



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106026088 B

(45)授权公告日 2019.02.22

(21)申请号 201610545906.0

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2016.07.12

H02J 3/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

(56)对比文件

申请公布号 CN 106026088 A

CN 105470928 A, 2016.04.06,

CN 104377823 A, 2015.02.25,

(43)申请公布日 2016.10.12

CN 103296640 A, 2013.09.11,

(73)专利权人 国网天津市电力公司

EP 2355292 A2, 2011.08.10,

地址 300010 天津市河北区五经路39号

审查员 肖高

专利权人 国家电网公司

(72)发明人 徐科 王浩鸣 葛荣刚 李武兴

刘聪 迟福建 李桂鑫 王学军

李慧

(74)专利代理机构 天津盛理知识产权代理有限公司 12209

代理人 王来佳

权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

基于负荷分层分区转移的配电网自动化策略

(57)摘要

发明涉及一种基于负荷分层分区转移的配电网自动化策略,其主要技术特点是:在配电网双环网标准结构下,在0.4kV低压侧配置备用电源自动投切装置,在0.4kV高压侧配置用户分界开关,10kV电源侧采用三遥隔离开关与分区供电恢复方式,配置统一的配电自动化管理平台并实现分级管理与维护。本发明采用负荷优先在本区域内进行转移,当区域供电能力不足时再用相邻变电站跨区转移负荷,使得负荷转移更加有序,电网运行更加安全,采用集中式控制和就地控制构成两级控制策略,使得自动化系统本身的可靠性大为提高,能够极大提高低压供电的可靠性。



CN 106026088 B

1. 一种基于负荷分层分区转移的配电网自动化策略,其特征在于:在配电网双环网标准结构下,在0.4kV低压侧配置备用电源自动投切装置,在0.4kV高压侧配置用户分界开关,10kV电源侧采用三遥隔离开关与分区供电恢复方式,配置统一的配电网自动化管理平台,并采用以下步骤实现:

步骤1:配电网自动化平台根据采集到的故障信号识别故障点;

步骤2:判断故障点位置,若故障点位于公网侧,执行步骤3;若故障点位于用户侧,执行步骤5;

步骤3:启动0.4kV低压侧自动化逻辑判断策略,依次判断:(1)低压母联开关闭锁开放,(2)对侧配电变压器有压,(3)对侧配变与上级馈线负载率满足要求;若同时满足上述三个条件,执行步骤4,否则执行步骤6;

步骤4:0.4kV低压自动化系统自动断开受公网故障影响的配变的受总开关,合上配电室母线联络开关,恢复对用户的供电;

步骤5:若故障点位于用户内部,则用户接入点分界断路器动作;若故障点位于用户分支线,则用户分支线前端分界断路器动作;

步骤6:启动变电站出口继电保护,断开故障馈线出口断路器;

步骤7:10kV配电网自动化系统通过三遥开关遥控隔离故障点;

步骤8:判断故障隔离区段外的馈线是否存在负荷转移通道,且优先转移至本侧变电站;

步骤9:安装抢修人员修复故障点,并恢复送电。

2. 根据权利要求1所述的基于负荷分层分区转移的配电网自动化策略,其特征在于:在0.4kV低压侧配置备用电源自动投切装置,具体方法为:

(1) 10kV变电站内0.4kV智能配电终端中的受总柜和母联柜开关配置四遥功能开关,将配电终端与配电网自动化系统主站直接形成主从结构;

(2) 0.4kV开关装置通信组网,建成0.4kV通信系统;

(3) 配置0.4kV智能系统平台:将站内0.4kV智能配电终端及现场总线系统设置成分布智能型系统。

3. 根据权利要求2所述的基于负荷分层分区转移的配电网自动化策略,其特征在于:所述配电终端与配电网自动化主站形成的主从结构为:0.4kV配电终端将借用站内现有ONU,经通信汇集型子站与主站进行通信;主站对0.4kV受总开关和母联开关实现“三遥”控制:对受总和母联开关状态进行遥测控制;对故障信息及开关状态信息及低压负荷状态进行遥信控制;对0.4kV母联开关的实时分合进行遥控控制。

4. 根据权利要求2所述的基于负荷分层分区转移的配电网自动化策略,其特征在于:所述配置0.4kV智能系统平台的方法为:在配电站点的低压室或满足布置条件的其他位置装设一套嵌入式低压配电网自动化管理系统,该系统包括0.4kV智能配电终端、工业交换机、0.4kV智能开关,在0.4kV智能开关设备中设置相关智能模块及通信模块,将开关设备的通信、遥测信息通过网络传输给配电站点0.4kV智能配电终端,同时接受配电终端转发下达的控制信号和设定信息,完成相应动作。

5. 根据权利要求1所述的基于负荷分层分区转移的配电网自动化策略,其特征在于:在0.4kV高压侧配置用户分界开关的方法是:用户资产故障,分界断路器立即动作,切除用户

资产;分界断路器配置就地电流保护,该保护需要与变电站出口电流保护配合,动作时限不加延时、瞬时动作,动作定值低于变电站出口动作电流定值、取2-3倍额定电流;当专用用户资产范围内发生故障时,分界断路器立即动作。

6.根据权利要求1所述的基于负荷分层分区转移的配电网自动化策略,其特征在于:在10kV电源侧采用三遥隔离开关与分区供电恢复方法是:当10千伏公用电网发生故障时,变电站出口开关跳闸,双配变的低压用户和双电源专用低压负荷通过备自投瞬时优先转移到另一台配变,实现瞬时恢复供电;公用电网上的单电源专用用户和单配变低压用户需要集中式配电自动化策略控制进行负荷转移;配电自动化主站定位和隔离故障区域后,优先合入站内联络开关,将负荷从故障线路转移到同一变电站的另一条环网线路,实现负荷仍然在区内供电;如果区内线路供电能力已饱和或者发生两条电源线全停故障,再合入站间联络,将负荷转移到对侧变电站。

## 基于负荷分层分区转移的配电网自动化策略

### 技术领域

[0001] 发明属于配电网技术领域,尤其是一种基于负荷分层分区转移的配电网自动化策略。

### 背景技术

[0002] 配电网是电力系统中连接电网和用户的重要环节。近年来,通过电源点建设、配电网自动化建设等不同电压等级设备的投资和改造,10kV电网的供电可靠性和供电质量获得了大幅度提升。根据国内外配电网建设经验,供电可靠性从99.9%至99.99%的提升主要依靠网架改造,从99.99%至99.999%的提升则必须依靠配电网自动化建设。配电网自动化建设应以一次网架和设备为基础,结合电网接线方式、设备现状、负荷水平和不同供电区域供电可靠性要求、统筹应用集中、分布和就地式控制策略。

[0003] 馈线自动化实现主要有重合器式、集中式和分布式三种模式。重合器式馈线自动化是馈线自动化的最原始阶段,不需要通信系统就能实现其功能,但是短时间内多次分合、开关之间的延时配合十分繁琐、无法校验线路负荷大小等缺点决定了其只能是配电网自动化的原始方式。

[0004] 目前,馈线自动化集中智能模式目前仍是国内配电网自动化的主流,天津电力公司城市地区主要采用集中式处理模式,同时智能分布式的馈线自动化模式已经在上海、天津等发达地区开始应用并逐渐影响到其他地区。智能分布式自动化要求配电网终端之间具备对等的通信条件,基于断路器的智能分布式自动化能够在线路出口保护动作之前切除故障,解决了保护速动性和选择性之间的矛盾,显著地提高馈线自动化的响应速度、大幅缩小受停电影响的用户范围。但是,上述模式也存在以下缺点:

[0005] (1) 故障恢复依靠开关之间的延时配合,智能化程度不足,

[0006] (2) 智能分布式终端需要全线一次性部署,在自动化改造时线路所有设备需要陪停;

[0007] (3) 智能分布式系统一般不具有控制变电站出口断路器的权限。

[0008] 集中式自动化是利用配电网主站、配电网终端与配电网通信三者之间的相互配合,在馈线发生故障时,共同完成自动故障诊断和定位。其适用于任意配电网结构,故障恢复过程兼具全局最优性与电网运行安全性,可以与调度自动化系统互动。但是,由于故障区域范围需要由主站进行逻辑判断,选择性较好但速动性不足,与集中式相比故障响应速度较慢,很难将用户停电时间控制在30秒内。

[0009] 为了充分发挥集中式自动化的作用,减少故障恢复响应时间,需要提前在自动化系统中制定相应的自动化动作策略。但是,由于配电网长期发展造成的网架结构复杂性,实际中往往很难制定清晰的自动化逻辑,只能采用一事一议的方案,制约了配电网自动化系统的应用效果。另一方面,从我国当前配电网自动化技术发展可以看出,虽然集中式配电网自动化的建设可以大幅提高10kV供电可靠性,却无法管理到0.4kV侧。而0.4kV及以下电压等级的用户是最广泛的客户群,0.4kV设备运行的稳定性和可靠性直接关系到低压用户的供电

服务的优质性,尤其是对于城市核心区域的重要用户,0.4kV供电可靠性越来越受到重视。

## 发明内容

[0010] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供一种设计合理、可靠性高且运行安全的基于负荷分层分区转移的配电网自动化策略。

[0011] 本发明解决其技术问题是采取以下技术方案实现的:

[0012] 一种基于负荷分层分区转移的配电网自动化策略,在配电网双环网标准结构下,在0.4kV低压侧配置备用电源自动投切装置,在0.4kV高压侧配置用户分界开关,10kV电源侧采用三遥隔离开关与分区供电恢复方式,配置统一的配电网自动化管理平台,并采用以下步骤实现:

[0013] 步骤1:配电网自动化平台根据采集到的故障信号识别故障点;

[0014] 步骤2:判断故障点位置,若故障点位于公网侧,执行步骤3;若故障点位于用户侧,执行步骤5;

[0015] 步骤3:启动0.4kV低压侧自动化逻辑判断策略,依次判断:(1)低压母联开关闭锁开放,(2)对侧配电变压器有压,(3)对侧配变与上级馈线负载率是否满足要求;若同时满足上述三个条件,执行步骤4,否则执行步骤6;

[0016] 步骤4:0.4kV低压自动化系统自动断开受公网故障影响的配变的受总开关,合上配电室母线联络开关,恢复对用户的供电;

[0017] 步骤5:若故障点位于用户内部,则用户接入点分界断路器动作;若故障点位于用户分支线,则用户分支线前端分界断路器动作;

[0018] 步骤6:启动变电站出口继电保护,断开故障馈线出口断路器;

[0019] 步骤7:10kV配电网自动化系统通过三遥开关遥控隔离故障点;

[0020] 步骤8:判断故障隔离区段外的馈线是否存在负荷转移通道,且优先转移至本侧变电站;

[0021] 步骤9:安装抢修人员修复故障点,并恢复送电。

[0022] 进一步,在0.4kV低压侧配置备用电源自动投切装置,具体方法为:

[0023] (1) 10kV变电站内0.4kV智能配电终端中的受总柜和母联柜开关配置四遥功能开关,将配电终端与配电网自动化系统主站直接形成主从结构;

[0024] (2) 0.4kV开关装置通信组网,建成0.4kV通信系统;

[0025] (3) 配置0.4kV智能系统平台:将站内0.4kV智能配电终端及现场总线系统设置成分布智能型系统。

[0026] 进一步,所述配电终端与配电网自动化主站形成的主从结构为:0.4kV配电终端将借用站内现有ONU,经通信汇集型子站与主站进行通信;主站对0.4kV受总开关和母联开关实现“三遥”控制:对受总和母联开关状态进行遥测控制;对故障信息及开关状态信息及低压负荷状态进行遥信控制;对0.4kV母联开关的实时分合进行遥控控制。

[0027] 进一步,所述配置0.4kV智能系统平台的方法为:在配电站点的低压室或满足布置条件的其他位置装设一套嵌入式低压配电网自动化管理系统,该系统包括0.4kV智能配电终端、工业交换机、0.4kV智能开关,在0.4kV智能开关设备中设置相关智能模块及通信模块,将开关设备的遥信、遥测信息通过网络传输给配电站点0.4kV智能配电终端,同时接受配电网

终端转发下达的控制信号和设定信息,完成相应动作。

[0028] 进一步,在0.4kV高压侧配置用户分界开关的方法是:用户资产故障,分界断路器立即动作,切除用户资产;分界断路器配置就地电流保护,该保护需要与变电站出口电流保护配合,动作时限不加延时、瞬时动作,动作定值低于变电站出口动作电流定值、取2-3倍额定电流;当专用用户资产范围内发生故障时,分界断路器立即动作。

[0029] 进一步,在10kV电源侧采用三遥隔离开关与分区供电恢复方法是:当10千伏公用电网发生故障时,变电站出口开关跳闸,双配变的低压用户和双电源专用低压负荷通过各自投瞬时优先转移到另一台配变,实现瞬时恢复供电;公用电网上的单电源专用用户和单配变低压用户需要集中式配电自动化策略控制进行负荷转移;配电自动化主站定位和隔离故障区域后,优先合入站内联络开关,将负荷从故障线路转移到同一变电站的另一条环网线路,实现负荷仍然在区内供电;如果区内线路供电能力已饱和或者发生两条电源线全停故障,再合入站间联络,将负荷转移到对侧变电站。

[0030] 发明的优点和积极效果是:

[0031] 1、本发明采用负荷优先在本区域内进行转移,尽量不跨区供电,当区域供电能力不足时再用相邻变电站跨区转移负荷,使得负荷转移更加有序,电网运行更加安全。

[0032] 2、本发明控制分界断路器和低压备自投能瞬时切除故障和恢复低压负荷,动作时间基本在秒级以内,采用集中式控制和就地控制构成两级控制策略,就地为主、集中为辅,使得自动化系统本身的可靠性大为提高。

[0033] 3、本发明能够极大提高低压供电的可靠性:采用该方案提升后,对于高层、多层楼房混合,双配变、单配变用户混合区域的低压供电可靠性能达到6个9(99.9999%)以上,对于纯高层楼房、纯双配变用户区域的低压供电可靠性会更高。

## 附图说明

[0034] 图1是本发明的自动化控制流程图;

[0035] 图2是低压配电管理系统的站端结构图;

[0036] 图3是应用本发明的配电网系统连接示意图。

## 具体实施方式

[0037] 以下结合附图对发明实施例做进一步详述:

[0038] 一种基于负荷分层分区转移的配电网自动化策略,是在配电网双环网标准结构下,采用0.4kV低压侧(第一层)、0.4kV高压侧(第二层)、10kV电源侧(第三层)三层垂直一体的自动化配合逻辑。其在实现过程中,需要在0.4kV低压侧(第一层)配置备用电源自动投切装置,在0.4kV高压侧(第二层)配置用户分界开关,在10kV电源侧(第三层)采用“三遥”隔离开关与分区供电恢复方式,配置统一的配电自动化管理平台并实现对1、2、3的优先级管理与维护。0.4kV低压侧自动化通过低压受总开关与母联开关自动投切实现公网故障情况下负荷的瞬时转移,实现公网故障下负荷的秒级快速恢复功能,其优先级最高;0.4kV高压侧自动化通过分界断路器自动动作实现用户故障情况下的故障点隔离,避免低压事故扩大到公网,其优先级次之,但该逻辑启动速度应快于上级变电站保护速度;10kV电源侧自动化通过馈线分段点“三遥”隔离开关,在上级变电站保护动作之后启动,实现公网故障情况下故

障点的快速隔离与10kV非直接故障馈线段的供电恢复,其中非直接故障馈线段故障恢复采取分区转移恢复方式,优先采取上级变电站本站内转移方式,其次采取站间转移方式。

[0039] 如图1所示,本发明的基于负荷分层分区转移的配电网自动化策略的具体控制过程包括以下步骤:

[0040] 步骤1:配电自动化平台根据采集到的故障信号识别故障点。

[0041] 步骤2:判断故障点位置,若故障点位于公网侧,执行步骤3;若故障点位于用户侧,执行步骤5。

[0042] 步骤3:启动0.4kV低压侧自动化逻辑判断策略,依次判断低压母联开关闭锁是否开放,对侧配电变压器是否有压,对侧配变与上级馈线负载率是否满足要求,若满足上述条件,执行步骤4,否则执行步骤6。

[0043] 步骤4:0.4kV低压自动化系统自动断开受公网故障影响的配变的受总开关,合上配电室母线联络开关,恢复对用户的供电。

[0044] 步骤5:若故障点位于用户内部,则用户接入点分界断路器动作;若故障点位于用户分支线,则用户分支线前端分界断路器动作。

[0045] 步骤6:启动变电站出口继电保护,断开故障馈线出口断路器。

[0046] 步骤7:10kV配电自动化系统通过三遥开关遥控隔离故障点。

[0047] 步骤8:判断故障隔离区段外的馈线是否存在负荷转移通道,且优先转移至本侧变电站。

[0048] 步骤9:安装抢修人员修复故障点,并恢复送电。

[0049] 按照上述方法可以实现配电网故障线路停电但负荷不停电,大幅提升对用户的供电的可靠性与持续性。

[0050] 本发明在具体实施过程中,可以通过如下方式实现:

[0051] 1、0.4kV低压侧(第一层)配置备用电源自动投切装置。

[0052] 低压用户配置两台变压器时,配变低压母线配置联络开关,在低压受总和母联开关处配置备用电源自动投切装置。当配变及以上10千伏线路故障时,低压备自投自动投切,跳开故障侧配变受总开关,合上低压母联开关,将负荷瞬时转移到另一台配变上。具体配置方法包括:

[0053] (1) 10kV变电站0.4kV配电装置中的受总柜和母联柜开关配置“四遥”(遥测、遥信、遥控、遥调)功能开关。

[0054] (2) 0.4kV开关装置通信组网,建成0.4kV通信系统。

[0055] (3) 提高配电变压器运行率,减少由变压器低负荷运行造成的损耗。

[0056] (4) 配置0.4kV智能系统平台,打通上下游控制通道,实现配电自动化技术在10kV及以下电压等级的全覆盖。

[0057] 上述步骤(1)包含以下技术特征:配电终端与主站直接形成主从结构,完成配电自动化系统主站的查询和控制命令。0.4kV配电终端将借用站内现有ONU,经通信汇集型子站与主站进行通信。主站对0.4kV受总开关和母联开关实现三遥功能:对受总和母联开关的遥测功能,故障信息及开关状态信息的遥信功能和控制分布式自愈策略投退的遥控功能。该功能在故障自愈功能之外,还能够实现低压负荷的监控。

[0058] 上述步骤(4)包含以下技术特征:站内0.4kV智能配电终端及现场总线系统是属于

分布智能型系统。在配电站点的低压室(0.4kV)或满足布置条件的其他位置装设一套嵌入式低压配电自动化管理系统,以完成配电站点低压(0.4kV)智能设备的数据收集、处理、及转发功能。站端系统如图2所示,包括0.4kV智能配电终端、工业交换机、0.4kV智能开关设备等组成。0.4kV智能开关设备中设置相关智能模块及通信模块,将开关设备的遥信、遥测信息通过网络传输给配电站点0.4kV智能配电终端,同时接受配电终端转发下达的控制信号和设定信息,完成相应动作。

[0059] 2、0.4kV高压侧(第二层)配置用户分界开关。

[0060] 用户资产故障,分界断路器立即动作,切除用户资产,避免停电范围扩大。分界断路器配置就地电流保护。该保护需要与变电站出口电流保护配合,动作时限不加延时、瞬时动作,动作定值低于变电站出口动作电流定值、取2-3倍额定电流。当专用用户资产范围内发生故障时,分界断路器立即动作。

[0061] 3、10kV电源侧(第三层)采用“三遥”隔离开关与分区供电恢复方式。

[0062] 当10千伏公用电网发生故障时,变电站出口开关跳闸,双配变的低压用户和双电源专用低压负荷通过各自投瞬时优先转移到另一台配变,实现瞬时恢复供电;公用电网上的单电源专用用户和单配变低压用户需要集中式配电自动化策略控制进行负荷转移。配电自动化主站定位和隔离故障区域后,优先合入站内联络开关,将负荷从故障线路转移到同一变电站的另一条环网线路,实现负荷仍然在区内供电。如果区内线路供电能力已饱和或者发生两条电源线全停故障,再合入站间联络,将负荷转移到对侧变电站。

[0063] 4、供电企业配置统一的配电自动化管理平台,实现对1、2、3的优先级管理与维护。

[0064] 下面以图3所示配电网为案例,分析按照本发明策略实施前后系统的可靠性变化情况。

[0065] 图3由4条10kV馈线组成双环网供电集群,共同为8个配电站点(用户)供电。根据负荷重要性不同,配电站点分为单电源站点与双电源站点(假设所有配变所带负荷相同)。系统中各元件的可靠率参数如表1所示,上级变压器故障不计。

[0066] 表1系统元件可靠率参数表

元件	母线	线路	开关	配变
$\lambda$	0.01	0.1	0.1	0.2
R	10	5	5	10

[0068] 注: $\lambda$ -平均故障率(次/年),对于线路为(次/年,km);

[0069] r-平均修复时间(h)。

[0070] 假设10kV电网配电自动化故障隔离与倒闸操作时间为1min,0.4kV侧开关自动动作时间为2s,10kV配电馈线负载率均在50%以下,计算下列4种情境下配电网的供电可靠率指标:

[0071] 1) 无配电自动化,采用人工倒闸方式,倒闸时间为1h;

[0072] 2) 10kV侧采用传统的集中式馈线自动化策略;

[0073] 3) 采用“三双”模式(10kV配变变压器双接入自动切换方式);

[0074] 4) 采用本发明的10kV有序转移集中式与0.4kV就地式相结合的自动化策略;

[0075] 上述四种边界条件下,采用FMEA法,计算算例系统的供电可靠率理论指标如表2所

示。

[0076] 表2算例配电网供电可靠性指标

[0077]

	系统供电可靠率(%)	建设成本	自动化动作成功率
情景1)	99.97	低	--
情景2)	99.998	一般	一般
情景3)	99.9998	高	较高
情景4)	99.99993	较高	高

[0078] 通过上述计算可以看出,在实施10kV配电自动化,且按照负荷有序部署自动化策略后,相比传统的配电网运行方式,系统的供电可靠率可大幅提升,用户平均停电时间可降低在分钟级。在10kV配电自动化的基础上,通过增加有限的投资,将自动化系统延伸至0.4kV侧,可再次实现供电可靠性提升的飞跃,实现了用户平均停电时间从分钟级到秒级。同时,由于增加了就地式自动化策略,其动作逻辑非常简单,使得配电自动化系统的动作成功率相比集中式有了很大提升。此外,与“三双”模式相比,由于不需要对一次开关进行双接入改造,提出的方案的经济性更优。

[0079] 需要强调的是,发明所述的实施例是说明性的,而不是限定性的,因此发明包括并不限于具体实施方式中所述的实施例,凡是由本领域技术人员根据发明的技术方案得出的其他实施方式,同样属于发明保护的范围。

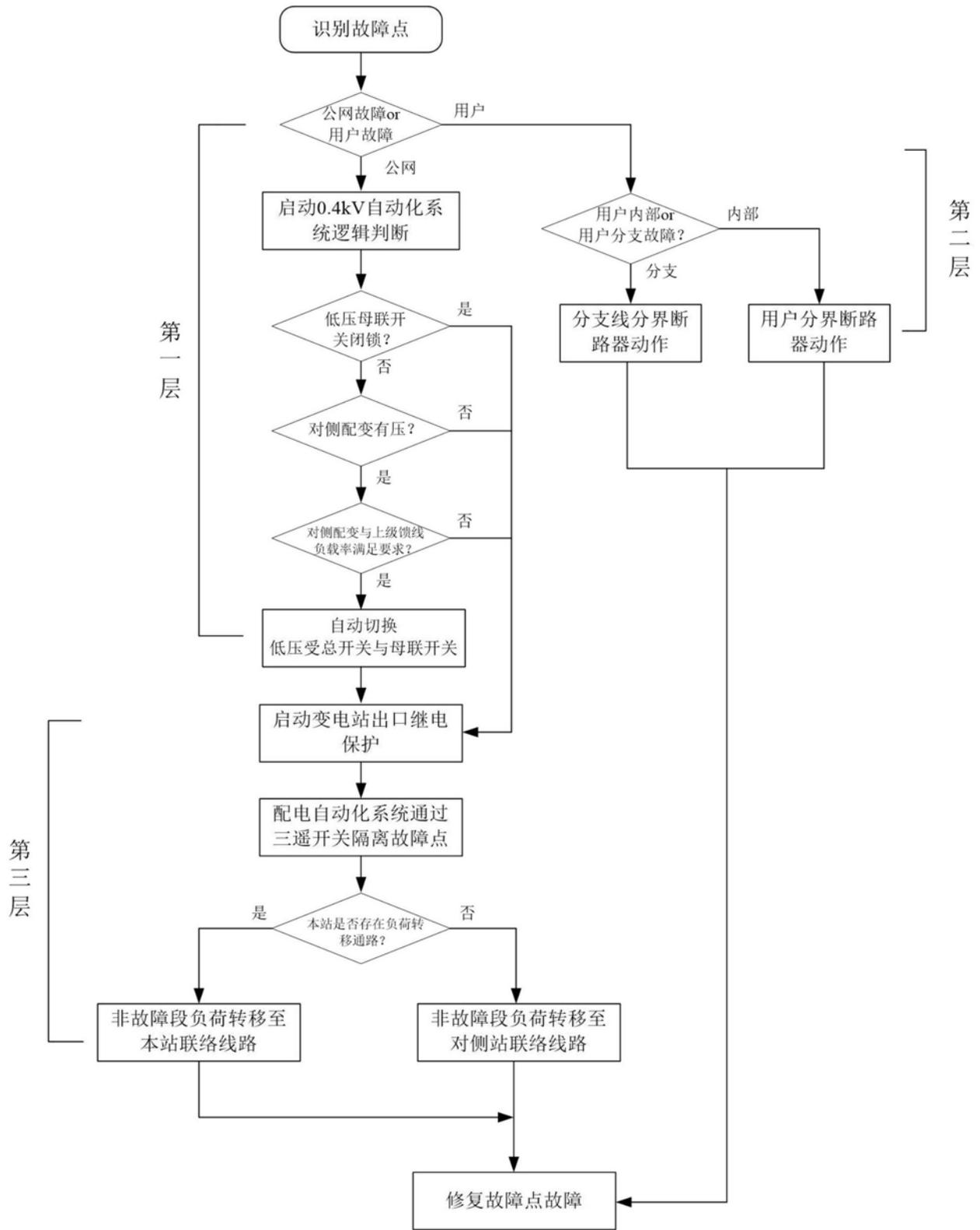


图1

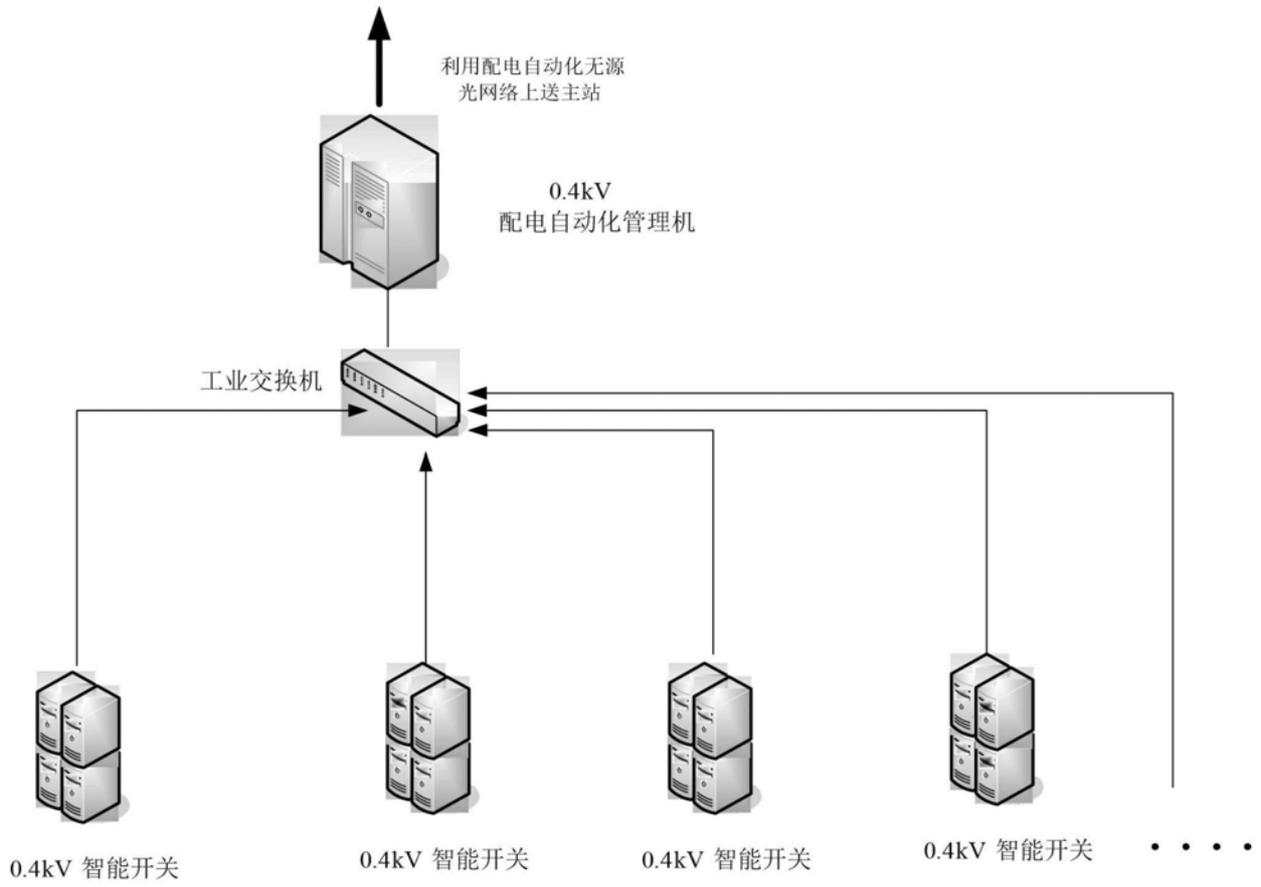


图2

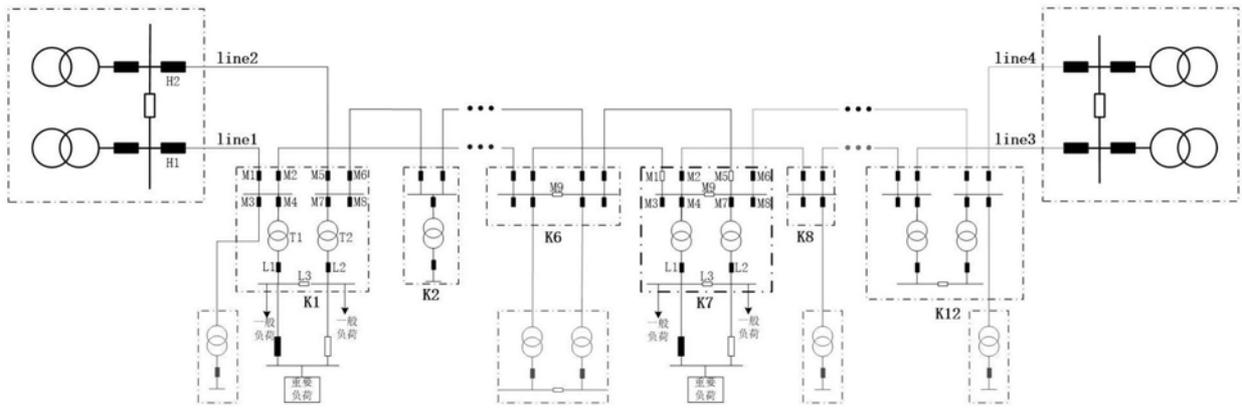


图3