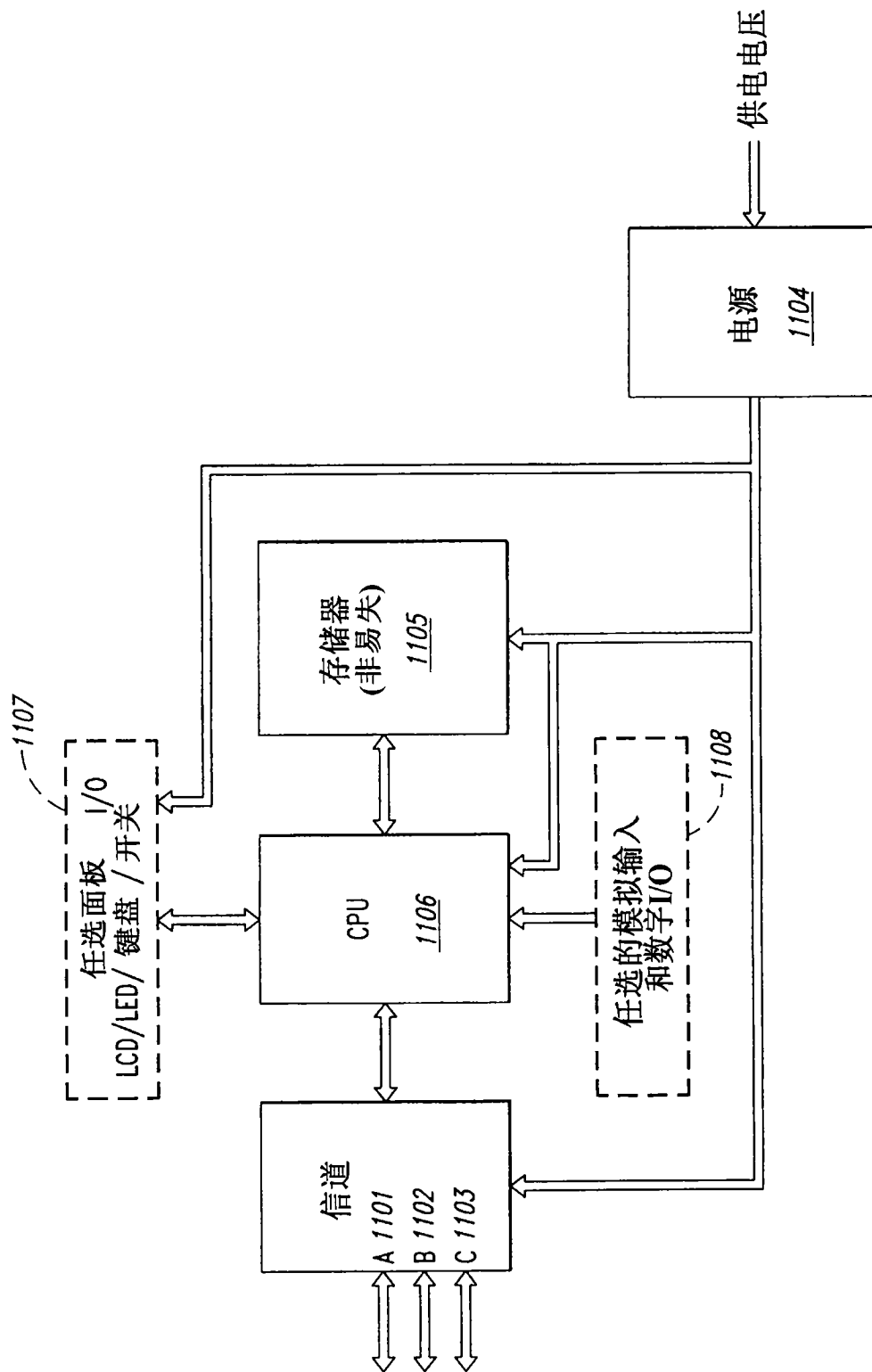


图11